

Die Etikettierung

Der Farnwedel, dem man die Sporen zur Aussaat entnommen hat, wird am besten für spätere Kontrollen aufgehoben, bzw. man bewahrt den Originalbeutel des von auswärts bezogenen Sporenmaterials auf. Dieser Wedel oder der Beutel erhält eine bestimmte Nummer. Die gleiche Nummer wird an dem Glasgefäß der Aussaat angebracht und nach dem Pikieren der Prothallien in den Topf gesteckt. Ständig und sorgfältig muß die Nummer bei den Pflanzen bleiben.

Ein Beispiel

Für das züchterisch Interessante bei der Arbeit mit Farnen sei ein Beispiel gebracht. Jedes Fach der hier abgebildeten Tabelle entspricht einem Farnsporophyten. Diese sämtlichen, 36 verschiedenen Farne lassen sich allein aus zwei Sporen (= zwei Gonon) aufbauen, deren zwei Chromosomensätze $v+t$ 36fach unterschiedlich in einer reziprok verschiedenen Plasmaumgebung kombiniert werden können. Man geht in dem gebrachten Beispiel von einem einzigen Prothallium von *Asplenium viride* (mit dem Chromosomensatz v) und von einem einzigen Prothallium von *Asplenium trichomanes* (mit dem Chromosomensatz t) aus. Durch Zerschneiden der beiden Prothallien und Regeneration werden Klone aufgebaut. So kann man genetisch genau identische Gameten in beliebiger Zahl erhalten und aufbewahren, sowohl in weiblicher als auch in männlicher

Form. — Verdoppelungen der Chromosomenzahl geschehen ohne chemischen Eingriff durch den Regenerationsvorgang der Aposporie. An keiner anderen Stelle des Pflanzen- und Tierreichs erscheint es wieder durchführbar, allein zwei Gonon in ihrem Kern- und Plasmainhalt auf so vielfach verschiedene Weise zu kombinieren und zu analysieren. Gegenüber den immerhin noch ähnlichen Verhältnissen bei Moosen bieten die Farne den Vorteil des vom Gametophyten unabhängigen, selbständigen und morphologisch reich gegliederten Sporophyten.

Das Neuartige liegt z. B. auch darin, daß in dem gesamten Schema nicht einmal eine F_2 -Generation auftritt, also die Frage der Sterilität der F_1 -Bastarde nicht von Belang ist.

Die im Schema eingesetzten Namen gehören zu in der Natur vorgefundenen Pflanzen, denen die angegebene, zytologische Zusammensetzung zukommt, worüber sich das Weitere in der zitierten Literatur findet.

Literatur

1. DÖPP, W.: Untersuchungen über die Entwicklung von Prothallien einheimischer Polypodiaceen. Pflanzenforschung 8, Jena 1927. — 2. MEYER, D. E.: Über das Verhalten einzelner isolierter Prothalliumzellen und dessen Bedeutung für Korrelation und Regeneration. Planta 41, 642—645 (1953). — 3. MEYER, D. E.: Hybrids in the Genus *Asplenium* found in Northwestern and Central Europe. American Fern Journal 50, 138—145 (1960). — 4. MEYER, D. E.: Zur Zytologie der Asplenien Mitteleuropas. Berichte Dtsch. Bot. Ges. 73, 386—394 (1961). (Hier weitere Literaturnachweise.)

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Karl-Marx-Universität, Leipzig

Hungermodifikationen bei *Raphanus sativus* L.*

Von O. HEINISCH und CHR. ROSENTHAL

Mit 4 Abbildungen

In einigen Lehrbüchern der allgemeinen Botanik wird im Zusammenhang mit der Darstellung von Dauermodifikationen das Beispiel der Hungerformen von Radieschen angeführt. So schreibt SCHUMACHER im Lehrbuch der Botanik für Hochschulen (27. Aufl. 1958):

„Einen ... Fall (einer Dauermodifikation) zeigen Radieschenpflanzen, die bei schlechter Ernährung (z. B. bei Wassermangel, magerem Boden usw.) ihr Hypokotyl unverdickt lassen und schlank aufschießen. Dauert der Hungerzustand auch noch während der Blüte und Samenreife an, dann bekommen auch die jungen Embryonen zu wenig Reservestoffe in den Samen mit. Die Folge davon ist, daß die aus solchen Samen neu erwachsenden Jungpflanzen ebenfalls unter schlechten Bedingungen heranwachsen und daher ihr Hypokotyl wiederum nicht zum „Radieschen“ verdicken. Die Hungermodifikation der ersten Generation ist also auf die zweite Generation übergegangen. Aber es ist jederzeit möglich, aus dieser zweiten Hungergeneration, wenn man sie besser ernährt, Samen zu erzielen, die bei günstigen Keimungs- und Wachstumsbedingungen nun wiederum normale verdickte Hypokotyle bilden.“

ULLRICH und ARNOLD (1953) geben sogar an, daß kümmernde Pflanzen in einigen Folgegenerationen von Hungerpflanzen auftreten. In dem Lehrbuch von SCHMEIL-SEYBOLD (1958) wird auf einer Abbildung

ein normales Radieschen einer Hungerform gegenübergestellt, wobei die dargestellte Hungermodifikante nicht ganz der Unterschrift „aufgeschossenes“ Radieschen entspricht. Die Pflanze weist zwar ein unverdicktes Hypokotyl auf, jedoch eine Blattrosette ohne Internodienstreckung. SCHEIBE (1951) greift in seiner „Einführung in die allgemeine Pflanzenzüchtung“ auf die Abbildung von SCHMEIL-SEYBOLD zurück, er spricht von einer eindeutigen Äußerung der Ernährung der Mutterpflanzen durch modifikative Nachwirkungen auch auf die nachfolgende Generation. Originalliteratur über die Durchführung der Experimente mit Radieschen wird in keinem der genannten Lehrbücher angegeben. Anscheinend stützen sich alle Angaben auf einen Abschnitt in ERWIN BAURS Vererbungslehre. E. BAUR bringt als Beispiel für die Nachwirkung einer Modifikation bei höheren Organismen u. a. folgendes:

„Ganz lehrreiche (ähnliche) Versuche kann man mit Radieschen *Raphanus sativus* anstellen. Junge Radieschenpflanzen, die schlecht ernährt werden — durch zu engen Stand, Wassermangel und ähnliches — bilden keine Radieschen aus, sondern schießen frühzeitig in Blüte. Läßt man eine solche frühzeitig aufgeschossene Radieschenpflanze auch noch während der Blüte und Samenreife stark hungern, so daß sie nur gerade eben noch einige kümmerliche nährstoffarme Samen entwickeln kann, so bekommt man aus diesen Samen zu einem großen Teil Pflanzen, die gleich aufschießen, auch

* Frau Prof. Dr. E. SCHIEMANN zum 80. Geburtstag gewidmet.

Tabelle 1. Vergleich der Tochterpflanzen von Hungerformen (F_1) mit den Kontrollen (K)

Sorte	Datum		Pflanzenzahl		Anzahl der Pflanzen mit unverdicktem Hypokotyl		Anteil an Schossern %		Durchschnittl. Hypokotyl Durchmesser mm	
	Aussaat	Ernte	F_1	K	F_1	K	F_1	K	F_1	K
Rettich, Runder weißer	15. 6.	31. 7.	66	45	2	1	22	32	45,1 ± 1,3	46,4 ± 1,1
Radies, Feuerkugel	15. 6.	31. 7.	85	37	4	2	90	92	26,9 ± 1,7	26,4 ± 1,4
Rettich, Runder weißer	7. 8.	3. 10.	62	18	0	0	0	0	54,1 ± 1,1	57,9 ± 2,0
Radies, Eiszapfen	7. 8.	3. 10.	152	56	1	0	0,65	0	33,6 ± 0,7	29,6 ± 0,6

89 Nachkommen der Hungerformen festzustellen. Diese Pflanzen waren auch am weitesten in der Entwicklung vorgeschritten und standen am 31. 7. bereits in Blüte. Aber auch bei zwei von 37 Kontrollpflanzen war das Blühstadium ohne Speicherung im Hypokotyl erreicht worden. Ein signifikanter Unterschied ist nicht vorhanden. — Das Verhalten der Rettichsorte Runder weißer unter den gleichen Bedingungen wie Radies Feuerkugel ist aus der Tabelle zu ersehen. Der Schoßbeginn liegt hier — sortenbedingt — später. Der Anteil an „Hungerformen“ ist geringer als bei der Radiessorte und wiederum bei Kontrollen und Versuchspflanzen ungefähr gleich. Bei beiden Sorten ist der Korrelationskoeffizient für die Beziehung Ernährungszustand der Elternpflanzen zum Anteil an unverdickten Schossern in der F_1 nicht signifikant von Null verschieden (für Feuerkugel $r = 0,0015$; für Runder weißer $r = 0,024$).

Eine 2. Aussaat am 7. 8. umfaßte die Radiessorte Eiszapfen und den Rest der Rettichsorte Runder weißer. Obwohl die Ernte erst nach 85 Tagen erfolgte, zeigte nur eine Pflanze der Radiessorte Schoßbeginn, verbunden mit fehlender Hypokotylverdickung. Alle übrigen Radies- und Rettichpflanzen hatten normale Hypokotylrüben ausgebildet und waren in der vegetativen Phase verblieben (vgl. Tabelle). Die relativ hohen Schoßprozente im ersten Versuch waren wahrscheinlich durch Trockenheit bedingt. BECKER-DILLINGEN gibt an, daß

„in warmen, heißen Lagen, besonders wenn sie mit Trockenheit verbunden sind, das Durchschießen bei Rettich und Radies sehr schnell erfolgt.“

Eine Dauermodifikation in der von BAUR beschriebenen Form konnte unter den gegebenen Bedingungen somit nicht beobachtet werden. Da der Übergang in die generative Phase, das Aufschießen, in hohem Maße durch Faktoren beeinflusst wird, die nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Ernährung stehen — wie Photoperiode und Temperatur —, wurde ferner untersucht, ob, abgesehen vom Schossen, eine Nachwirkung quantitativer Art des Hungerzustandes der Mutterpflanzen auf die Tochtergeneration eintritt. Als morphologisches Maß für die Speicherung von Assimilaten wählten wir den Hypokotyl Durchmesser an der Stelle der größten Breite. Wie die beiden letzten Spalten der Tabelle 1 zeigen, sind die Durchschnittswerte bei den Kontrollen der Rettichsorte etwas höher als bei den Versuchspflanzen, die Differenzen sind jedoch nicht signifikant. Radies Feuerkugel zeigt kaum einen Unterschied zwischen Kontrollen und Nachkommen von Hungerformen, während bei Eiszapfen die Kontrollen im Hypokotyl Durchmesser signifikant unterlegen sind, ein Ergebnis, das wahrscheinlich durch überaltertes Saatgut bedingt ist.

Da ERWIN BAUR das „fast völlige Fehlen von Reservestoffen“ in den Samen als Hauptursache für die kümmerliche Entwicklung der Nachkommen von



Abb. 2. a) Hungermodifikante; b) normal ernährte Pflanze im fruchtenden Zustand.

Hungermodifikanten angibt, wurde in einem weiteren Versuch eine Größensortierung des Saatgutes vorgenommen. Die parentalen Hungerformen waren hier durch Dichtsaat der Radiessorte Non plus ultra erzeugt worden. Der unverzogene Bestand enthielt neben echten Hungermodifikanten (Abb. 2a) auch solche mit relativ schwacher Hypokotylverdickung — bis etwa zu 10 mm — aber gut verzweigter und entwickelter Infloreszenz (Abb. 2b). Von beiden Formen erfolgte getrennte Saatguternte und anschließende Sortierung in sieben verschiedene Siebfraktionen:

1. < 1,1 mm,
2. 1,1—1,2 mm,
3. 1,2—1,3 mm,
4. 1,3 bis 1,5 mm,
5. 1,5—1,75 mm,
6. 1,75—2,0 mm,
7. > 2,0 mm.

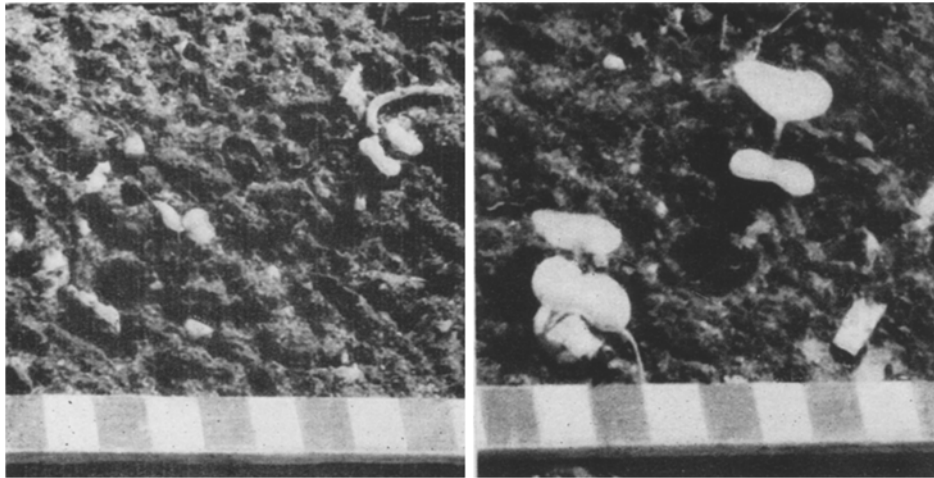


Abb. 3. 6 Tage alte Keimpflanzen, links aus Samen der Siebsortierung 1,1—1,2 mm; rechts aus solchen von 1,75—2,00 mm.

Auch bei diesem Versuch wurde das Saagut der Folgegeneration im Frühbeet in gute Komposterde mit Abständen von 20×5 cm einzeln ausgelegt. Die Aufgangprozente variierten bei den verschiedenen Siebsfraktionen, wobei einzelne Ausfälle auch auf Einwirkung von Schädlingen zurückzuführen waren. Bei den 5 höheren Samenfraktionen (über 1,2 mm) traten Aufgangswerte von 75 bis 92% auf, ohne daß eine Beziehung zur Samengröße einerseits und zur Nachkommenschaftsgruppe andererseits zu erkennen war. Die Samen der beiden niedrigsten Größenordnungen zeigten jedoch im Aufgang ein unterschiedliches Verhalten in der Weise, daß eine Unterlegenheit der Nachkommen von Hungerpflanzen gegenüber denen normaler Pflanzen zu beobachten war. Für die Verteilung gekeimter und nicht gekeimter Samen auf die Nachkommenschaft von hungernden und normal ernährten Pflanzen errechnet sich nach folgender 2×2 -Tafel ein χ^2 von 11,3 (Tabellenwert von χ^2 für $P = 0,1\%$ und 1 FG = 10,83). Es besteht demnach hinsichtlich des Anteiles von aufgegangenen und nicht aufgegangenen Samen ein signifikanter Unterschied zwischen den Nachkommen gut und schlecht ernährter Pflanzen. — Der Korrelationskoeffizient nach BRAVAIS für

	1 aufgegangen	2 nicht aufgegangen
1 Hungernachkommen	15	31
2 Kontrolle	105	70

den Zusammenhang: Ernährungszustand der Mutterpflanzen — Aufgang des Saatgutes mit einem Wert von $r = 0,22$ überschreitet den Zufallshöchstwert für $P = 1\%$. Samen gleicher Größenordnung von gut und schlecht ernährten Elternpflanzen zeigen also signifikante Unterschiede in der Keimfähigkeit. Es ist anzunehmen, daß bei den kleinen Samen der Hungerformen der Anteil an schwach entwickelten Embryonen mit einem sehr geringen Vorrat an gespeichertem Assimilaten besonders groß ist.

Der unterschiedliche Reservestoffvorrat in den Kotyledonen der Samen wirkt sich allgemein auf die Größe der jungen Keimpflanzen bei den verschiedenen Siebsortierungen aus. Abb. 3 gibt eine Gegenüberstellung von Keimlingen der Samengröße 1,1 bis 1,2 und 1,75 bis 2,0 mm am 6. Tag nach der Aussaat; auf Abb. 4 ist das entsprechende Saatgut verglichen.

Die Nachwirkung der unterschiedlichen Nährstoffreserven begann aber bereits in der 2. Woche, sich infolge der einsetzenden Assimilationstätigkeit der Keimpflanzen abzuschwächen. Nach weiteren 2 Wochen waren Unterschiede im Gesamthabitus der Pflanzen kaum mehr erkennbar. Durch Hypokotylmessungen konnte jedoch nachgewiesen werden, daß sich der Einfluß der Samenspeicherung bis in das Stadium der Hypokotylspeicherung erstreckt. 31 Tage nach der

Aussaat wurden an allen Pflanzen ohne Entfernen aus dem Boden Messungen an der breitesten Stelle des Hypokotyls vorgenommen. Abgesehen von der letzten Fraktion der Samen zeigt sich fast genau die gleiche Rangfolge im Hypokotyl Durchmesser wie in der Samengröße, vgl. Tab. 2. Selbst unter Einbeziehung der letzten, sich abweichend verhaltenden Fraktionen ergeben sich für beide Nachkommenschaftsgruppen Rangkorrelationskoeffizienten, deren Betrag (für a: 0,875; für b: 0,786) den Zufallshöchstwert für $P = 5\%$ überschreitet.

Den Einfluß der Samengröße auf die Hypokotylstärke kann man noch durch ein zweites statistisches

Tabelle 2. Beziehungen zwischen Samengröße und Hypokotyl Durchmesser, gemessen 31 Tage nach der Aussaat

Siebsfraktion mm	Rang- zahl	Durchschnittlicher Hypokotyl Durchmesser			
		\bar{x}_a^* mm	Rang- zahl	\bar{x}_b^* mm	Rang- zahl
< 1,1	1	21,3	1	26,8	2
1,1 — 1,2	2	22,8	2	26,5	1
1,2 — 1,3	3	27,8	3	27,5	3
1,3 — 1,5	4	31,1	5	29,1	4
1,5 — 1,75	5	32,3	6	33,3	6
1,75 — 2,0	6	34,4	7	33,9	7
> 2,0	7	30,9	4	29,9	5

* a = Nachkommen von Hungerformen
b = Nachkommen von normal ernährten Pflanzen

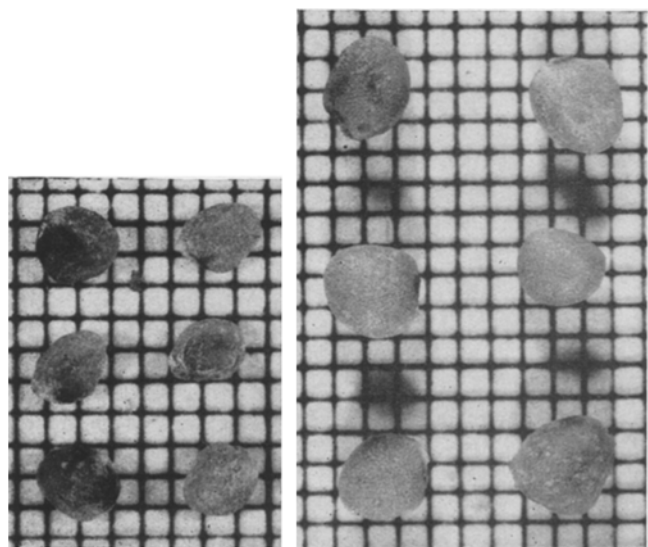


Abb. 4. Radieschen-Saatgut, links Siebsortierung 1,1—1,2 mm; rechts 1,75 bis 2,0 mm.

Verfahren nachweisen, und zwar durch einen direkten Vergleich der durchschnittlichen Hypokotyl Durchmesser von Pflanzen aus großen und aus kleinen Samen mit Hilfe des t-Testes. Zu diesem Zweck wurden 2 Gruppen gebildet: Pflanzen aus Samen der Sortierungen über 1,5 mm und solche aus den Saatgutfraktionen unter 1,5 mm. Das arithmetische Mittel des Hypokotyl Durchmessers der 1. Gruppe beträgt 34,0 mm, das der 2. Gruppe 28,6 mm. Die Differenz von 5,4 mm ist für $P = 0,1\%$ signifikant ($GD = 2,0$ mm).

Um zu prüfen, ob der Ernährungszustand der Mutterpflanze auch unabhängig von der Samengröße einen Einfluß auf die Hypokotylverdickung der Tochterpflanzen ausübt, wurden die Werte des durchschnittlichen Hypokotylrübendurchmessers beider Nachkommenschaftsgruppen für die verschiedenen Siebsortierungen mit Hilfe der Differenzmethode verglichen. Für die Differenz ergibt sich ein t-Wert von 0,89 (der Tabellenwert für $P = 5\%$ beträgt 2,37). Eine Überlegenheit der Nachkommen besser ernährter Samenträger ist somit nicht nachweisbar. Eine Tendenz in der erwarteten Richtung zeigen lediglich die beiden niedrigsten Fraktionen der Samengröße, die sich bereits in der Keimfähigkeit abweichend verhielten. Hier treten auch in der Hypokotylbreite bei den Nachkommen normal ernährter Pflanzen höhere Durchschnittswerte auf als bei den Nachkommen der Hungerformen; die Differenzen von 5,5 bzw. 3,7 mm sind jedoch nicht signifikant.

Im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode bildeten auch die zunächst schwach entwickelten Pflanzen durch anhaltendes sekundäres Dickenwachstum des Hypokotyls beträchtliche Speicherorgane aus. Vorzeitiges Schossen trat in diesem Versuch, bei dem stets für ausreichende Bodenfeuchtigkeit gesorgt wurde, nicht ein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die von E. BAUR beschriebenen extremen Nachwirkungen des Hungerzustandes der Mutterpflanze auf die Tochtergeneration bei den von uns verwendeten Sorten und Versuchsbedingungen nicht zu beobachten waren. Wohl aber konnte der Einfluß des Nährstoffvorrates im Samen über die Jugendentwicklung auf die weitere Ausbildung der Tochterpflanzen, besonders in ihren nährstoffspeichernden Teilen, nachgewiesen werden. Dieser Zusammenhang ist jedoch bereits seit längerer Zeit für zahlreiche Kulturpflanzen bekannt (vgl. z. B. STAFFELD 1926). Es ist möglich, daß bei bestimmten Radiesarten mit der schwächeren Hypokotylentwicklung von Pflanzen aus Kümmersamen auch ein vorzeitiges Schossen verbunden ist. Als „Schulbeispiel“ für Dauermodifikationen erscheint aber die Hungerform des Radieschens nicht sehr geeignet, zumal die Wirkung in keinem Fall über mehrere Generationen hinwegreicht.

Literatur

1. BAUR, E.: Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Berlin 1911. — 2. BECKER-DILLINGEN, J.: Handbuch des gesamten Gemüsebaues. 6. Aufl., Berlin 1956. — 3. JOLLOS, V.: Experimentelle Protistenstudien I. Arch. Protistenkunde 43, (1921). — 4. RIEGER, R., und A. MICHAELIS: Genetisches und Cytogenetisches Wörterbuch. 2. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958. — 5. SCHEIBE, A.: Einführung in die allgemeine Pflanzenzüchtung. Stuttgart 1951. — 6. SCHMEL, O.: Lehrbuch der Botanik, Bd. II: Allgemeine Botanik, bearb. von A. SEYBOLD, 56. Aufl., Heidelberg 1958. — 7. STAFFELD, U.: Einfluß der Korngröße und -schwere auf den Ertrag. Deutsche Landw. Presse 53, 92 (1926). — 8. STRASBURGER, E.: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 27. Aufl., bearb. von H. FITTING, W. SCHUMACHER, R. HARDER und F. FIRBAS. Stuttgart 1958. — 9. ULLRICH, H., und A. ARNOLD: Lehrbuch der allgemeinen Botanik. Bd. I, Berlin 1953.

Department of Genetics, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa

Cytogenetic evidence of relationship between the X-7 and X-9 groups of *Pennisetum* species*

By P. GILDENHUYS and KÄTHE BRUX

With 1 figure

1. Introduction

Cytologically and morphologically the genus *Pennisetum* consists of two groups of species, one with a basic chromosome number of $x = 7$, the other with $x = 9$. Although the possibility of cytogenetic affinities between the tall penicillate anthered mesophytic group with $x = 7$ chromosomes and the much smaller, mostly smooth anthered, widely occurring $x = 9$ group has long been of interest to cytogeneticists, no experimental evidence for this has been obtained to date. Thus, HRISHI (1952) reports complete failure of hybridization between species of the two groups¹. However, during 1949, following an extensive crossing programme between perennial *Pennisetum*

dubium, which is an irregular high polyploid showing close morphological affinity to the $x = 9$ group, and *P. typhoides* ($2n = 14$), which is a regular annual diploid of the $x = 7$ group, the senior author was able to produce a single hybrid plant. It is the purpose of this paper to describe the cytogenetic behaviour of this hybrid and to demonstrate that some cytogenetic affinity exists between these two groups of species which are, morphologically, so different.

2. Materials and Methods

In perennial *P. dubium* chromosome numbers may vary from 14 to 84 in cells of the same root tip, from 47 to 74 at MI and from 9 to 37 at MII of the same anther. The most frequent number, both in mitosis and at MI is $2n = 66$, but at MII there is an abnormal reduction in chromosome number, so that 97% of the cells contain less than the expected $n = 33$ chromosomes (GILDENHUYS and BRUX, 1958).

* Frau Prof. E. SCHIEMANN zum 80. Geburtstag gewidmet.

¹ Since this paper was written it has come to our notice that a hybrid between *P. typhoides* and *P. squamulatum* ($2n = 54$) has been produced — Nature 189, 419—420 (1961).