

Tabelle 7. Häufigkeit der zu erwartenden Fälle rein weißer Keimblätter und Keimblatthälften in Abhängigkeit von der Zahl der Erbräger je Zelle

$n/2n = 5/10$	10/20	25/50	50/100	75/150	100/200	150/300	250/500	500/1000
a) 22,44	13,64	6,25	3,52	2,33	1,74	1,16	0,69	0,35
b) 24,75	15,24	7,04	3,99	2,64	1,97	1,31	0,79	0,39

a) Prozentwerte, die ganz allgemein bei *Epilobium* auf die Zahl der Initialzellen zu beziehen sind

b) absolute Werte, bezogen auf die 1953/54 aufgezogene Zahl gescheckter Pflanzen

so stehen der Ansicht keine größeren Hindernisse im Wege, daß die Ergrünungsfähigkeit der Plastiden durch das Zusammenwirken der in den Plastiden selbst, der in den übrigen Plasmabestandteilen und der im Zellkern lokalisierten Erbräger zustande kommt. In den untersuchten Fällen liegen die Erbunterschiede in Zellkonstituenten, die selbst kein Chlorophyll bilden können. Eine endgültige Lokalisierung möchte der Verfasser erst vornehmen, wenn die Entwicklungsgeschichte des Sprosses und der Laubblätter soweit geklärt ist, daß die Berechnungen auf diese Organe ausgedehnt werden und mit den dort stattfindenden, auffälligeren Entmischungen verglichen werden können. Auch sollen vorher noch die Zahlen genau bestimmt werden, in denen Proplastiden, Chondriosomen und Sphaerosomen in den verschiedenen Geweben, vor allen Dingen in den Meristemen vorkommen. In den ausführlicheren Veröffentlichungen sollen dann auch die Fehlermöglichkeiten näher diskutiert werden. Der Zweck der vorliegenden, vorläufigen Mitteilung ist, darauf hinzuweisen, daß eine mütterliche Vererbung

von Plastidenmerkmalen keineswegs einer Plastidenvererbung gleichgesetzt werden kann und daß für eine weitere Lokalisation der Erbunterschiede neue Methoden einzusetzen sind. Die beschriebenen, relativ leicht durchzuführenden Modellversuche erlauben, verhältnismäßig rasch zu einer Unterscheidung einer Plastiden-, Chondriosomen-, Mikrosomen- und Zytoplasmavererbung zu kommen, wenn die zytologischen und entwicklungsgeschichtlichen Vorarbeiten bewältigt sind.

### Zusammenfassung

Es werden Modellversuche beschrieben, die, auf der Grundlage der Zahl der Plasmabestandteile je Zelle aufbauend, eine Unterscheidung zwischen einer Plastiden-, Chondriosomen-, Sphaerosomen (Mikrosomen)- und Zytoplasmavererbung erlauben. Es wird gezeigt, daß bei Chlorophyllschecken, bei denen Mischzellen mit verschiedenen Plastidentypen prinzipiell fehlen, keine Plastidenvererbung vorliegen kann, auch wenn eine mütterliche, nichtmendelnde Vererbung erfolgt. In einigen solchen Fällen konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß die Erbunterschiede in den Chondriosomen oder noch wahrscheinlicher in den Sphaerosomen lokalisiert sind.

### Literatur

1. BARTELS, F.: Publikation in Vorbereitung (1955).
2. CORRENS, C. u. F. v. WETTSTEIN: Nicht mendelnde Vererbung. Handb. Vererbungswiss. 2. H., 1-159 (1937).
3. MICHAELIS, P.: Wege und Möglichkeiten zur Analyse des plasmatischen Erbgutes. Biol. Zbl. 73, 353-399 (1954.)
4. MICHAELIS, P.: Über Gesetzmäßigkeiten der Plasmon-Umkombination und über eine Methode zur Trennung einer Plastiden-, Chondriosomen-, resp. Sphaerosomen (Mikrosomen)- und einer Zytoplasmavererbung. Cytologia i. Druck (1955).

Aus dem MAX-PLANCK-Institut für Züchtungsforschung (ERWIN-BAUR-Institut), Institut für Bastfaserforschung, Niedermarsberg/Westf.)

## Chromosomengröße, Zellgröße und Zellenzahl bei einigen diploiden Gigaspflanzen\*

Von F. SCHWANITZ und H. PIRSON<sup>1</sup>

Mit 15 Textabbildungen

In verschiedenen früheren Arbeiten des einen von uns hatte festgestellt werden können, daß eine ganze Reihe von Kulturpflanzen im Vergleich zu den Wildformen gleicher Valenzstufe, von denen sie vermutlich abstammen, Gigascharakter hat (SCHWANITZ 1950, 1951a b, 1952, 1953). Dieser Gigaswuchs erstreckt sich, wie weitere Untersuchungen ergaben, nicht nur auf den Bau der Pflanze sondern, ähnlich wie wir dies von den polyploiden Gigasformen her kennen, auch auf das physiologische Verhalten (SCHWANITZ 1954, 1955a; SCHWANITZ und SCHENK 1954). Hinsichtlich der Atmung, der Geschwindigkeit der Wasseraufnahme bei der Keimung, der Stärke der vegetativen Vermehrung und vor allem hinsichtlich der Sexualität verhielten sich die diploiden Gigaspflanzen im Vergleich zu nahe ver-

wandten Formen gleicher Valenzstufe, die diesen Gigaswuchs nicht besaßen, genau so wie wir dies von Polyploiden im Vergleich zu ihren diploiden Ausgangsformen her kennen.

Ähnlich wie bei polyploiden Pflanzen im Vergleich zu den diploiden Ursprungsformen das Zellvolumen in der Regel erheblich vergrößert ist, zeigten auch eine Reihe diploider Gigaspflanzen eine deutliche Zunahme der Zellgröße gegenüber verwandten Formen ohne Gigaswuchs. Ferner ergab die vergleichende Untersuchung der Größe der Zellkerne bei Gigasformen und nahe verwandten Pflanzen der gleichen Valenzstufe ohne diesen Gigascharakter wiederholt, daß die Gigaspflanzen in einer Reihe von Fällen nicht nur durch größere Zellen sondern auch durch größere Zellkerne charakterisiert waren (SCHWANITZ 1953). Vor allem war hier das gehäufte Auftreten einer Mutation, die die Zellgröße betraf, in der Nachkommenschaft der Kreuzung verschiedener Grünkohlarten

\* Die Arbeit wurde mit Hilfe von ERP-Mitteln durchgeführt.

<sup>1</sup> Herrn Prof. H. KAPPERT zum 65. Geburtstag gewidmet

sehr aufschlußreich. Durch diese Mutation wurde die Zellgröße stark verringert, in einzelnen Fällen konnten sogar zwei Reduktionsstufen nebeneinander an der gleichen Pflanze beobachtet werden. Diese Verringerung der Zellgröße ging aber stets mit einer entsprechenden Abnahme des Volumens der Zellkerne Hand in Hand (SCHWANITZ 1955b). Unter diesen Umständen erschien es angebracht, einmal vergleichend auch die Größe der Chromosomen bei diploiden Gigaspflanzen und verwandten Formen mit normalem Wuchs zu untersuchen. Die Möglichkeit zur Durchführung dieser Arbeiten gab uns die Gewährung von ERP-Mitteln, für die wir auch an dieser Stelle unseren Dank aussprechen möchten.

Wir bezeichnen im folgenden, so wie wir es auch schon in früheren Veröffentlichungen getan haben, als diploide Gigaspflanzen jene Formen, die ihre Gigasmerkmale nicht der Polyploidie verdanken. Mit dem Wort diploide Gigaspflanze soll die Tatsache wiedergegeben werden, daß hier der Gigaswuchs, der sich bei diesen Pflanzen manifestiert, gegenüber verwandtschaftlich nahestehenden Formen, die keinen derartigen Gigascharakter aufzuweisen haben, ohne irgendeine Änderung der Chromosomenzahl auftritt. Wir finden nun derartige Formen mit und ohne Gigascharakter aber auch innerhalb einer polyploiden Artengruppe oder innerhalb einer polyploiden Art. So müssen wir nach der angeführten Definition des Begriffs diploide Gigasform auch *Triticum dicoccum* im Vergleich zu *T. dicoccoides* als diploide Gigasform bezeichnen, und das gleiche ist der Fall, wenn wir die Porreesorte „Elefant“ der Sorte „Französischer Sommerporree“ gegenüberstellen. Nun sind aber sowohl die Weizen der Emmergruppe wie auch *Allium porrum* tetraploide Arten. Der Ausdruck „diploide Gigaspflanzen“ kann in diesem Falle irreführend sein und ist zweifellos auch nicht ganz korrekt. Wenn wir ihn hier gewählt und beibehalten haben, so nur darum, weil wir bisher keinen anderen Ausdruck fanden, der diese Erscheinung kurz und prägnant zu umreißen vermag. Die von TISCHLER eingeführte Bezeichnung „Pseudogigasrasen“ scheint uns ebenfalls wenig glücklich, da diese Formen, wie sich gezeigt hat, sich offenbar weder im Bau noch in den physiologischen Leistungen grundsätzlich von den polyploiden Gigasformen unterscheiden.

Für die Untersuchungen wurde das „Ortholux“ von Leitz verwendet; Optik: Ölimmersion 100×, Okular 10×, 15×, 45×. Die Zeichnungen wurden mit Hilfe des Zeichenapparates von Zeiß-Winkel, Göttingen, angefertigt.

Zur Untersuchung kamen sowohl Mitosen der Wurzelspitzen wie auch meiotische Teilungen. Die Fixierung erfolgte in der Regel in Carnoy 3:1, die Färbung mit Karminessigsäure nach H. ERNST. In einigen Fällen wurde die Färbung mit Orcein-Essigsäure vorgenommen, bzw. es wurde mit Navashin fixiert und mit Gentianaviolett gefärbt.

Das untersuchte Pflanzenmaterial stammte zum größten Teil aus dem Institut für Kulturpflanzenforschung der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin in Gatersleben. Für die freundliche Überlassung des Saatguts möchten wir auch an dieser Stelle herzlich danken.

Wir waren uns von vornherein klar, daß bei einer vergleichenden Untersuchung der Chromosomengröße

nahe verwandter Formen eine Reihe von Fehlerquellen gegeben ist, die nach Möglichkeit auszuschalten waren. So kann die Chromosomengröße sehr stark durch den Ernährungszustand der Pflanze verändert werden; auch die Fixierung kann die Größe der Chromosomen sehr erheblich ändern. Ferner besitzt die Lage der sich teilenden Zelle in der Wurzelspitze einen Einfluß auf die Chromosomengröße, und diese ist bekanntlich besonders bei der Meiosis in den einzelnen Phasen der Teilung sehr verschieden. Alle diese die Chromosomengröße modifizierenden Faktoren wurden sorgfältig berücksichtigt. Es war jedoch trotzdem nicht immer möglich, mit Sicherheit festzustellen, ob die Größe der Chromosomen bei den miteinander verglichenen Formen verschieden war, da verschiedentlich die Chromosomengröße sehr stark variierte.

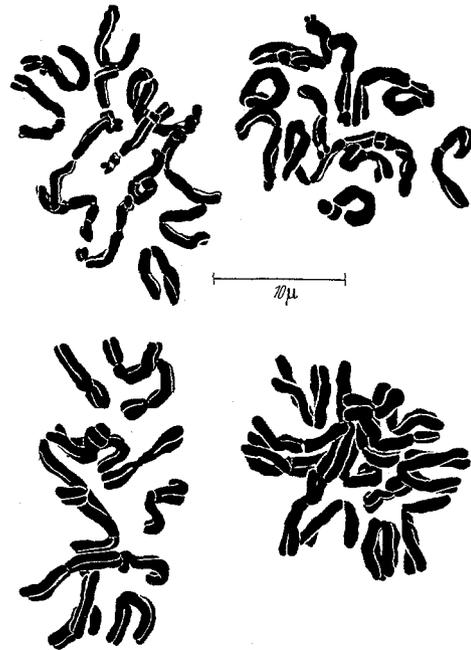


Abb. 1. Mitosen aus der Wurzelspitze von *Hordeum spontaneum* KOCH (obere Reihe) und von *Hordeum vulgare* L. convar. *distichon* ALEF., „Heils Frankengerste“ (untere Reihe). Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Orcein

Von den untersuchten Objekten wurde jeweils eine bestimmte Anzahl von Zeichnungen der Chromosomensätze während gleicher Stadien — in der Regel der Metaphase — der Mitose oder der Meiosis gezeichnet, von denen in den folgenden Abbildungen charakteristische Bilder wiedergegeben werden. Von einem Versuch, die Chromosomengröße durch Messung von Länge und Breite der Chromosomen zu bestimmen, wurde abgesehen, da es uns sehr schwierig schien, die wirkliche Länge der ja nur in seltenen Fällen wirklich in einer Bildebene liegenden Chromosomen exakt zu erfassen.

Die Abb. 1 gibt je zwei Metaphase-Platten aus der Wurzelspitze von *Hordeum spontaneum* KOCH und von *H. vulgare* L. convar. *distichon* ALEF. (Heils Frankengerste) wieder. Abb. 2 zeigt Mitosen aus der Wurzelspitze von *H. agriocrithon* ÅBERG und *H. vulgare* L. var. *hybernum* VIB. (Friedrichswerther Berg). In beiden Fällen besitzen die Kulturformen deutlich größere Chromosomen. Das gleiche ist offenbar auch bei *Triticum dicoccum* (SCHRANK) SCHÜBL. var. *tragi* der Fall, wenn wir die Chromosomen dieser Kulturform mit denen der dazugehörigen Wildart *T. dicoccoides* KÖRN. var. *spontaneovillosum* vergleichen (Abb. 3).

Dagegen waren die Chromosomen des aus der Kreuzung zwischen Heines Silberhafer und Peragis Frühhafer hervorgegangenen Gigashafer offensichtlich keineswegs größer als die der Elternarten (Abb. 4), obgleich der Gigashafer einen sehr ausgeprägten Gigascharakter zeigte der auch im physiologischen Verhalten, vor allem in der Sexualität sehr stark zutage trat (SCHWANITZ 1954c). Auch zwischen *Setaria viridis* (L.) P. B. und *Setaria italica* (L.) P. B. var. *brevisetata* (DÖLL.) HUBB. konnten wir, ungeachtet der außerordentlich starken Größenunterschiede zwischen der Wildart und der vermutlich von ihr abstammenden Kulturform, keinerlei Unterschiede in der Chromosomengröße wahrnehmen (Abb. 5).

Der Sommerlauch ist eine schnell sich entwickelnde Pflanze mit schmalen Blättern und einem verhältnismäßig langen, dünnen Sproß, mit kleinen Zellen und Zellkernen, während der Winterporree breite Blätter, einen gedrungenen dicken Sproß, große Zellen und Zellkerne besitzt und sehr viel mehr Zeit bis zum Abschluß seiner Entwicklung benötigt. Abb. 6 gibt die Chromosomen der beiden Sorten wieder. Ganz

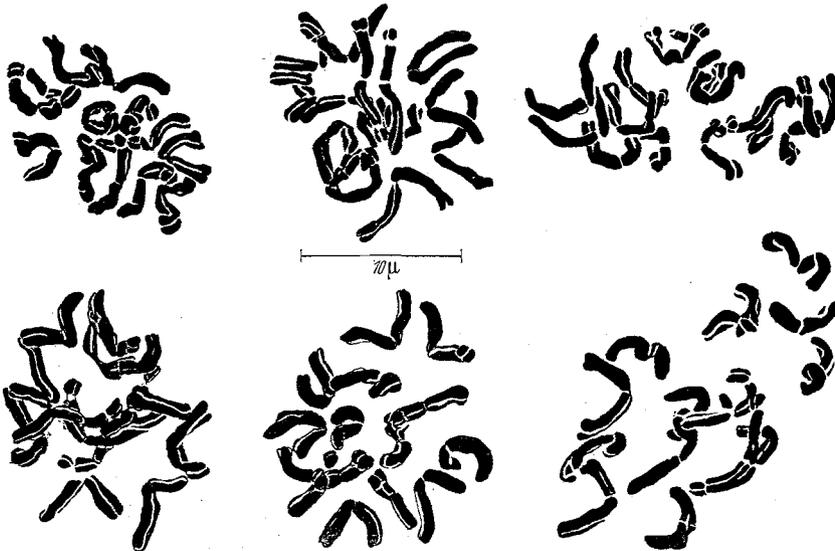


Abb. 2. Mitosen aus Wurzelspitzen von *Hordeum agriocrithon* ÅBERG (obere Reihe) und *H. vulgare* L. var. *hybernum* VIB. (untere Reihe).  
Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Karmin-Essigsäure

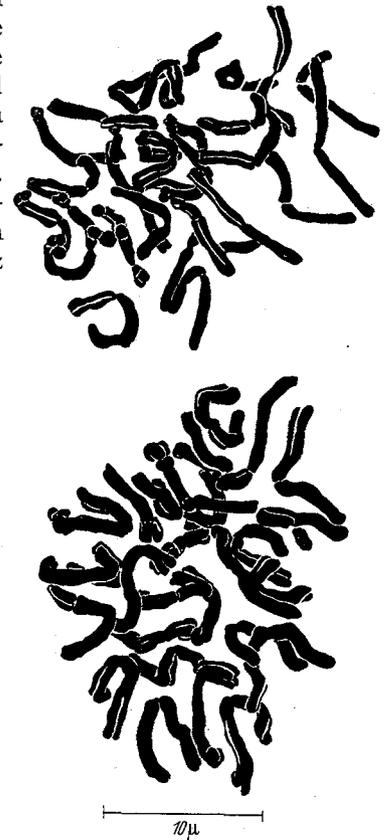


Abb. 3. *Triticum dicoccoides* KÖRN. var. *spontaneovillosum* PERC. (oben). *Triticum dicoccum* (SOHRANK) SCHUBL. var. *tragi* KÖRN. (unten).  
Mitosen der Wurzelspitze. Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Karmin-Essigsäure

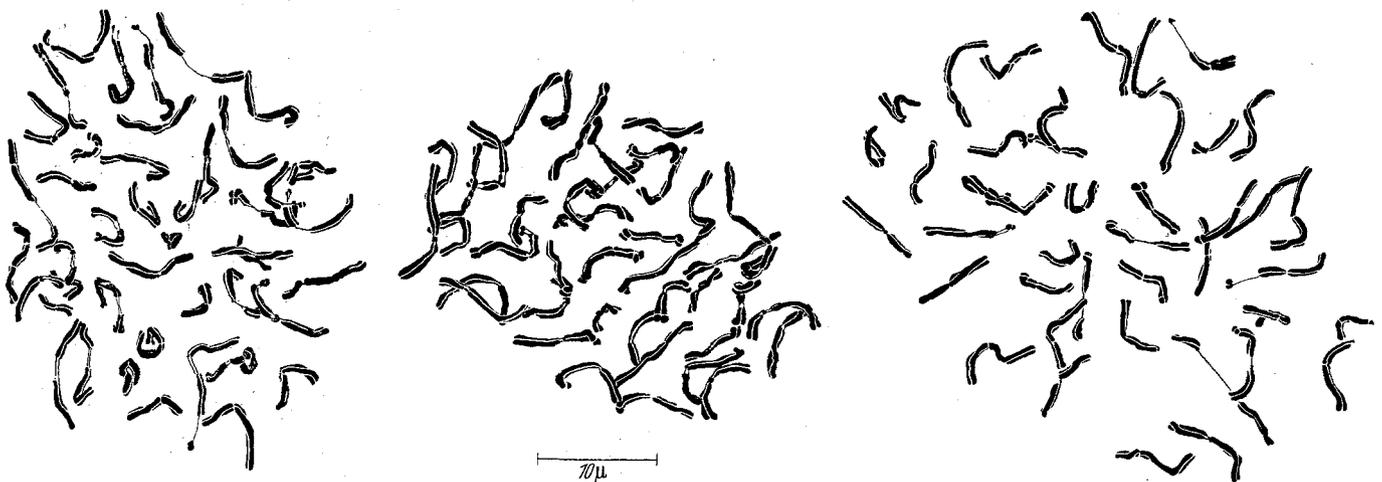


Abb. 4. Mitosen aus der Wurzelspitze von Peragis Frühhafer (links), Heines Silberhafer (Mitte) und Gigashafer (rechts).  
Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Orcein

Gigaswuchs charakterisiert nicht nur den Unterschied zwischen Wildpflanzen und den von ihnen abstammenden Kulturformen, auch innerhalb der Kulturformen selbst finden wir Sorten, bei denen der Gigaswuchs sehr stark ausgeprägt, und andere, bei denen er sehr viel schwächer entwickelt ist. Dies ist z. B. bei *Allium porrum* L. der Fall, wenn wir hier die Sorten „Französischer Sommerlauch“ und die Sorte „Winterporree Elefant“ miteinander vergleichen.

offensichtlich sind hier die Chromosomen der klein- und schnellwüchsigen Frühsorte kleiner als die der Spätsorte mit ganz ausgeprägtem Gigascharakter.

Sehr deutliche Unterschiede zeigten sich auch bei der Untersuchung der Mitosen in den Wurzelspitzen verschiedener Zwiebelsorten. Die kleinwüchsigen, schnell sich entwickelnden Sorten „Weiße Frühlingszwiebel“ und „Weiße Königin“ hatten deutlich kleinere Chromosomen als die wesentlich größere „Zit-

tauer Gelbe“, die ihrerseits in der Chromosomengröße wieder von der sehr großknolligen Sorte „Madeira“ übertroffen wird.

*Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* (L.) THELL. gilt als die Wildart, von der sich die Kulturrübe mit ihren

ganz beträchtlich größere, vor allem wesentlich dickere Chromosomen (Abb. 10). Wenn *Vicia narbonensis* L. auch nicht die Stammform von *Vicia faba* L. ist, so ist sie doch eine diesen Kulturarten recht nahestehende Wild- bzw. Kulturart. Wir haben daher auch diese

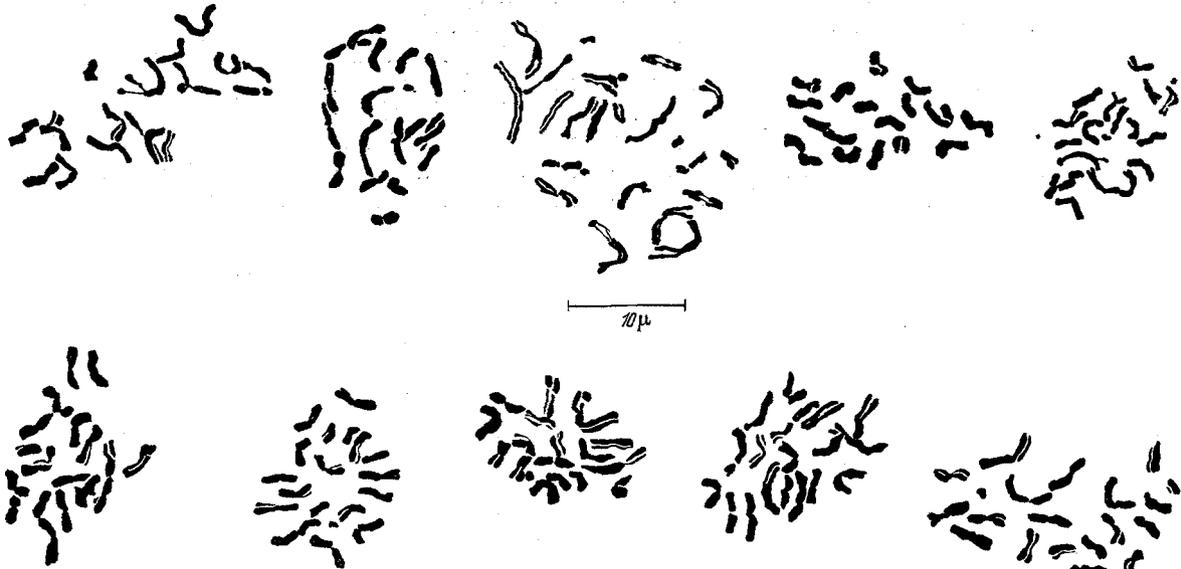


Abb. 5. *Setaria viridis* (L.) P. B. (obere Reihe), *Setaria italica* (L.) P. B. var. *breviseta* (DÖLL.) HUBB. Mitosen der Wurzelspitze. Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Orcein

verschiedenen Varietäten abgeleitet hat. In der Chromosomengröße fand sich zwischen dieser Wildform und einer Mangoldsorte (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* (L.) THELL. var. *cicla* (L.) AELL. „glatter Silber“) kein Unterschied in der Chromosomengröße (Abb. 7).

beiden Arten mit in unsere Untersuchungen einbezogen. Abb. 11 und 12 zeigen die Ergebnisse: sowohl in der Mitose wie auch in der Meiosis sind die Chromosomen von *Vicia faba* L. var. *minor* (PETERM.) BECK sehr viel größer als die von *V. narbonensis* L.



Abb. 6. *Allium porrum* (L.), „Französischer Sommerporree“ (obere Reihe), Porree „Elefant“ (untere Reihe) PMZ. Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Orcein

Bei *Rumex acetosa* unterscheiden sich die im Handel erhältlichen Kulturformen durch ganz ausgesprochenen Gigaswuchs von den Wildherkünften der gleichen Art (Abb. 8). Der Vergleich der Chromosomen einer Wildform und einer Kultursorte zeigt, daß hier die Kulturform wahrscheinlich größere Chromosomen besitzt als die untersuchte Wildform (Abb. 9).

*Vicia sativa* L. unterscheidet sich von ihrer mutmaßlichen wilden Stammform *V. angustifolia* L. durch

Keine sicheren Unterschiede in der Chromosomengröße wurden dagegen beim Vergleich von *Vicia pannonica* CR. var. *purpurascens* SER. und var. *typica* BECK gefunden, obgleich sich die uns zur Verfügung stehenden Formen in Größe und Wuchs deutlich unterschieden. Das gleiche war offenbar der Fall bei zwei verschiedenen Formen von *Lens culinaris* MEDIK., von denen die eine („Alb-linse“) normalwüchsig war, während die andere („Hellerlinse“) einen typischen Gigascharakter zeigte.

Unterschiede in der Chromosomengröße fanden sich auch bei einer vergleichenden Untersuchung von Wildlein (*Linum hispanicum* MILL.), von kleinsamigem Faser- und von großsamigem Öllein (*L. usitatissimum* L. var. *microspermum* und var. *macrospermum*). (Vgl. SCHWANITZ 1954 d, Abb. 13).

Von *Daucus carota* L. wurden die Chromosomen der Wildform mit den Chromosomen der sehr großwüchsigen Kultursorte „Rheinische Riesen“ miteinander verglichen. Bei beiden Formen waren die Schwan-

kungen der Chromosomengröße recht beträchtlich. Es ist daher schwer, mit Sicherheit zu entscheiden, ob ein Größenunterschied zwischen den Chromosomen der beiden Formen besteht, doch scheint beim Ver-



Abb. 7. *Beta maritima* (L.) THELL. (obere Reihe), *Beta vulgaris* (L.) THELL. var. *cicla* (L.) AELL. (untere Reihe). PMZ. Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Orcein

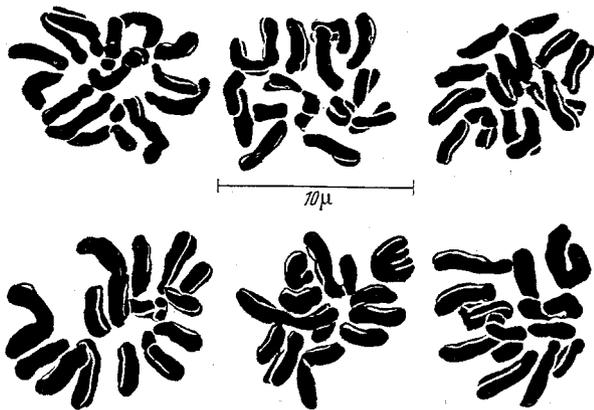


Abb. 9. *Rumex acetosa* L. Herkunft Botanischer Garten Frankfurt a. M. (obere Reihe), Kulturform „Belleville“ (untere Reihe). Mitosen der Vegetationsspitze. Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Karminessigsäure

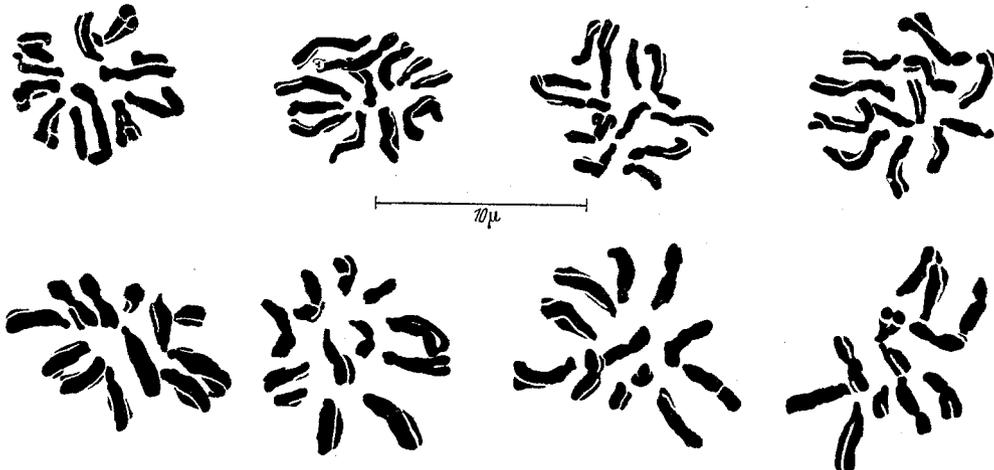


Abb. 10. *Vicia angustifolia* L. (obere Reihe), *Vicia sativa* L. (untere Reihe). Mitosen der Wurzelspitze. Fix.: Navashin, Färbung: Gentianaviolett

gleich einer größeren Zahl von Zeichnungen die Kulturform im Durchschnitt etwas größere Chromosomen zu besitzen (Abb. 13).

Bei *Lycopersicon* finden sich sehr beachtliche Unterschiede in der Größe der Früchte und der Organe, wenn wir die Wildart *Lycopersicon pimpinellifolium* (JUSL.) MILL. mit einer kleinfrüchtigen Primitivform von *L. esculentum* MILL. aus der var. *cerasiforme* ALEF.

Der Züchter, 25. Band

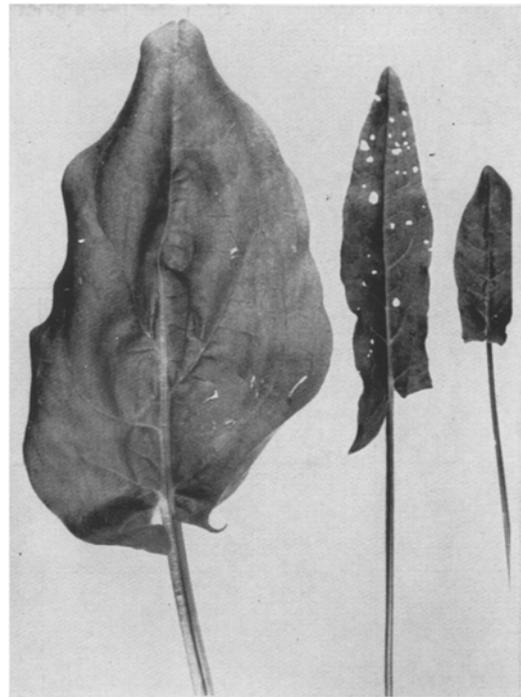


Abb. 8. *Rumex acetosa* L. Von links nach rechts: Blätter einer Kulturform („Belleville“), einer Herkunft aus dem Botanischen Garten Frankfurt a. M., einer Galmesrasse

oder gar mit einer großfrüchtigen Kulturform aus der var. *commune* BAIL. vergleichen. Die zytologische Untersuchung zeigte hier entsprechend der Steigerung des Gigascharakters auch eine Zunahme der Chromosomengröße von *L. pimpinellifolium* über *L. esculentum* var. *cerasiforme* zu *L. esculentum* var. *commune* (Abb. 15 und 16).

Um einen besseren Einblick in das Wesen und die Eigentümlichkeiten des Gigaswuchses bei den einzelnen untersuchten und miteinander verglichenen Arten, Varietäten und Sorten zu erhalten, wurde bei

einander in der Lage an der Pflanze entsprechenden Blättern gleichalter Pflanzen die Blattfläche mit Hilfe der Kartonmethode bestimmt. Es wurde ferner die Zahl der Zellen an einer bestimmten Fläche der Epidermis der Blattunterseite gezählt. Aus beiden Werten konnte dann annäherungsweise die Zahl der Zellen an der Epidermis der Blattunterseite ermittelt werden. Aus den so erhaltenen Zahlen, die in Tabelle 1

Tabelle I

Objekt	Zahl der Messungen	Blattgröße in cm <sup>2</sup>	Blattgröße Relativzahlen (Werte der kleinsten Form = 1 gesetzt)	Zellzahl je Flächeneinheit	Zellzahl je Flächeneinheit Relativzahlen	Zellzahl der gesamten Epidermis der Blattunterseite Relativzahlen	Zellzahl der gesamten Epidermis der Blattunterseite Relativzahlen	Zellgröße Relativzahlen	Pollengröße	Chromosomengröße	
										Wurzelspitze	Pollenmutterzellen
<i>Setaria viridis</i> L.) P. B.	8	23,22	1	75	1	1	1	1			kein Unterschied
" <i>italica</i> (L.) P. B.	8	65,03	2,8	75	1	2,8	4 064 375	1			
<i>Triticum dicoccoides</i> KÖRN. var. <i>spontaneovillosum</i>	5	14,88	1	188	1,13			1			kleiner ?
" <i>dicoccum</i> (SCHRANK) SCHÜBL, var. <i>tragi</i>	5	28,75	1,9	166	1			1,13	kein Unterschied		größer ?
<i>Avena fatua</i> L. subsp. <i>fatua</i> (L.) THELL.	4	26,8	1	73	1			1,01			—
" <i>fatua</i> L. ssp. <i>sativa</i> (L.) THELL.	4	48,6	1,8	74	1			1			—
<i>Allium porrum</i> L. „Französischer Sommerlauch“ Winterporree „Elefant“	3	118,6	1	34	1,6	1,4	1 344 122	1	kein Unterschied		kleiner
"	3	140,0	1,2	21	1	1	979 986	1,6			größer
<i>Beta maritima</i> (L.) THELL.	8	125,28	1	113	0,9	1	7 078 320	1	kein Unterschied		kein Unterschied
" <i>vulgaris</i> (L.) THELL. var. <i>cicla</i> (L.) AELL. Mangold „Glatter Silber“	8	513,55	4,1	119	1	4,3	30 556 225	0,9			
<i>Rumex acetosa</i> L. Galmeiform Botan. Garten Frkf.	5	33,28	1	80	1	1	888 000	1			
" " Kulturform „Belleville“	5	78,61	2,4	60	0,75	1,8	1 572 000	1,8			kleiner ?
" " " " " "	5	209,0	8,7	52	0,65	5,7	5 027 000	5,7			größer ?
<i>Silene inflata</i> Sm. Galmeiform Botan. Garten Frankf.	12	2,6	1	72	1,1	1	62 400	1			
" " " " " "	12	8,3	3,2	65	1	2,8	179 833	1,1			
<i>Vicia narbonensis</i> L.	8	16,44	1	52	1,44	1	427 440	1			klein
" <i>fabia</i> L. var. <i>minor</i> (PETERM. BECK) „Rhein. Riesen“	8	43,98	2,7	36	1	1,9	791 640	1,44			klein
<i>Daucus carota</i> L. Wildform " " " " " "	4	0,86	1	103	1,56	1	44 367	1			
" " " " " "	4	3,41	3,9	66	1	2,5	112 563	1,56			
<i>Ocimum Basilicum</i> L. kleinblättrig großblättrig	4	2,55	1	57	1	1	49 000	1,7			
" " " " " "	4	17,35	6,8	97	1,7	12	559 000	1			
<i>Plantago lanceolata</i> L. Galmeiform Bot. Garten Basel	10	35,72	1	51	1	1	607 000	1	kein Unterschied		
" " " " " "	10	77,36	2,2	40	0,78	1,7	1 031 000	1,7			
<i>Cucurbita pepo</i> L. convar. <i>microcarpina</i> GREB. var. <i>pomiformis</i> ROEM. ALEF. convar. <i>gironmontina</i> GREB.	2	396,71	1	110	1	1	48 486 777	1			
" " " " " "	2	572,39	1,4	111	1	1,45	70 594 766	0,9			
<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> (JUSL.) MILL. esculentum MILL. var. <i>cerasiforme</i> ALEF.	8	8,7	1	76	1	1	220 000	1	kein Unterschied		klein
" " var. <i>commune</i> BAIL. „Gilsa“	8	25,81	3,0	46	0,6	1,75	396 000	1,75			mittel
" " " " " "	8	50,19	5,8	42	0,55	3,19	703 000	3,19			groß

wiedergegeben werden, läßt sich ohne weiteres ablesen, wieweit die Vergrößerung der Organe bei den Gigaspflanzen auf eine Vergrößerung des Zellvolumens und wieweit sie auf eine Zunahme der Zahl der Zellen zurückzuführen ist.

Wir sehen, daß hier das Verhalten der einzelnen Arten offenbar recht verschieden ist. Die beiden *Hor-*

*deum*-Arten unterscheiden sich fast ausschließlich in der Zellgröße, an der Vergrößerung der Organe bei der Kulturform ist die Steigerung der Zellenzahl nur wenig beteiligt. Das andere Extrem sind *Setaria viridis* und *S. italica*. Hier hat die Zellgröße offenbar keine Veränderung erfahren, die Zunahme der Größe der Pflanze und der einzelnen Organe beruht hier nur auf der Vermehrung der Zahl der Zellen. Ganz ähnlich verhalten sich offenbar *Avena fatua* L. ssp. *fatua* und ssp. *sativa*. Bei den anderen Arten spielen

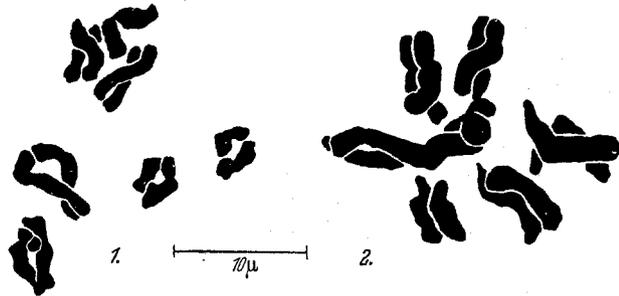


Abb. 11. *Vicia narbonensis* L. (links), *Vicia faba* L. var. *minor* (PETERM.) BECK (rechts). Chromosomen der PMZ.  
Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Orcein

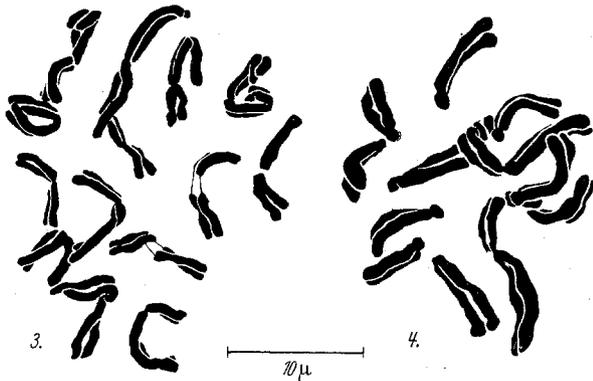


Abb. 12. *Vicia narbonensis* L. (links), *Vicia faba* L. var. *minor* (PETERM.) BECK (rechts). Mitosen der Wurzelspitze.  
Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Orcein

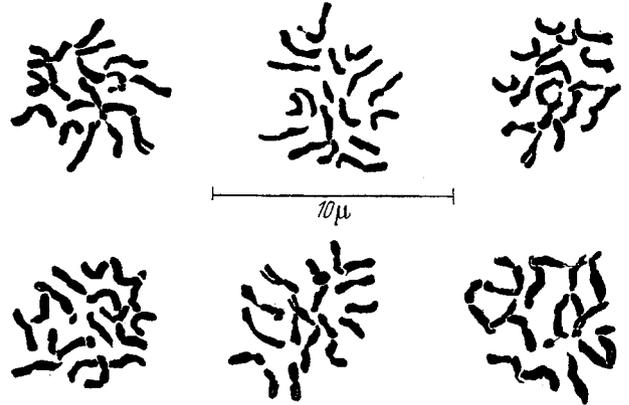


Abb. 13. *Daucus carota* L. Obere Reihe: Wildform, untere Reihe: Kulturform „Rheinische Riesen“, Mitosen aus der Wurzelspitze.  
Fix.: Navashin, Färbung: Gentianaviolett

sowohl die Steigerung der Zellgröße wie auch die der Zahl der Zellen eine Rolle bei der Herausbildung des Gigascharakters.

Dieses Verhalten der diploiden Gigaspflanzen steht ganz offenbar in einem Gegensatz zu dem der polyploiden Gigasformen. Bei diesen ist bekanntlich die Zellgröße in der Regel stark — im allgemeinen mit Verdoppelung des Genoms auf das Doppelte des Volumens — vergrößert, während die Zellzahl nicht ver-

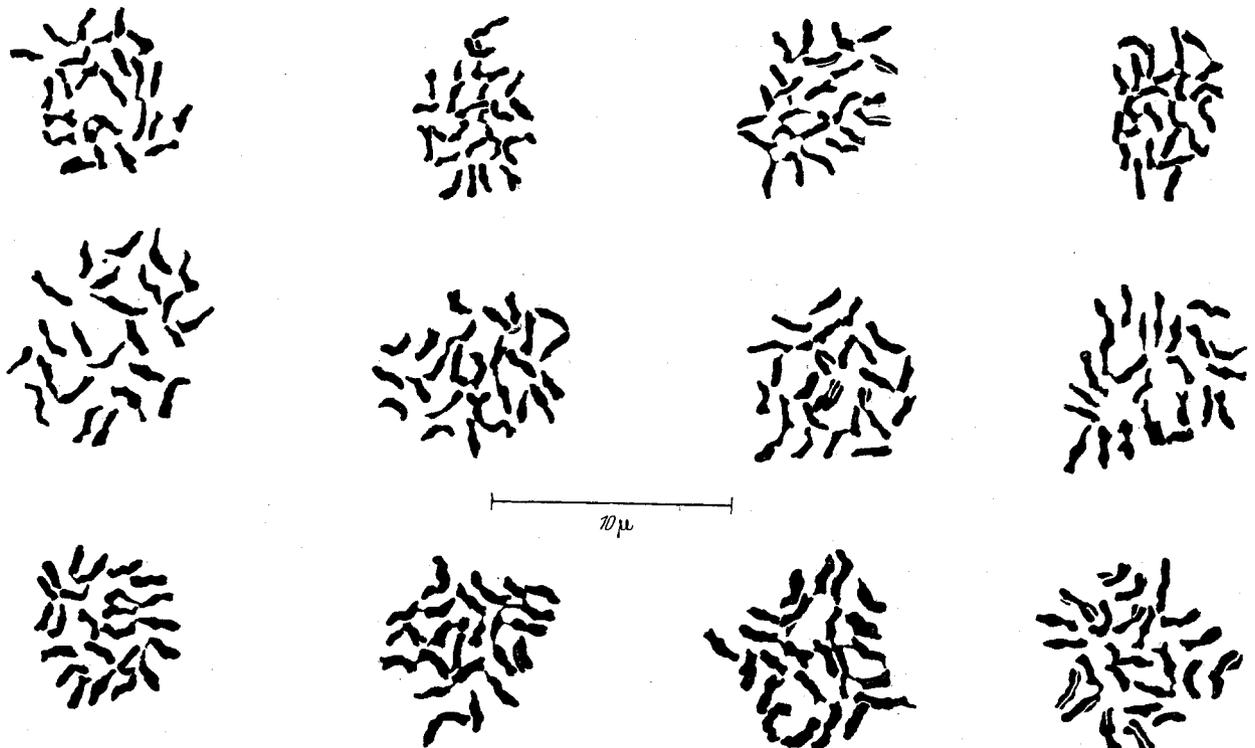


Abb. 14. *Lycopersicon pimpinellifolium* (JUST.) MILL. (obere Reihe), *L. esculentum* MILL. var. *cerasiforme* ALEF. (Mitte), *L. esculentum* MILL. var. *commune* BAIL. (untere Reihe). Mitosen der Wurzelspitze.  
Fix.: Flemming, Färbung: Gentianaviolett

mehrt wird, häufig sogar abnimmt. Aus der Tabelle ist andererseits eine andere interessante Tatsache zu ersehen. In verschiedenen Fällen wurde bei den zu vergleichenden Pflanzen auch die Größe der Pollenkörner gemessen. Hierbei konnte auch bei solchen Pflanzen, bei denen ganz eindeutig die Zellgröße der Gigasform ganz wesentlich größer ist als die der damit verglichenen Form mit normalem Wuchs, wie

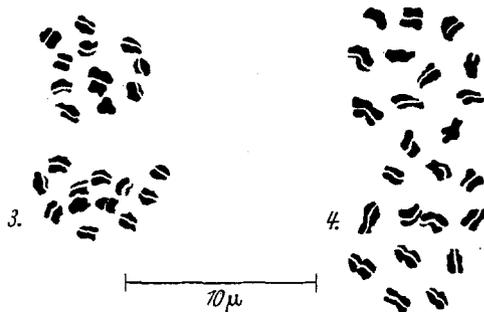


Abb. 15. *Lycopersicon pimpinellifolium* (JUST.) MILL. (links),  
*L. esculentum* var. *commune* BAIL (rechts). PMZ.  
Fix.: Alkohol-Eisessig, Färbung: Orcein

etwa bei den beiden Porreesorten, kein Unterschied in der Pollengröße wahrgenommen werden. Diese Befunde stellen ein Gegenstück zu den Feststellungen von WEXELEN (1928) dar, der beim Lodiklees (*Trifolium repens giganteum*), einer Gigasform des Weißkleees feststellen konnte, daß nur die Zellen der vegetativen Organe, nicht aber die der Blütenregion bei dieser Gigasorte eine Vergrößerung zeigen. Auch TISCHLER konnte bei der Gigasrasse „Pseudodonax“ von *Phragmites communis*, bei der der Riesenwuchs mit einer Vergrößerung der Chromosomen verbunden war, feststellen, daß nicht sämtliche Zellen der Gigasrasse von der Vergrößerung betroffen waren; so waren auch hier die Pollenkörner nicht größer als die der Normalform.

Ein solches unterschiedliches Verhalten der diploiden Gigaspflanzen in den verschiedenen Phasen der Entwicklung konnte nicht nur in bezug auf die Zellgröße sondern auch hinsichtlich der Organgröße beobachtet werden. So zeigen großkörnige Leinsorten im Vergleich mit kleinkörnigen Leinen hinsichtlich der Samengröße, der Größe der Keimblätter und der ersten Folgeblätter typischen Gigascharakter. Dieser verschwindet jedoch im Verlaufe der Entwicklung bei den Laubblättern weitgehend, manifestiert sich dann aber bei der Blütenbildung und bei der Entwicklung der Früchte und Samen sehr deutlich. Offenbar sind bei den diploiden Gigasformen Zellgröße und Organgröße während der Ontogenese recht beträchtlichen Schwankungen unterworfen, die in bestimmten Stadien regelmäßig einzutreten pflegen. Wieweit auch die Größe der Chromosomen derartigen Veränderungen unterworfen ist, muß vorläufig offenbleiben.

Auch wenn man die vorliegenden Ergebnisse unserer Untersuchungen sehr vorsichtig und kritisch betrachtet, so scheint uns aus ihnen doch hervorzugehen, daß bei einer Reihe von diploiden Gigaspflanzen der Gigaswuchs sicherlich mit einer Vergrößerung der Chromosomen verbunden ist. Bei einigen weiteren Pflanzen ist dies wenigstens wahrscheinlich. Bei anderen Gigasformen dagegen war keine Zunahme des Chromosomenvolumens feststellbar.

Andererseits zeigt sich deutlich, daß bei den untersuchten diploiden Gigasformen die Vergrößerung der Organe in allen Fällen nicht allein auf der Zunahme der Zellgröße beruht, sondern daß stets auch eine Vermehrung der Zahl der Zellen dabei eine im einzelnen mehr oder minder große Rolle spielt. Im Extrem erwies sich, daß Gigaswuchs auftreten kann, ohne daß die Zellgröße irgendwie verändert wird, lediglich auf Grund einer Zunahme der Zahl der Zellen je Organ.

Diese Beobachtungen, vor allem die Feststellung, daß bei Pflanzen mit Gigaswuchs die Chromosomengröße ganz erheblich gesteigert sein kann, sind keineswegs neu. TISCHLER (1953, S. 123ff.) hat vor kurzem alle diese bisher bekannten Fälle sehr übersichtlich zusammengestellt, so daß wir davon absehen können, alle diese Beispiele im einzelnen anzuführen. Wesentlich scheint uns aber die Feststellung zu sein, daß bei allen diesen diploiden Gigasformen auch die Vermehrung der Zellzahl eine recht bedeutende Rolle spielt, ja daß Gigaswuchs allein durch Zunahme der Zellen hervorgerufen werden kann. Der Gigascharakter solcher Formen beschränkt sich aber nicht nur auf die morphologisch-anatomischen Merkmale, er erstreckt sich genau so, wie dies ja auch bei den polyploiden Gigasformen und bei den diploiden Gigasformen mit vergrößertem Zellvolumen der Fall ist, auch auf die physiologischen Leistungen der Pflanze (SCHWANITZ und SCHENCK 1953, SCHWANITZ 1954a b). Gigascharakter mit all seinen typischen morphologischen Folgen ist demnach nicht nur eine Folge der Zunahme des Zellvolumens, er kann in gleicher Weise auch durch Vermehrung der Zahl der Grundelemente der Gewebe und der Organe, der Zellen eintreten. Die auch bei den Gigasformen ohne vergrößertes Zellvolumen beobachtete Hemmung der verschiedensten physiologischen Vorgänge — Atmung, Geschwindigkeit der Wasseraufnahme und Abbau des Reservefettes bei der Keimung — sowie die Sexualität läßt sich selbstverständlich nicht, wie dies bei den Polyploiden geschehen ist und wie dies auch für die diploiden Gigaspflanzen mit vergrößertem Zellvolumen gelten mag, auf die Veränderungen des Verhältnisses  $\frac{\text{Oberfläche}}{\text{Volumen}}$

bei den Zellen zuungunsten der Oberfläche zurückführen. Bei einer Vergrößerung der Organe durch Zunahme der Zahl der Zellen muß aber die relative Oberfläche bei den Organen selbst ebenfalls abnehmen, wir hätten also die gleiche Erscheinung vor uns wie bei den Gigasformen mit vergrößertem Zellvolumen, nur daß hier die Verkleinerung der relativen Oberfläche nicht bei den Zellen selbst, sondern auf der nächsthöheren Stufe, bei den Organen erfolgt.

Besonders interessant sind schließlich die Befunde, daß der Gigascharakter diploider Gigasformen sowohl an den Organen wie an den Zellen nicht auf allen Phasen der Entwicklung in Erscheinung tritt. Wie aus der Tabelle hervorgeht, wurden keine Unterschiede in der Größe der Pollenkörner auch bei solchen Pflanzen gefunden, die in der Meiosis eindeutig Unterschiede in der Chromosomengröße zeigten, so bei den *Lycopersicum*-Arten, bei den beiden Sorten von *Allium porrum* und bei Wild- und Kulturremmen. Es ist offenbar also der Unterschied, der zwischen den diploiden Gigaspflanzen und ihren normalwüchsigen Verwandten besteht, hinsichtlich der Zellgröße recht variabel und kann in bestimmten Stadien der Onto-

genese gänzlich verschwinden; dagegen scheint der Unterschied in der Chromosomengröße auf den verschiedenen Entwicklungsstufen der Pflanzen erhalten zu bleiben. Dies legt die Vermutung nahe, daß es sich bei den Unterschieden in der Chromosomengröße um erbliche Unterschiede im Bau der Chromosomen handelt. Untersuchungen, in denen versucht werden sollte, Anhaltspunkte darüber zu gewinnen, ob die verschiedene Größe der Chromosomen auf einem unterschiedlichen Polytäniegrad beruhen, konnten leider noch nicht durchgeführt werden.

### Zusammenfassung

Diploide Gigaspflanzen hatten im Vergleich zu nahe verwandten Formen ohne Gigascharakter teils vergrößerte Chromosomen, teils bestanden keinerlei Unterschiede in der Chromosomengröße. In einigen Fällen konnten keine sicheren Aussagen über Unterschiede in der Größe der Chromosomen gemacht werden.

Bei allen daraufhin untersuchten diploiden Gigasformen beruht die Vergrößerung der Organe nicht allein auf einer Zunahme des Zellvolumens, sondern in einer im einzelnen sehr stark verschiedenen Vermehrung der Zahl der Zellen. Im Extrem kann der Gigaswuchs ausschließlich auf die Steigerung der Zellzahl zurückgehen.

Diploide Gigaspflanzen können im Vergleich mit verwandten normalwüchsigen Pflanzen in bestimmten Entwicklungsstadien bzw. Organen vergrößerte Zellen besitzen, in anderen Organen dagegen können der-

artige Unterschiede fehlen. Hinsichtlich der Chromosomengröße konnte ein entsprechendes Verhalten nicht beobachtet werden.

### Literatur

1. SCHWANITZ, F.: Der Gigascharakter der Kulturpflanzen als Ursache für die schlechten Leistungen künstlich polyploid gemachter Nutzpflanzen. *Naturw.* **37**, 115 bis 116 (1950). — 2. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. XII. Der Gigascharakter der Kulturpflanzen und seine Bedeutung für die Polyploidiezüchtung. *Züchter* **21**, 65—75 (1951a). — 3. SCHWANITZ, F.: Die Zellgröße als der entscheidende Faktor für die Entstehung der verschiedenen Sortengruppen beim Kulturlein (*Linum usitatissimum* L.). *Naturw.* **38**, 44—45. (1951b). — 4. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. XIII. Zellgröße und Blütenfüllung. Untersuchungen an polyploiden Formen von *Bryophyllum daigremontianum* HAMET et PERRIER sowie an gefüllten und ungefüllten Formen verschiedener Gartenpflanzen. *Züchter* **22**, 244—254 (1952). — 5. SCHWANITZ, F.: Die Zellgröße als Grundelement in der Phylogenese und Ontogenese. *Züchter* **23**, 17—44. — 6. SCHWANITZ, F.: Einige Beobachtungen zur Blütenbiologie und zur Sexualität diploider und polyploider Gigaspflanzen. *Gartenbauwiss.* **1** (19) 73—90 (1954). — 7. SCHWANITZ, F.: Über somatische Mutationen der Zellgröße bei Grünkohl und ihren Einfluß auf Form und Qualität. *Züchter* **25**, 26—33. (1955a). — 8. SCHWANITZ, F.: Keimungsphysiologische Untersuchungen an diploiden Gigaspflanzen. *Beitr. z. Biologie d. Pflanzen* **31**, 1—14. (1955b). — 9. TISCHLER, G.: Allgemeine Pflanzenkaryologie Erg. Bd. Angewandte Pflanzenkaryologie. Handbuch d. Pflanzenanatomie Bd. II. Berlin-Nikolassee (1953/54), (dort weitere Literatur). — 10. WEXELSON, H.: Chromosome numbers and morphology in *Trifolium*. *Univ. of Calif. Publ.* — *Agr. Sci.* **2**, 335 (1928).

(Publication 135, Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt, Landbouwhogeschool, Wageningen, The Netherlands)

## The genetics of diploid $\times$ tetraploid and reciprocal cyclamen crosses

Von S. J. WELLENSIEK\*

### 1. Introduction

In 1941 KAPPERT (1) discussed the breeding of *Cyclamen persicum* in an admirably clever way. He pointed to the fact that our coloured flowering varieties are autotetraploids with 96 chromosomes and he demonstrated in detail the difficulties in breeding-work on account of this fact.

A principal solution of these difficulties would be the reduction of the number of chromosomes to the diploid condition and several ways of reaching this aim were indicated. One of them would be the crossing of diploids (white) and tetraploids (coloured) in the expectation that the  $F_1$  is triploid, while in its offspring, either after selfing or backcrossing, diploids (coloured) arise. KAPPERT apparently succeeded in obtaining diploids from tetraploid  $\times$  diploid, followed by backcrossing the triploid  $F_1$  with diploid (private correspondence dated 7<sup>th</sup> January 1952).

However, a disagreeable complication may occur in applying this method, namely the relatively high frequency of tetraploid  $F_1$ 's. KAPPERT, in his above cited correspondence, informs me that in one year out of 20  $F_1$ -plants 14 were tetraploid.

We have been able to confirm this tetraploid condition of several  $F_1$ 's from diploid  $\times$  tetraploid and

reciprocal crosses and also to demonstrate the autotetraploid character by genetical segregation. The cytological part of the work was started by Dr Iz. DE HAAN (3, p. 616, and unpublished) and is being continued by Ir R. A. H. LEGRO. Details will be published later. The present contribution deals with the purely genetical phase of the problem.

### 2. The genetics of flower colour in diploids

For a good understanding of the following, the genetics of the colours „white with eye“, „purple“ and „white“ in diploids should be summarized. It was demonstrated in an earlier paper (3), extended in (2), that two genes, W and S, influence these characteristics according to the following genotypes:

WWSS: white with eye	} coloured
WWss: purple	
wwSS: }	} white
wwss: }	

In the existing varieties frequently heterozygotes, like WWsS, WwSS or WwsS — all phaenotypically white with eye — or like Wwss-purple, were found. This also happened in part of the parents from the crosses to be discussed in 3.

\* Herrn Prof. H. KAPPERT zum 65. Geburtstag gewidmet