

(Aus dem Zentralen Landwirtschaftlichen Forschungs- und Kontroll-Institut, Sofia, Bulgarien.)

## Haploide *Triticum vulgare* und die Variabilität ihrer diploiden Nachkommenschaften.

Von **Dontscho Kostoff.**

In meiner ausführlichen Abhandlung über das Problem der Haploidie (KOSTOFF 1941 a) habe ich die cytologischen Grundlagen der Aufspaltung der Diploiden, welche aus Haploiden entstanden sind, beschrieben und ausführlich erörtert. Dabei habe ich auch auf die abweichenden diploiden Typen von *Nicotiana glauca*, welche von Haploiden abstammen, hingewiesen. Hier werde ich einen interessanten Fall beim Weizen vom cytogenetischen und züchterischen Standpunkt behandeln und die Entstehung von Haploiden bei *Triticum vulgare* beschreiben.

LYSSENKO und DOLGUSCHIN haben eine schnelle „Kastrations-Fremdbestäubungsmethode“ vorgeschlagen, durch die sie Heterozygotie bei durch Inzucht entstandenen reinen Linien herbeiführen wollten. Man schneidet die oberen Teile der Spelzen in dem Stadium ab, wenn die Staubblätter noch grün sind, ohne den Griffel zu verletzen (Abb. 1 und 2). Die angeschnittenen, d. h. von oben geöffneten grünen Staubblätter trocknen dabei gewöhnlich aus. Die Griffel entwickeln sich verhältnismäßig gut und werden von anderen Pflanzen bestäubt, welche mit geöffneten Blüten blühen. Manche von den so behandelten Blüten entwickeln haploide Embryonen. Aus solchen Samen entwickeln sich haploide Pflanzen. In Abb. 1, links, ist eine Ähre angegeben, welche in jungem Stadium einer solchen „Kastration“ unterworfen wurde. Diese Ähre hat kleine Körner angesetzt; der größte Teil von ihnen wird aus Kreuzbestäubung entstanden sein. Eine Röntgenaufnahme einer solchen Ähre ist in der Mitte von Abb. 2 gegeben, links davon findet sich die Aufnahme einer normalen Ähre. In Abb. 1 befindet sich als 2. Ähre von links nach rechts auch dieselbe normale Ähre. Die Versuche wurden mit *Triticum vulgare*, Sorte Nr. 2411, durchgeführt. Die 3. Ähre von links nach rechts ist in beiden Figuren (1 und 2) einer haploiden Pflanze entnommen, welche auf

die oben geschilderte Art entstanden war. Von etwa 1000 diploiden Pflanzen habe ich 3 haploide erhalten. Außerdem eine ganze Reihe von Sortenkreuzungen und 2 Weizen-Roggen-Bastarde. Die Versuchssorte *Triticum vulgare*



Abb. 1. Von links nach rechts: 1. Ähre von Sorte 2411, mit reifen Körnern, angesetzt nach „Schnitt-Kastrationsmethode“; 2. normale Ähre von Sorte 2411; 3. Ähre einer haploiden Pflanze von Sorte 2411; 4. Ähre des Weizen-Roggen-Bastards; 5. Ähre von Roggen.

Nr. 2411, welche der „Schnittkastration“ unterworfen wurde, stand nämlich in der Nähe von Roggen und von anderen Weizensorten. In Abb. 1 rechts befindet sich eine Roggenähre und links von dieser (vierte von links nach rechts) ist die Ähre des Weizen-Roggen-Bastards zu sehen, welcher durch die „Schnitt-Kastrationsmethode“ erhalten wurde.

In Abb. 2 habe ich eine Röntgenaufnahme von 3 Ähren wiedergegeben: links normal mit gewöhnlichem Körneransatz, in der Mitte Ähre

nach „Schnitt-Kastrationsmethode“ mit kleinen oder fehlenden Körnern (partielle Sterilität), rechts — Ähre einer haploiden Pflanze, mit einem einzigen Korn im unteren Ährchen rechts. Diese Aufnahme wurde im Jahre 1939 gemacht und ist sehr geeignet für solche Untersuchungen. Man sieht deutlich auf der Aufnahme, wo Körner angesetzt sind. Das auf diese Weise aufgenommene Material ist aber für gene-

verhältnisse der Haploiden sind aus Tabelle 1 zu ersehen.

Die Haploiden waren im Höhenwuchs und in allen Organen kleiner als die Diploiden. Die Ähre in Abb. 2 mit einem Korn stammt von der Haploiden Nr. 3. Die haploiden Pflanzen wurden nicht isoliert und haben mit geöffneten Blüten abgeblüht.

Eine der vier Ähren der Haploiden Nr. 2 hatte auch ein Korn angesetzt. Die anderen vier Ähren der Pflanze 2 wurden mit Pergamenttüten zum Zwecke der Selbstbestäubung isoliert, sie hatten nur ein Korn angesetzt. Von diesem Korn habe ich eine diploide Pflanze unter der Bezeichnung  $H_2S$  (Haploid Nr. 2 Selbstbestäubung), von dem anderen Korn der Pflanze Nr. 2 wurde eine diploide Pflanze mit der Bezeichnung  $H_2F$  gewonnen. Die Nachkommenschaft von Pflanze  $H_2S$  wurde weiter ausführlich untersucht.

Die Meiose der drei Haploiden wurde in Acetocarmin-Präparaten beobachtet. Die Präparate von Pflanze Nr. 2 gelingen viel besser als diejenigen der anderen Pflanzen. Alle drei hatten gewöhnlich univalente Chromosomen, manchmal 1 Bivalenten und viel seltener 2 Bivalenten je Pollenmutterzelle (PMZ).

Die Angaben von Haploid Nr. 1 habe ich früher veröffentlicht (KOSTOFF, 1941b). Die anderen zwei Haploiden (Nr. 2 und 3) wurden etwa 10 Tage später zytologisch untersucht.

Von der Untersuchung der Präparate von Haploider Pflanze Nr. 2 wurden folgende Angaben ermittelt:

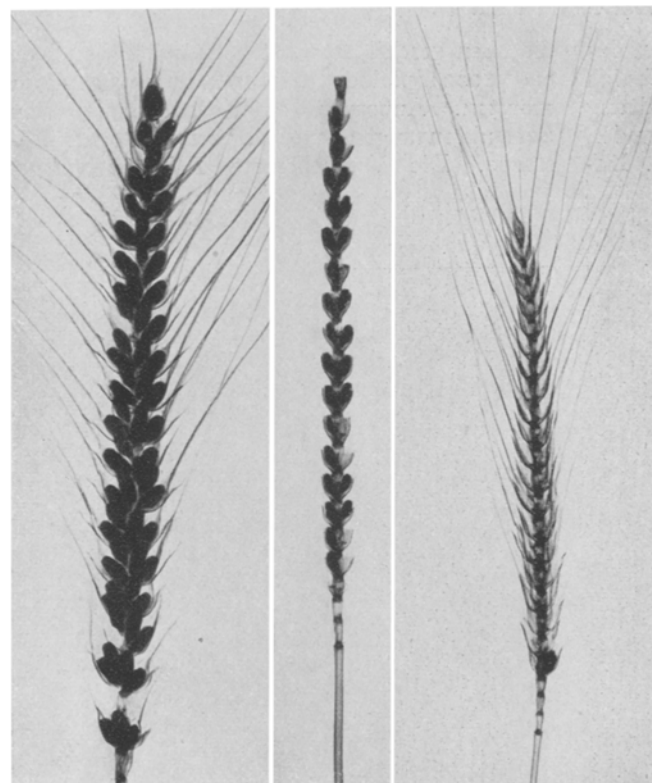


Abb. 2. Röntgenaufnahme. Von links nach rechts: 1. normale Ähre von Sorte 2411; 2. Ähre derselben Sorte mit reifen Körnern, angesetzt nach der „Schnitt-Kastrationsmethode“; 3. Ähre einer haploiden Pflanze von Sorte 2411 mit einem einzigen Korn.

tische Zwecke nicht weiter geeignet, da während der Aufnahme Mutationen ausgelöst sein können.

Die haploiden Pflanzen und die Gattungsbastarde zeigten hohe Sterilität. Die Ansatz-

Pflanze	Zahl der Pollenmutterpflanzen		
	ohne Bivalenten	mit 1 Bivalenten	mit 2 Bivalenten
Haploide Nr. 2	15	18	3

Mit anderen Worten hatten 15 Pollenmutterzellen keine Bivalenten und 21 hatten je ein oder zwei Bivalente, d. h. mehr als die Hälfte der Pollenmutterzellen hatte wenigstens 2 neue Chromosomen gebildet.

Anormale Meiosis führte manchmal zur Bildung von Pollen mit haploiden Chromosomensätzen als Folge des Ausfallens einer meiotischen Teilung und Bildung von Restitutions-

Tabelle 1.  
Sterilität der haploiden Weizenpflanzen.

Nummer der Pflanze	Zahl der Ähren		Zahl der Körner je Pflanze
	gut entwickelt	schlecht entwickelt	
1	9	2	0
2	8	4	2
3	12	2	1

Tabelle 2. Variabilität der Samengröße bei der Ausgangssorte 2411 und bei diploiden Abkömmlingen von dem Haploid Nr. 2 in der dritten diploiden Generation.

Körner von einzelnen Pflanzen von	Länge der Körner in mm				Laterale Breite der Körner				Dorsal-ventrale Breite der Körner			
	bis 4,1	4,10—4,50	4,60—5,00	5,10—5,50	5,60—6,00	6,10—6,50	6,60—7,00	7,10 und länger	M	n	M	n
Nr. 42326/1 Kontrolle 2411	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42326/3 Kontrolle 2411	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42331/3 Familie (F <sub>2</sub> H <sub>2</sub> S)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42331/4 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42331/6 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42332/1 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42332/2 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42332/4 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42340/1 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42340/2 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42340/3 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42340/4 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42340/5 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42329 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42335 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42345 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 42346 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

kernen. Auf diese Weise gebildete Gameten sind wahrscheinlich für die Entstehung von Diploiden auf haploiden Mutterpflanzen verantwortlich.

Da mehr als die Hälfte der Pollenmutterzellen wenigstens ein Chiasma hatten, welches zur Änderung der Chromosomenstruktur führte, weil die Chiasmata autosyndetisch gebildet sind, so ist zu erwarten, daß viele von den Diploiden, welche aus Haploiden entstanden sind, Heterozygotie aufweisen. Das war auch der Fall bei der Pflanze H<sub>2</sub>S (ich betone hier ausdrücklich, daß die Ähre, von welcher diese Pflanze erhalten wurde, nicht mit Röntgenstrahlen zur Herstellung einer Aufnahme behandelt wurde). Die Pflanze H<sub>2</sub>S (1. diploide Generation) bildete oft eine trivalente Gruppe mit einem Univalent. Sehr selten wurden 2 multivalente Gruppen (d. h. 2 Quadrivalente oder 1 Trivalente und 1 Quadrivalente) gefunden.

Es ist klar, daß die Nachkommenschaft dieser Pflanze nicht uniform sein konnte. Ich erwähne hier, daß dieser „strukturelle Bastard“, welcher aus Selbstbestäubung einer Haploiden erhalten wurde, cytogenetisch Ähnlichkeit mit den diploiden F<sub>2</sub>-Bastarden hatte, welche das Produkt des Austauschs der partiell-homologen Chromosomen in F<sub>1</sub> sind. Solche Fälle habe ich schon früher bei Tabak (KOSTOFF 1935, 1941/43) und bei Weizen beschrieben (KOSTOFF 1937, a b), darauf haben auch KIHARA und NISHIYAMA (1937) und HOWARD (1938) hingewiesen. SEARS (1939) hat diese Erklärung auch mit Recht für die Nachkommenschaft zwischen haploidem und diploidem Weizen angewandt. Im Herbst 1940 habe ich die Samen der Pflanze H<sub>2</sub>S ausgesät, welche ich durch Selbstbestäubung (unter Tüten) erhalten habe und die Nachkommenschaft F<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>S wurde im Jahre 1941 untersucht.

Als die Nachkommenschaft (F<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>S) von Pflanze H<sub>2</sub>S bis zum Reifungsstadium untersucht wurde, war ich enttäuscht, da auffallende Unterschiede morphologischer Natur außer bezüglich der Größe der Pflanzen, Üppigkeit des Wachstums und Zeit der Blüte und Reifung, d. h. Eigenschaften physiologischer Natur, nicht beobachtet werden konnten. Die Ähren zeigten jedoch keine wahrnehmbaren Unterschiede.

Erst als ich die Körner untersucht habe, bemerkte ich unerwartet große Unterschiede, welche sich auf die Größe und Farbe sowie auf die Form der Körner beziehen. Manche Pflanzen bildeten viel dünnere und längere Körner als die normalen Kontrollpflanzen, andere kürzere, wieder andere bildeten plumpere Körner als die normalen Pflanzen, die so lang wie die Körner von

Normalpflanzen oder etwas kürzer waren. Alle diese Dimensionen waren in verschiedenen Stufen vertreten. Im Jahre 1941 bildete die Sorte Nr. 2411 verhältnismäßig schlechte, schwächere Samen aus. Manche Pflanzen von  $F_2$ - $H_2S$  hatten viel schlechtere Samen als die Kontrollpflanzen von 2411. Es gab aber auch solche, welche sehr gute, volle, große Körner bildeten. Die Körner von Nr. 2411 sind in Sofia gelblich rötlich. Manche Pflanzen von  $F_2$ - $H_2S$  haben fast weißliche Körner in einigen Abstufungen. Einige Pflanzen hatten Körner von derselben Beschaffenheit wie die normalen Kontrollpflanzen. Andere dagegen hatten deutlich dunkler rötliche Körner gebildet, wobei die rötliche Farbe einige Intensitätsstufen aufwies; manche Pflanzen hatten heller rötliche, andere fast rote Farbe. Im Herbst 1941 wurden die Samen von 20  $F_2$ - $H_2S$ -Pflanzen ausgesät und die Pflanzen aus 20 Familien im Jahre 1942 untersucht. Diese  $F_3$ -Familien ( $F_3$ - $H_2S$ ) spalteten weiter auf, besonders bezüglich der Korngröße und der Kornfarbe.

In Tabelle 2 habe ich die Kornmessungen von 2 Kontrollpflanzen der Sorte Nr. 2411 und von 15  $F_3$ - $H_2S$ -Pflanzen angegeben. Die Variabilität der  $F_3$ - $H_2S$  ist sehr auffallend. Manche der

Tabelle 3.  
Auswinterung der  $F_3$ - $H_2S$ -Familien 1941/42.  
Jede Familie ist von einer  $F_2$ -Pflanze gezogen.

Familien der einzelnen Pflanze	Ausgesät	Ausgewintert	%
Von Kontrollpflanzen 2411			
Nr. 42324	80	69	86,25
„ 42325	80	72	90
„ 42326	80	71	88,75
„ 42327	80	72	90
„ 42328	80	76	95
Familien $F_3$ - $H_2S$			
Nr. 42329	200	170	85
„ 42330	120	109	90,83
„ 42331	320	274	85,62
„ 42332	200	174	87
„ 42333	240	215	89,58
„ 42334	160	141	88,12
„ 42335	40	37	92,50
„ 42336	160	137	85,62
„ 42337	280	236	84,28
„ 42338	80	72	90
„ 42339	160	96	60
„ 42340	160	103	64,37
„ 42341	80	58	72,50
„ 42342	40	28	70,—
„ 42343	40	32	80,—
„ 42344	40	20	50,—
„ 42345	40	29	72,50
„ 42346	40	18	45,—
„ 42347	40	13	32,50
„ 42348	80	41	51,15

Varianten können auch vom züchterischen Standpunkt interessant sein.

Bedeutende Unterschiede habe ich auch in der Auswinterung gefunden. Die Auswinterungszahlen des sehr kalten und ungünstigen Winters 1941/42 sind in Tabelle 3 angegeben.

Die Meiose des Weizen-Roggen-Bastards wurde auch untersucht. Es wurde Asyndese oder es wurde 1 und selten 2 Bivalente gefunden. Die



Abb. 3. Erste meiotische Teilung in  $F_1$  Weizen-Roggen-Bastard mit 28 Univalenten (21 Weizen + 7 Roggen).

Bastarde waren steril. Die Bivalentenfrequenz ist in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4.  
Meiosis der Weizen-Roggen-Bastarde.

Pflanze	Zahl der Pollenmutterzellen		
	ohne Bival. (Asyndese)	mit 1 Bivalent	mit 2 Bivalenten
Bastard 1	21	23	3
Bastard 2	17	18	2
insgesamt	38	41	5

Diese Zahlen sind sehr ähnlich denjenigen, welche die Meiose des Haploid Nr. 2 charakterisiert. Es ist uns sehr wahrscheinlich, daß die Bivalenten eher autosyndetisch zwischen Weizenchromosomen als allosyndetisch zwischen Chromosomen von Weizen und Roggen gebildet sind. Diese Meiosis zeigt uns auch, daß die Übertragung von gewünschten Merkmalen von Roggen auf Weizen oder der umgekehrte Prozeß sehr schwer sein dürften.

### Schlußfolgerungen.

1. Die „Schnitt-Kastrationsmethode“ erhöht die Frequenz von Haploiden und von Kreuzungen.

2. Die Haploiden sind kleiner und haben kleinere Organe als die Diploiden.

3. Die Meiosis in Haploiden verlief anormal mit 1 oder 2 autosyndetischen Bivalenten. Das ist die Ursache für die Heterozygotie der diploiden Pflanze, welche aus der Haploiden entstanden ist.

4. Die Heterozygotie der Diploiden, welche nach Selbstbestäubung von Haploiden entstehen, kann auch für züchterische Zwecke ausgenutzt werden. Die Mannigfaltigkeit der Nachkommenschaft dieser Heterozygoten wird haupt-

sächlich auf Dublikationen und Verlust von Chromosomenstücken als Folge des autosyndetischen Chromosomenaustausches zurückzuführen sein.

5. Wenige Bivalente in Weizen-Roggen-Bastarden sind wahrscheinlich autosyndetische Bivalente und die Übertragung von Roggenmerkmalen auf Weizen oder umgekehrt wird sehr schwer sein.

6. Röntgenaufnahmen können für verschiedene wissenschaftliche Zwecke wie bei den hier gezeigten sehr zweckmäßig sein. Der Forscher soll aber nicht vergessen, daß Röntgenstrahlen Mutationen auslösen.

#### Literatur.

HOWARD, H. W.: The fertility of amphidiploids from the cross *Raphanus sativus* × *Brassica oleracea*. J. Genet. 36, 239—273. — KIHARA, H., and J. NISIIYAMA: Possibility of crossing over between semihomologous chromosomes from two different genoms. Cytologia, Fujii Jubil. Vol. 1937, 654 bis

666. — KOSTOFF, D.: The occurrence of crossing over in *Nicotiana* species hybrids. Curr. Sc. 2, 370—373 (1934). — KOSTOFF, D.: Conjugation between morphologically different chromosomes in *Nicotiana* species hybrids. C. r. Acad. Sci. USSR. 1, Nr. 7/8, 558—560 (1935). — KOSTOFF, D.: Formation of a quadrivalent group in a hybrid between *Triticum vulgare* and a *Triticum vulgare* extracted derivative. Curr. Sci. 5, 537 (1937a). — KOSTOFF, D.: Cytological studies on certain progenies of the hybrid *Triticum timopheevi* × *Triticum persicum*. Cytologia, Fujii Jub. Vol. (1937b) 262—277. — KOSTOFF, D.: Studies on polyploid plants. XXI. Cytogenetic behaviour of the allopolyploid hybrids *Nicotiana glauca* Grch. × *Nicotiana langsdorffii* Weinm. and their evolutionary significance. J. Genet. 37, 129—209 (1939). — KOSTOFF, D.: The problem of Haploidy. Bibliogr. Genet. 13, 1—148 (1941a). — KOSTOFF, D.: Wheat phylesis and wheat breeding. Bibliogr. Genet. 13, 149 (1941b). — KOSTOFF, D.: Cytogenetics of the genus *Nicotiana*. Sofia S. I.—XXVIII, 1—1072, 1941 bis 1943. — SEARS, D. E. R.: Cytogenetic studies with polyploid species of wheat I. Chromosomal aberrations in the progeny of a haploid of *Triticum vulgare*. J. Genet. 24, 509—523 (1939).

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Versuchs- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Wien.)

## Zur Züchtung mehrkolbiger Maissorten und der Einfluß des Temperaturfaktors auf die Reife der Einzelpflanze.

Von **Martin Krickl**.

Für alle Zwecke der landwirtschaftlichen Tierhaltung ist der Mais eine der wichtigsten Futterpflanzen. Soll die Landwirtschaft den großen Anforderungen, die in der Zukunft gerade an die Viehhaltung gestellt werden, entsprechen können, so muß unsere Kraftfuttererzeugung gewaltig erhöht werden. Unter dieser nimmt der Körnermais wohl eine äußerst wichtige Stelle ein. Durch die Sortenbereinigung sind die ertragreichsten Sorten für die einzelnen Klimagebiete aufzufinden, die mit Hilfe der notwendigen Kulturmaßnahmen Höchsterträge sichern. Düngung und Kulturmaßnahmen werden aber immer nur die je nach Lage und Standort sortenbedingten Höchsterträge ergeben. Neben diesen und darüber hinaus kann nur durch Züchtung ein höherer Ertrag erreicht werden.

Die Beobachtung bei *Züchtungsversuchen* und an *einigen Land- und Zuchtsorten* ergeben die Möglichkeit, Sorten mit 2 bis 3 gut ausgebildeten Kolben je Pflanze, unabhängig von Kultur- und Düngungsmaßnahmen zu erzeugen und damit höhere Erträge zu erzielen. Die Maispflanzen entwickeln im allgemeinen je nach Sorte und Umwelt (ausgesprochene Maisländer) 1—8 Kolben je Pflanze. Es ist selbstverständlich, daß

eine Erhöhung der Kolbenzahl je Pflanze die Erträge günstig beeinflussen wird (MADER und DOTZLER 1); erhöht wird aber auch der Arbeitsaufwand bei der Ernte. Diese Mehrarbeit dürfte nur dann zu Recht bestehen, wenn der 2. und 3. Kolben entsprechend gut ausgebildet ist. Dies ist aber bei den Sorten, welche in unseren Klimagebieten angebaut werden, noch nicht der Fall. Die im pannonischen Klimagebiet angebauten Sorten entwickeln gewöhnlich nur *einen* gut ausgebildeten Kolben je Pflanze<sup>1</sup>. Die Beobachtung ergab aber die Tatsache, daß bei jeder Sorte ein mehr oder weniger großer Teil der Pflanzen neben dem ersten (obersten) oder Hauptkolben, noch einen zweiten und sogar dritten Kolben entwickelt. Der Anteil an solchen Pflanzen ist bei den einzelnen Sorten sehr unterschiedlich. Bei den untersuchten Sorten betrug dieser Anteil 3 bis 40%. Ferner kann aber die Tatsache von Wichtigkeit sein, daß bei den *Züchtungsversuchen* Pflanzen festgestellt wurden, die neben dem Haupttrieb noch 1—2 *Bodentriebe* mit zum Teil ausgereiften Kolben entwickelten.

<sup>1</sup> Je günstiger die klimatischen Verhältnisse in den Anbaugebieten sind, desto mehr Kolben werden je Pflanze entwickelt und ausgebildet.