

# Untersuchungen über die Häufigkeit und Weitergabe aneuploider Typen bei autotetraploider Gerste

D. METTIN und G. A. TSCHAWDAROFF\*

Institut für Pflanzenzüchtung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg in Hohenthurm b. Halle/S.

## Investigations on frequency and transmission of aneuploid types in autotetraploid barley

**Summary.** 1. Incidence, variability and transmission of aneuploidy were investigated. The material used was the 25<sup>th</sup> generation of barley in which FREISLEBEN, in 1938, had induced tetraploidy by Randolph's method.

2. There was only little variability in the frequency of aneuploids over a period of three years. Our relatively old material showed about the same amount of aberration (40–45%) as was found by other workers in younger 4 x-barley generations.

3. No correlation was observed between ear fertility and frequency of aneuploidy in the progeny. The known tendency of increasing aneuploidy with decreasing kernel weight was confirmed by our results (table 5). The interindividual variability of aneuploidy frequency (measured on 54 spike descendants) ranged from 6 to 73% (table 2).

4. Progeny tests on euploid plants derived from spikes with different aneuploidy frequencies showed no specific mode of transmission (table 3), and efforts to select have remained unsuccessful.

5. The high percentage of aneuploid seeds is, in our opinion, responsible for the low productivity of tetraploid barley. The discussion is concerned with problems regarding the reduction of these types by screening out small seeds or by means of cytological selection for low aneuploidy frequency.

### A. Einleitung

Im Vergleich zu den Erfolgen, die in den letzten 20 Jahren bei der züchterischen Bearbeitung des tetraploiden Roggens erreicht werden konnten (MÜNTZING 1951, PLARRE 1954, BANNEICK und WALTHER 1957, WALTHER 1959), sind die entsprechenden Arbeiten bei polyploider Gerste bisher noch nicht so weit fortgeschritten. Zwar liegen über die Merkmalsausprägungen bei di- und tetraploidem Material eine größere Anzahl vergleichender Untersuchungen vor (s. Zusammenstellungen bei GREIS 1940, SMITH 1951 u. a.), der einer praktischen Nutzung im Wege stehende hohe Ertragsabfall tetraploider Gersten von etwa 50% gegenüber den diploiden Sorten konnte bisher jedoch noch nicht überwunden werden. Dabei resultiert die verminderte Ertragsleistung induzierter tetraploider Gersten neben dem geringeren Bestockungsvermögen vor allem aus dem reduzierten Kornansatz je Ähre und wird durch das stark erhöhte Einzelkorngewicht nicht annähernd kompensiert.

Für die Fertilitätsdepression experimentell erzeugter autopolyploider Pflanzen werden ganz allgemein neben physiologischen und genbedingten Ursachen chromosomale Verteilungsstörungen während der Meiose verantwortlich gemacht, in deren Verlauf es zur Entstehung von hypo- oder hyperhaploiden Gameten kommt und aus deren Vereinigung dann mehr oder weniger viele aneuploide Zygoten hervorgehen.

\* Ständige Anschrift: Institut f. Weizen- und Sonnenblumenzüchtung der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften, General Toschewo, Bez. Tolbuchin.

Diese aneuploiden Typen sind nach früheren Untersuchungen (ROSENDAHL 1944, REINBERGS und SHEBESKI 1961) bei der Gerste, falls sie nicht abortiert werden, hinsichtlich Morphologie und Fertilität teilweise sehr stark gestört. Ihre Häufigkeit in einer Population beträgt nach den bisherigen Befunden unabhängig vom Ausgangsmaterial etwa 40–50% (MÜNTZING 1948, REINBERGS und SHEBESKI 1961, ROMMEL 1961). Es muß daher angenommen werden, daß die hohe Ertragsdepression bei tetraploider Gerste auch zu einem nicht unerheblichen Teil durch die leistungsschwächeren aneuploiden Pflanzen hervorgerufen wird.

Da alle bisherigen Untersuchungen über die Aneuploiden-Frequenz bei der Tetragerste an relativ jungen Generationsstufen, etwa C<sub>3</sub>–C<sub>9</sub>, durchgeführt worden sind, im hiesigen Institut aber ein bereits langjährig bearbeitetes Material (s. u.) zur Verfügung stand, erschien es uns wichtig zu untersuchen, ob durch die ständige Selektion auf hohe Fertilität die Aneuploidenfrequenz beeinflusst worden ist, welche Variabilität hinsichtlich des Aneuploiden-Anteiles zwischen Familien und Einzelpflanzen besteht und inwieweit derartige Unterschiede auf die Nachkommenschaften übertragen werden.

### B. Material und Methodik

Als Untersuchungsmaterial dienten 4x-Gersten, die seit etwa 25 Jahren in Halle-Hohenthurm züchterisch bearbeitet werden. Die Polyploiden waren im Jahre 1938 von FREISLEBEN mittels der Randolphschen Hitzeschockmethode (Behandlung: Erste Teilungsstadien von Bastardzygoten für 30 Min. bei 44–47 °C) induziert worden. Die Behandlung erfolgte auf den Mutterpflanzen an F<sub>1</sub>-Zygoten aus den Kreuzungen „Bethge XIII × Mahndorfer Victoria Wintergerste“ und „Heines 4zeilige × Weihenstephaner Mehлтаuresistente I“ (FREISLEBEN 1942, ROSENDAHL 1944). Abgesehen vom Zeilignischarakter sind die tetraploiden Gersten morphologisch weitgehend ausgeglichen. Während die zwei-zeilige Tetragerste jetzt eine durchschnittliche Fertilität von 75–80% aufweist, liegt die der mehrzeiligen etwa bei 70–75%.

Zur Ermittlung der somatischen Chromosomenzahlen wurden die Karyopsen auf feuchtem Filtrierpapier bei 23 °C im Thermostaten angekeimt und die Wurzelspitzen nach 5stündiger Vorbehandlung mit 8-Oxychinolin (0,002 mol) über Orcein-Essigsäure zu Quetschpräparaten verarbeitet (TJIO und LEVAN 1950). Alle Chromosomenzahlbestimmungen basieren auf der Auswertung von mindestens drei Metaphaseplatten je Pflanze.

Bei den cytologischen Untersuchungen hat uns Frl. M. VOLKMER wesentlich unterstützt, wofür wir ihr besonders danken möchten.

**C. Ergebnisse**

**1. Die Aneuploidenfrequenz in verschiedenen Jahren**

Bei den meist nur einjährigen Untersuchungen früherer Autoren war eine numerische Aberrationshäufigkeit von etwa 40–50% beobachtet worden. Da diese Ergebnisse fast ausschließlich an relativ jungem Material mit für rohpolyploide Gersten typischer geringer Fertilität gewonnen worden waren, analysierten wir zunächst das Ausmaß der Aneuploidenfrequenz und deren jährliche Variabilität bei unseren relativ gut fertilen älteren Tetragersten. Damit war gleichzeitig die Annahme zu prüfen, ob mit steigender Generationsfolge die Aneuploidienhäufigkeit abgenommen hat. Wie jedoch die dreijährigen Untersuchungen an unserer polyploiden Gerste zeigen, ist die Aberrationshäufigkeit die gleiche, die schon von anderen Autoren an anderem Material festgestellt wurde. Darüber hinaus scheint die Aneuploidenfrequenz in den einzelnen Jahren eine relativ konstante Größe darzustellen (Tab. 1).

Tabelle 1. Aneuploidenfrequenz bei 4x-Gerste in den Jahren 1962–1964.

Jahr	n	Häufigkeit der Chromosomenzahlen						Aneuploide in %
		26	27	28	29	30	31	
1962	270	—	78	152	35	5	—	43,6
1963	824	3	103	495	174	42	6	39,8
1964*	250	2	31	141	53	19	4	43,6
Ø in %		0,4	15,8	58,7	19,5	4,9	0,7	41,3

\* Im Jahre 1964 wurden nur die Nachkommen 28chromosomiger Ausgangspflanzen untersucht.

Die mittleren Werte der verschiedenen Jahre variieren somit nur geringfügig um eine durchschnittliche Frequenz von etwa 41%. Bemerkenswert ist der Befund, daß die Aneuploiden-Frequenzen in den Saatgutpartien von chromosomal unkontrolliertem Ausgangsmaterial (1962 und 1963) mit denen von numerisch euploiden Mutterpflanzen praktisch gleich sind. Somit wird ein gleichlautendes Ergebnis aus den Untersuchungen von ROMMEL (1961) bestätigt. Auch für die hier analysierte Tetragerste trifft mit Ausnahme der Befunde von 1962 die schon früher beobachtete Tatsache zu, daß die Summe aller hyperploiden Typen größer ist als die der hypoploiden.

**2. Die interindividuelle Variabilität hinsichtlich der Aneuploidenfrequenz**

Da alle bisher durchgeführten Untersuchungen über die Häufigkeit aberranter Typen lediglich die Erfassung durchschnittlicher Werte für bestimmte C-Generationen oder Kreuzungskombinationen zum Ziel hatten, hielten wir es für notwendig, die hinsichtlich dieses Merkmals auftretenden Unterschiede zwischen den Nachkommenschaften einzelner Pflanzen zu untersuchen.

Als Versuchsmaterial dienten uns die Hauptähren von 54 Pflanzen aus neun verwandten Linien, die entsprechend den Züchtungsaufgaben wegen ihrer vergleichsweise hohen Fertilität (s. Tab. 2) selektiert worden waren. Wir ermittelten, soweit als möglich, nach Ankeimung von allen Karyopsen der 54 Ähren die somatischen Chromosomenzahlen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Insertions-

stellen der Karyopsen an der Ähre. Es konnte somit ein durchschnittlich 15 Werte umfassendes Chromosomenzahlspektrum jeder Ährenachkommenschaft analysiert werden.

Die gefundenen Aneuploidenfrequenzen für die Einzelähren und Linien sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Während die Häufigkeit aneuploider Typen zwischen den Linien von 29 bis 49% variiert, ist die Streubreite für die Einzelährenwerte sehr viel größer. Neben einzelnen Ähren mit der Frequenz 6 bzw. 7% (5151/4 bzw. 5220/1) fanden wir andere mit einer solchen um 70% (73% bei 5151/1). Ähren, die ausnahmslos eu- oder aneuploide Karyopsen enthielten, konnten wir nicht beobachten, obwohl die Verteilung der Einzelfrequenzen aus allen Ähren annähernd einer Normalverteilung folgt (s. Abb. 1). Das Fehlen derartiger Typen kann somit möglicherweise in dem relativ geringen Materialumfang begründet sein.

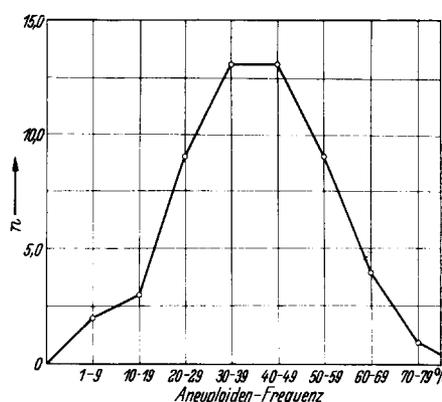


Abb. 1. Die Verteilung der numerischen Aberrationshäufigkeiten bei 54 Einzelähren.

Durch die Notierung der Insertionsstellen jeder Karyopse ergab sich weiterhin, daß auch die Verteilung von eu- und aneuploiden Karyopsen innerhalb der Ähre rein zufällig erfolgt. So entfielen im Mittel der von uns analysierten Ähren auf das

- obere Ährendrittel = 35,8% aneuploide Karyopsen,
- mittlere Ährendrittel = 39,5% aneuploide Karyopsen
- und auf das
- untere Ährendrittel = 43,3% aneuploide Karyopsen.

Es besteht zwar eine abfallende Tendenz in den Aneuploidenfrequenzen von der Ährenbasis zur -spitze, jedoch weisen die diesen Zahlen zugrunde liegenden Einzelwerte eine so starke Streuung auf, daß signifikante Unterschiede nicht nachzuweisen sind (z. B. Differenz oberes zu unteres Ährendrittel:  $P > 0,05$ ).

**3. Die Übertragung der Aberrationshäufigkeit**

Die im Hinblick auf die Aneuploidenfrequenz gefundenen beträchtlichen Unterschiede zwischen den Hauptähren der aus den Populationen entnommenen Einzelpflanzen veranlaßten uns zur Prüfung der Frage, ob diese Differenzen möglicherweise genetisch bedingt sind und somit eine Selektion auf dieses Merkmal aussichtsreich erscheint (s. auch Diskussion). Wir wählten dazu aus den beiden Linien 5152/63 und 5220/63 (vgl. Tab. 2) je drei Einzelähren mit geringer, mittlerer und hoher Aneuploidenfrequenz aus. Es wurden nur die 28chromosomigen Karyopsen im Freiland weiter kultiviert und die Häufigkeit der

Tabelle 2. Die Häufigkeit der verschiedenen Chromosomenzahl-Typen bei 54 Einzelähren aus 9 verschiedenen 4x-Linien (2zeilig).

Linie	Nr. der Ähre	Ährenfertilität <sup>1</sup> in %	Häufigkeit der Chromosomenzahlen						Aneuploide/Ähre in %
			26	27	28	29	30	31	
5151/63	1	79	—	4	3	3	1	—	73
	2	73	—	1	8	3	2	1	47
	3	75	—	2	4	3	—	—	56
	4	77	—	—	15	1	—	—	6
	5	86	—	1	8	4	—	—	38
	6	80	—	2	8	5	2	—	53
	7	76	—	1	5	6	—	—	58
5220/63	∅	78	—	12%	55%	27%	5%	1%	45
	1	79	—	1	13	—	—	—	7
	2	83	—	3	5	1	—	—	44
	3	72	—	2	8	3	—	—	38
	4	85	1	—	10	2	—	—	23
	5	92	—	2	9	5	—	1	47
	6	82	—	1	9	3	1	—	36
7	84	—	3	6	5	1	—	60	
5149/63	∅	82	1%	13%	63%	20%	2%	1%	37
	1	86	—	—	5	9	2	—	69
	2	77	—	1	12	2	1	—	25
	3	84	—	1	11	6	2	1	48
	4	84	—	2	7	9	1	—	63
	5	70	—	2	8	1	1	—	33
	6	64	—	2	5	2	1	1	55
7	77	1	—	9	5	2	—	47	
5222/63	∅ <sup>2</sup>	77	1%	8%	51%	30%	9%	2%	49
	1	80	—	4	8	4	2	—	56
	2	78	—	2	11	5	—	—	39
	3	83	—	6	7	2	2	—	59
	4	85	—	3	10	4	—	—	41
	5	86	—	2	10	4	1	—	41
	6	64	—	2	11	1	—	—	27
7	77	—	3	7	2	—	—	42	
5174/63	∅	79	—	10%	57%	20%	4%	—	43
	1	96	—	2	10	5	—	—	41
	2	70	—	1	11	—	1	—	15
	3	76	—	3	7	4	2	—	56
	4	71	—	4	6	1	1	—	50
	5	95	—	2	14	3	1	—	30
	6	88	—	2	12	2	3	—	35
7	92	—	6	9	2	—	—	41	
5171/63	∅	84	—	18%	60%	15%	7%	—	40
	1	87	—	—	13	5	—	—	28
	2	81	—	2	10	2	2	—	38
	3	76	—	1	10	3	1	—	33
	4	83	—	2	9	3	1	—	40
	5	73	—	1	9	5	—	—	40
	6	81	—	1	10	4	—	—	33
7	95	—	2	11	4	—	1	39	
5150/63	∅	82	—	8%	64%	23%	4%	1%	36
	1	91	1	1	14	—	—	—	12
	2	75	—	2	10	3	2	—	41
	3	73	—	4	12	1	—	—	29
	4	71	—	2	11	2	—	—	27
	5	78	—	1	5	8	2	—	60
6	73	—	1	10	—	1	—	18	
5182/63	∅	77	1%	12%	67%	15%	5%	—	33
	1	71	—	2	7	2	—	—	36
	2	86	—	—	11	2	1	—	21
	3	77	—	2	10	2	—	—	29
4	95	—	3	11	2	—	—	31	
5221/63	∅	82	—	13%	71%	14%	2%	—	29
	1	76	—	1	6	5	2	—	57
2	81	—	2	10	1	—	—	23	
∅	78	—	11%	59%	22%	8%	—	41	

<sup>1</sup> berechnet nach Kornzahl je Ähre in Prozent der Spindelstufenzahl.

numerischen Aberrationen in den Ähren dieser Pflanzen ermittelt. Durch die Trockenheit des Jahres 1964 bedingt, war die Fertilität und Kornausbildung der Tetragersten allgemein relativ schlecht, so daß bei einer Reihe von Pflanzen nicht genügend Untersuchungsmaterial zur Verfügung stand (s. Tab. 3). Trotz dieses Mangels halten wir unsere Befunde über die Aneuploidenfrequenzen in den Nachkommenschaften für genügend aussagekräftig. Wie aus den Daten in Tab. 3 hervorgeht, sind die Frequenzunterschiede sehr wahrscheinlich nicht genetisch determiniert, denn die Nachkommenschaften von Ausgangspflanzen mit unterschiedlich hoher Aberrationshäufigkeit zeigen annähernd wieder die gleiche Variationsbreite wie die Elternpflanzen. Das wird besonders deutlich in den Nachkommenschaften von Pflanzen, die aus Ausgangsähren mit geringer Aneuploidenfrequenz (6 bzw. 7%) stammen und bei denen naturgemäß auch die meisten Nachkommenschaften untersucht werden konnten. In beiden Fällen ergibt sich im Mittel aller Nachkommenschaftsähren eine numerische Aberrationshäufigkeit von 51 bzw. 44%. Bei den beiden übrigen Frequenzgruppen sind diese Tendenzen trotz geringeren Materialumfanges ebenfalls klar zu erkennen. Es fällt auf, daß die aus der Linie 5220/63 erhaltenen Werte im allgemeinen kleiner sind als die aus der Linie 5151/63 gewonnenen. Eine ähnliche Differenz ergibt sich auch aus den Linienmitteln des Jahres 1963 (vgl. Tab. 2). Hier müßten umfangreichere Untersuchungen erweisen, ob es sich um echte Frequenzunterschiede handelt oder nicht.

**4. Über einige Beziehungen zwischen Korngewicht, Fertilität und somatischer Chromosomenzahl**

Analog zu ähnlichen Versuchen von WALTHER (1959) bei tetraploidem Roggen haben wir versucht, die Beziehungen zwischen Einzelkorngewicht und somatischer Chromosomenzahl zu analysieren. In einem orientierenden Versuch wurde zunächst die

Tabelle 3. Die Aneuploiden-Frequenz in den Nachkommenschaften 28chromosomiger Pflanzen, die aus Ähren mit unterschiedlicher Aberrationshäufigkeit stammen.

Fam.-Nr. 1963	1963 Aneuploiden-Frequenz in der Ausgangs-Ähre	Nr. der Nach- kommenschaft	n	1964 Häufigkeit der Chromosomenzahlen						Aneuploiden-Frequenz		
				26	27	28	29	30	31	je Pflanze	je Nachkommen- schaft	
5151	gering (6%) 5151-4	75	7	—	1	4	1	—	1	43%	51%	
		84	24	—	2	15	3	4	—	38%		
		89	16	1	1	6	6	2	—	62%		
97		6	—	—	1	3	1	1	83%			
5151-5	mittel (38%)	108	7	—	—	4	3	—	—	43%	40%	
		116	8	—	—	5	1	2	—	38%		
5151-1	hoch (73%)	7	8	—	1	3	1	3	—	62%	54%	
		21	5	—	2	3	—	—	—	40%		
5220	gering (7%) 5220-1	169	8	—	2	5	—	1	—	38%	44%	
		174	7	—	—	4	1	1	1	43%		
		175	14	—	3	7	3	1	—	50%		
		177	19	—	1	10	8	—	—	47%		
		179	14	—	2	8	3	1	—	43%		
		181	38	—	6	22	9	—	1	42%		
	5220-6	mittel (36%)	280	18	—	2	10	5	1	—	44%	34%
			281	14	—	—	11	3	—	—	21%	
			293	18	—	3	12	2	1	—	33%	
	5220-7	hoch (60%)	300	13	1	4	6	1	1	—	54%	42%
301			6	—	1	5	—	—	—	17%		

Aneuploidenfrequenz in je einer klein- und großkörnigen Saatgutfraktion sowohl bei zwei- als auch bei mehrzeiliger Tetraergerste ermittelt. Die TKM der kleinkörnigen Fraktion lag bei 53 g (zweizeilig) bzw. 43 g (mehrzeilig) und die der großkörnigen bei 83 g bzw. 64 g. Die erhaltenen Resultate sind aus Tab. 4 ersichtlich.

Tabelle 4. Häufigkeit der Chromosomenzahl-Typen in Abhängigkeit von der Korngröße.

Zeiligkeit	Fraktion	Häufigkeit der Chromosomen- zahlen							Aneuploide in %
		26	27	28	29	30	31	32	
zweizeilig	klein	—	39	65	19	3	—	—	48,4
	groß	—	39	87	16	2	—	—	39,6
mehrzeilig	klein	—	24	53	28	7	1	1	53,3
	groß	—	35	84	21	2	—	—	40,8

Unter Nichtberücksichtigung des Zeiligkeitscharakters ergibt sich zwischen den beiden Größenfraktionen ein deutlicher Unterschied im Hinblick auf die Aberrationsfrequenz (Differenz zwischen groß- und kleinkörniger Fraktion beider Typen nach dem  $\chi^2$ -Test mit  $P < 1\%$  signifikant), der jedoch in unserem Material bei weitem nicht so groß ist, wie er von HELGASON und ROMMEL (1963) mitgeteilt worden ist (s. Diskussion).

Um einen eindeutigeren Überblick über die Beziehungen zwischen Korngewicht und Chromosomenzahl zu erhalten, bestimmten wir von 735 Karyopsen des Erntegutes von 1963 beide Merkmale. Die Daten sind in Tab. 5 zusammengefaßt worden.

Es ergibt sich eine eindeutige Rangordnung in dem Sinne, daß mit zunehmender Hypo- bzw. Hyperploidie das durchschnittliche Einzelkorngewicht sinkt. Mit Ausnahme der 26chromosomigen hypoploiden Karyopsen sind die Differenzen gegenüber den numerischen Euploiden nicht sehr groß, aber trotz-

dem signifikant. Da die mittleren Korngewichte der beiden häufigsten Aneuploiden-Typen (29- und 27chromosomige Karyopsen) denen der Euploiden sehr nahe kommen, muß es bei den großen Variationsbreiten als sehr fraglich angesehen werden, ob es durch starke Abreinigung besonders der kleinkörnigen Typen möglich sein wird, die Aneuploidenfrequenz in der Saatware wesentlich zu senken.

Bei einer Klassifizierung der für die verschiedenen Chromosomenzahlen gefundenen Einzelkorngewichte in die einzelnen Gewichtsfraktionen ergibt sich weiterhin, daß auf die beiden kleinsten Gewichtsfraktionen (0—14 mg und 15—29 mg) von den 26chromosomigen Karyopsen zusammen 33,3%, von den 27chromosomigen 2,1%, von den 29chromosomigen 3,8% und von den beiden übrigen Typen jeweils 0% entfallen. Daraus geht hervor, daß die bei tetraploider Gerste immer wieder zu findenden „Schmacktkörner“ in den meisten Fällen aneuploider Natur sind, daß sie aber auch 28 Chromosomen besitzen können. Es ist somit durchaus möglich, daß sich unter den abortierten Zygoten in einer Ähre (ausgedrückt als Schartigkeit) auch numerisch euploide befinden.

Es muß jedoch auch in Betracht gezogen werden, daß bis jetzt noch keine exakten Untersuchungen darüber vorliegen, inwieweit die rein zahlenmäßig euploiden Typen tatsächlich für alle Einzelchromosomen tetrasom

Tabelle 5. Vergleich von somatischer Chromosomenzahl und mittlerem Einzelkorngewicht.

Chromosomenzahl	n	Ø Einzelkorn- gewicht in mg	Variations- breite (mg)	Signifikanz <sup>1</sup> zu 4 x = 28
26	3	33,7	20—48	+++
27	93	58,9	13—81	++
28	437	63,5	14—83	+
29	157	58,8	14—84	+++
30	39	55,6	33—76	+++
31	6	53,8	40—71	+

<sup>1</sup> +, ++, +++; signifikant bei  $P < 0,001$ ,  $< 0,01$  bzw.  $< 0,05$ .

sind. Es ist denkbar, daß sich bestimmte Pentasom-Trisom-Kombinationen u. a. ähnlich verhalten wie numerische Aneuploide.

Aus unseren Untersuchungsbefunden ergibt sich weiterhin, daß zwischen der Häufigkeit abortierter Zygoten in einer Ähre (Schartigkeit, und somit Ausdruck für die Ährenfertilität) und der Aneuploiden-Frequenz in der Nachkommenschaft offensichtlich kein Zusammenhang besteht. Unter Verwendung der in Tabelle 2 angeführten Daten wurde die korrelative Beziehung berechnet. Es ergab sich ein nicht signifikanter Korrelationskoeffizient von  $r = +0,07$ . Somit ist keinerlei Anhaltspunkt dafür vorhanden, daß mit steigender Fertilität die Aneuploiden-Häufigkeit abnimmt oder vice versa. Diese Befunde unterstreichen also die eingangs gemachte Feststellung, daß durch langjährige Selektionsarbeiten auf hohe Fertilität der Anteil aberranter Chromosomentypen bei Gerste nicht verringert werden kann.

#### D. Diskussion

Die bei allen experimentell hergestellten autopolyploiden Kulturpflanzen auftretenden aneuploiden Typen sind neben der Fertilitätsminderung der Euploiden als wesentliche Tatsachen anzusehen, die weiteren züchterischen Fortschritten im Wege stehen. Das trifft in besonders starkem Maße auch für die Tetragerste zu (REINBERG und SHEBESKI 1959, SMITH 1960). Zwar gelingt es gewöhnlich nach mehrmaliger Selektion, die mehr oder weniger stark verringerte Fertilität der Rohpolyploiden soweit wieder aufzuheben, daß das züchterisch bearbeitete Material eine Ährenfertilität zwischen 75–85% aufweist, jedoch kann die diesen Durchschnittswerten zugrunde liegende Einzelpflanzenvariabilität recht beträchtlich sein. Sicherlich müssen hierfür gewisse Stabilisierungsvorgänge in den Genom-Plasma-Relationen bzw. im Meioseablauf angenommen werden. Sehr wahrscheinlich unabhängig davon entwickeln sich in den Ähren aber eine variable Anzahl aneuploider Karyopsen (s. u.).

Diese chromosomal aberranten Formen sind bei unsortiertem Material des Roggens vergleichsweise niedrig (WALTHER 1959), erreichen bei Gerste mit 40–50% und bei *Beta*-Rüben mit etwa 60% (BUTTERFASS, mündl. Mitteil.) schon größeren Umfang und können bei einzelnen Formen des allerdings allopolyploiden *Triticale* nahezu 100% einer Population ausmachen (KROLOW 1962).

Bei der tetraploiden Gerste weichen die Aneuploiden in morphologischer Hinsicht und auch in ihrem Fertilitätsverhalten meist deutlich von den Euploiden ab. Sehr charakteristisch ist dabei das von allen Autoren beobachtete Auftreten von „dwarfs“, Zwergformen mit steifen, steil aufwärts gerichteten Blättern, die nur in wenigen Fällen Halme bilden und auch dann meist steril sind. Nach den Untersuchungen von REINBERG und SHEBESKI (1961) wiesen 80–100% aller aneuploiden Pflanzen mit 26, 27, 30 und 31 Chromosomen diesen Phänotypus auf. Lediglich bei den 29chromosomigen Pflanzen war ihr Anteil geringer. Ähnliche Ergebnisse waren schon früher von ROSENDAHL (1944) für jüngere Generationsstufen des von uns bearbeiteten Materials mitgeteilt worden. Wir konnten dagegen derartige „dwarfs“ nur in einer Häufigkeit von 5–10% beob-

achten. Dabei wiesen sowohl die Aneuploiden als auch eine Anzahl von numerisch Euploiden diesen Phänotypus auf. Möglicherweise handelt es sich bei den letztgenannten Pflanzen um solche, die nicht für alle Einzelchromosomen tetrasom sind. Trotz der relativ geringen Anzahl von Zwergformen bei unserer Tetragerste waren 100% der 26-, 38% der 27-, 57% der 29- und 60% der 30chromosomigen Typen steril oder hatten überhaupt keine Ähren geschoben.

Wie die vorliegenden Untersuchungen ergeben haben, konnte durch langjährige Selektionsarbeiten die Aneuploidenfrequenz in den Populationen nicht reduziert werden. Das ist verständlich, nachdem jetzt sehr wahrscheinlich ist, daß zwischen Ährenfertilität und Aberrationshäufigkeit in der Nachkommenschaft keine Beziehungen bestehen. Eine enge Korrelation besteht dagegen zwischen der Chromosomenzahl und dem Einzelkorngewicht.

HELGASON und ROMMEL (1963) konnten nach Saatgutfraktionierung eindeutig nachweisen, daß mit sinkender Korngröße der Anteil aneuploider Karyopsen beträchtlich zunimmt, eine Tendenz, die durch unsere Befunde bestätigt wird. Ob es allerdings mit Hilfe einer sorgfältigen Siebfraktionierung des Saatgutes ähnlich wie beim Tetraroggen (WALTHER 1959) gelingt, den Anteil aneuploider Karyopsen wesentlich zu senken, muß bei den geringen Gewichtsunterschieden zwischen 27-, 28- und 29chromosomigen Karyopsen als fraglich angesehen werden. Möglicherweise steht der Forderung nach sehr großkörniger Saatware deren zu geringer Anteil gegenüber. Jede Herabsetzung der Größenbegrenzung würde aber eine Zunahme der Aneuploiden mit all ihren Nachteilen für den Flächenertrag bedeuten. Die Ergebnisse von HELGASON und ROMMEL (1963) weisen allerdings darauf hin, daß eine Auslese auf hohe TKM erfolgreich sein kann, wobei zwischen diesem Merkmal und der geringen Aneuploidenfrequenz eine genetische Koppelung denkbar wäre.

Unter Berücksichtigung der eingangs erwähnten Meioseanomalien bei experimentellen Autopolyploiden könnte ein weiterer Weg zur Reduzierung der Aneuploiden in der Suche nach Pflanzen mit einer vollständigen Bivalentbildung bestehen. Diese Möglichkeit wurde für die tetraploide Gerste bereits von FREISLEBEN (1942) erwogen. PLARRE (1954) und besonders WALTHER (1959) haben beim tetraploiden Roggen nach derartigen Gesichtspunkten selektiert und auch Fertilitätssteigerungen feststellen können. Die für den allogamen Roggen notwendige Methodik der einzelährenweisen Meioseuntersuchung auf Bi- und Multivalentfrequenz noch vor der Bestäubung läßt naturgemäß keine großen Serienanalysen zu. Bei der selbstbefruchtenden Gerste müssen sich dagegen die Paarungsverhältnisse während der Meiose in den somatischen Chromosomenzahlen aller Karyopsen einer Ähre (bzw. einer Pflanze) manifestieren, wenn zwischen PMZ und EMZ keine Unterschiede angenommen werden.

Die Meiose der tetraploiden Gerste ist nach früheren Untersuchungen (SMITH 1951, MORRISON und RAJHATHY 1960) durch das Vorhandensein von etwa zwei bis vier Quadrivalenten gekennzeichnet, während nach eigenen Befunden die Konfigurationen 1–2<sub>IV</sub> neben den übrigen Paarungstypen vorherrschen. Neben der umweltbedingten Variabilität der ver-

schiedenen Paarungsverbände sind aber auch genetisch determinierte Unterschiede denkbar, die möglicherweise einer ähnlichen Kontrolle unterliegen, wie sie von RILEY (1960) für *Triticum aestivum* beschrieben worden ist. Aus diesen Erwägungen heraus begannen wir über die Einzelährenselektion auf geringe Aneuploidenfrequenz mit der Suche nach Formen mit möglichst vollständiger Bivalentformation in der Meiose. Diese Auslese hatte bisher keinen Erfolg. Weder in den Nachkommenschaften von Ähren mit geringer noch in denen mit hoher Aneuploidenfrequenz war eine Tendenz zur gleichsinnigen Weitergabe zu erkennen. Das mag darin begründet sein, daß die Breite des Untersuchungsmaterials noch zu gering war oder daß die genetischen Unterschiede sehr stark durch modifikative Einflüsse maskiert werden. Weitere Ährenanalysen größeren Ausmaßes müssen beweisen, ob die Vorstellungen von einer genetischen Bedingtheit der Multivalentbildung und somit der Aneuploidenfrequenz bei der tetraploiden Gerste korrekt sind.

#### Zusammenfassung

1. An einem etwa 25 Jahre lang bearbeiteten, im Jahre 1938 von FREISLEBEN durch Hitzeschock induzierten tetraploiden Gerstenmaterial wurden Untersuchungen über das Ausmaß, die Variabilität und die Weitergabe von aneuploiden Typen durchgeführt.

2. Die Aneuploidenfrequenz variierte in drei Versuchsjahren nur geringfügig und hatte bei unserem relativ alten Zuchtmaterial mit etwa 40–45% das gleiche Ausmaß, welches auch für jüngere Generationen anderer Herkunft festgestellt worden ist.

3. Zwischen der Einzelährenfertilität und der Aneuploidenhäufigkeit in der Nachkommenschaft besteht keine Korrelation. Die interindividuelle Variabilität der Aneuploidenfrequenz (ermittelt an 54 Ährennachkommenschaften) reichte von 6 bis 73%.

4. Nachkommenschaftsprüfungen an 28chromosomigen Pflanzen aus Ausgangsähren mit unterschiedlich hoher Aneuploidenhäufigkeit zeigten bisher keinen spezifischen Übertragungsmodus, so daß die Selektion erfolglos blieb.

5. Die Möglichkeiten zur Verringerung des Anteils der sich negativ auf den Ertrag auswirkenden aneu-

ploiden Pflanzen durch Siebfraktionierung der Saatware oder über eine cytologische Selektion auf geringe Aneuploidenfrequenz werden diskutiert.

#### Literatur

1. BANNEICK, A., und F. WALTHER: Polyploider Roggen. In: G. KÖNNECKE, Forschungsaufgaben und Feldversuche 1953–1955 des Instituts für Acker- und Pflanzenbau der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg S. 172–183 (1957). — 2. FREISLEBEN, R.: Untersuchungen an tetraploiden Kulturgersten. Forschungsdienst Sonderheft 16, 361–364 (1942). — 3. GREIS, H.: Vergleichende physiologische Untersuchungen an diploiden und tetraploiden Gersten. Der Züchter 12, 62–73 (1940). — 4. HELGASON, S. B., and M. ROMMEL: Seed development in relation to aneuploidy in autotetraploid *Hordeum vulgare* L. Canad. J. Genet. Cytol. 5, 189–196 (1963). — 5. KROLOW, K.-D.: Aneuploidie und Fertilität bei amphidiploiden Weizen-Roggen-Bastarden (*Triticale*). I. Aneuploidie und Selektion auf Fertilität bei oktaploiden *Triticale*-Formen. Z. f. Pflanzenz. 48, 177–196 (1962). — 6. MORRISON, J. W., and T. RAJHATHY: Chromosome behaviour in autotetraploid cereals and grasses. Chromosoma (Berlin) 11, 297–309 (1960). — 7. MÜNTZING, A.: Experiences from work with induced polyploidy in cereals. In: Svalöf 1886–1946, p. 324–337 (1948). — 8. MÜNTZING, A.: Cyto-genetic properties and practical value of tetraploid rye. Hereditas 37, 17–84 (1951). — 9. PLARRE, W.: Vergleichende Untersuchungen an diploidem und tetraploidem Roggen (*Secale cereale* L.) unter besonderer Berücksichtigung von Inzuchterscheinungen und Fertilitätsstörungen. Z. f. Pflanzenz. 33, 303–353 (1954). — 10. REINBERG, E., and L. H. SHEBESKI: Fertility of barley autotetraploids. I. Fertility in successive generations of four autotetraploid barley varieties and the effect of selection for fertility in the O.A.C.21 autotetraploid. Canad. J. Pl. Science 39, 98–107 (1959). — 11. REINBERG, E., and L. H. SHEBESKI: Fertility of barley autotetraploids. II. The relationship of aneuploidy, dwarfing and fertility in four autotetraploid barley varieties. Canad. J. Pl. Science 41, 124–133 (1961). — 12. RILEY, R.: The diploidisation of polyploid wheat. Heredity 15, 407–429 (1960). — 13. ROMMEL, M.: Aneuploidy, seed set and sterility in artificially induced autotetraploid *Hordeum vulgare* L. Canad. J. Genet. Cytol. 3, 272–282 (1961). — 14. ROSENDAHL, G.: Cytologische Untersuchungen an tetraploiden Gersten. Kühn-Archiv 60, 238–252 (1944). — 15. SMITH, L.: Cytology and genetics of barley. Bot. Rev. 17, 1–51, 133–202, 285–355 (1951). — 16. SMITH, W. E.: Fertility of autotetraploid varieties and hybrids of barley. Canad. J. Pl. Science 40, 434–442 (1960). — 17. TJIO, J. H., and A. LEVAN: The use of oxychinoline in chromosome analysis. Anal. Estac. Exper. Aula Dei 2, 21–64 (1950). — 18. WALTHER, F.: Fertilitätsuntersuchungen beim Roggen. Z. f. Pflanzenz. 41, 1–32 (1959).

## Kritische Betrachtungen zur Nomenklatur argentinischer Wildkartoffeln

VIII. *Solanum bijugum* und dessen Synonyma, *S. simplicifolium*, *gigantophyllum*, *microdontum*, *metriophyllum*, *mollifrons*, *trimerophyllum*, *variabilis* und *tafiense*

HEINZ BRÜCHER

Universidad Central de Venezuela, Fac. de Ciencias, Laborat. de Genetica, Caracas

#### Critical considerations on nomenclature of Argentinian wild potatoes

**Summary.** The eighth part of a critical commentary on nomenclature of Argentinian wild potatoes, their synonyms and erroneous descriptions deals with the *Solanum simplicifolium* complex. Already in 1953 did the author call attention to genetic transgressions, hybrid populations, and the extraordinary variability in a population of wild potatoes from the Argentinian Northwest provin-

ces originally designated by BITTER as *S. simplicifolium* and warned: "If these biotypes reach the herbarium of a collector not familiar with genetics, this would cause an immediate 'origin of new species' ". This has happened in the meantime. The author proves that 15 invalid synonyms exist for one and the same species. According to the international rules of nomenclature this name must not be used in the future. The subspecies and epithets like "*S. microdontum*" postulated by HAWKES and HJERTING (1960) are invalid in their nomenclature.