

(Aus der Forschungsabteilung der F. v. Lochow-Petkus G. m. b. H., Petkus/Mark)

Polyploider Roggen.

Von **R. v. Sengbusch.**

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat man die formbildende Wirkung der Polyploidie erkannt und versucht, sie auch in der Züchtung auszunutzen. Durch die Entdeckung der Wirkungen des Colchicins ist die Polyploidie-Züchtung wesentlich erleichtert worden. Seit 1937 wird auch im Rahmen der Arbeiten der F. v. Lochow-Petkus G. m. b. H. in Petkus an diesem Problem gearbeitet, um zu klären, welche Bedeutung ein tetraploider Roggen für die praktische Roggenzüchtung haben könnte.

Die erste Aufgabe bestand darin, eine Methode zu schaffen, die es erlaubt, in möglichst großem Umfang tetraploide Pflanzen zu erzeugen.

Es gibt eine Reihe von Wegen, auf denen man zu tetraploiden Formen kommen kann. 1. Durch Einwirkung von Chemikalien, z. B. Chloralhydrat u. a. (NEMEC) gelingt es in seltenen Fällen tetraploides Gewebe zu erzeugen. 2. JÖRGENSEN hat durch Regeneration aus Wundgeweben tetraploide Tomaten erzeugt. Auch bei anderen Pflanzen läßt sich diese Methode mit Erfolg anwenden. 3. MÜNTZING wies nach, daß bei Gramineen und anderen Pflanzen ein Partner von Zwillingen gelegentlich haploid, triploid oder tetraploid ist. 4. RANDOLPH gelang es, bei Mais durch Hitzeschock nach der Befruchtung die Chromosomenzahl zu verdoppeln. Das gleiche gelang DORSEY bei Roggen. 5. BLAKESLEE und NEBEL fanden in Colchicin einen Stoff, mit dem es bei den verschiedensten Pflanzenarten leicht gelingt, tetra- und auch oktoploide Formen herzustellen. Im Laufe der letzten Zeit hat man eine ganze Reihe chemischer Stoffe gefunden, die eine gleiche oder ähnliche Wirkung haben wie das Colchicin. 6. Es gelang BRESLAVETZ 1939 durch Röntgenstrahlen tetraploiden Roggen zu erzeugen.

Ich habe 1937 in Petkus versucht, Zwillinge auszulesen und unter diesen Polyploide zu finden. Es wurden 2 Millionen Samen eingekeimt und die Zwillinge ausgelesen.

Insgesamt fanden wir 654 Zwillinge, 4 Drillinge und 1 Vierling. Die Zwillinge waren nicht alle von der gleichen Konstitution. Es gab

darunter verschiedene Typen: 1. solche, bei denen zwei getrennte Koleoptylen vorhanden sind (Abb. 1); 2. solche, die zwei Keimblätter in zwei zusammengewachsenen Koleoptylen hatten



Abb. 1. Zwilling von Roggen mit 2 Keimblättern und getrennten Koleoptylen.

(Abb. 2). Im ersten Fall gab es häufig Pflanzen mit zwei sich verschieden stark entwickelnden Keimen (Abb. 3). Die Keimblätter der Drillinge



Abb. 2. Zwilling von Roggen mit 2 Keimblättern in zwei zusammengewachsenen Koleoptylen.

waren immer in drei getrennten Koleoptylen (Abb. 4). Auch bei dem Vierling waren vier getrennte Koleoptylen vorhanden (Abb. 5).

Zahlenmäßig traten die verschiedenen Formen nicht in gleicher Häufigkeit auf. Getrennte

Tabelle 1. Zwillinge, Drillinge und Vierlinge in Winterroggenmaterial.

Pflanzenmaterial	Zahl der untersuchten Pflanzen	Gesamtzahl der			Häufigkeit der		
		Zwillinge	Drillinge	Vierlinge	Zwillinge	Drillinge	Vierlinge
Hochzucht und verschiedene Stämme	2000000	625	1	0	1 : 3200	1 : 2000000	1 : ∞
Stamm 35	15000	29	3	1	1 : 520	1 : 5000	1 : 15000
Summe	2015000	654	4	1	1 : 3080	1 : 500000	1 : 2000000

Koleoptylen und gleichlange Keimlinge waren in etwa 50% der Fälle vertreten, getrennte Koleoptylen mit verschiedenen langen Keimlingen in rund 40% der Fälle, zusammengewachsene Koleoptylen für zwei Keimblätter in etwa 10% der Fälle. Zwillinge waren im Durchschnitt

(29), Drillinge 1:5000 (3) und Vierlinge 1:15000 (1) auf. Es scheint in diesem Stamm die Tendenz, Zwillinge, Drillinge und Vierlinge auszubilden, besonders stark ausgeprägt gewesen zu sein (Tabelle 1 und 2).

Tabelle 2. Arten der Zwillinge, Drillinge und Vierlinge.

	getrennte, gleichlange Koleoptylen in Prozenten	getrennte, verschieden lange Koleoptylen in Prozenten	Zusammengewachsene Koleoptylen in Prozenten
Zwillinge	50	40	10
Drillinge	100	—	—
Vierlinge	100	—	—

In dem gesamten ausgelesenen Material wurden nur einige haploide Roggen gefunden (Abb. 8). Tetraploide konnten darin nicht festgestellt werden. Bei Roggen hat sich die Methode, über Zwillinge zu tetraploiden Formen zu



Abb. 3. Zwilling von Roggen mit sehr ungleich entwickelten Keimblättern.

einmal auf 3000, Drillinge einmal auf 50000, Vierlinge einmal auf 2 Millionen vorhanden.

Dieses Verhältnis verschiebt sich wesentlich zuungunsten der Drillinge und Vierlinge, wenn



Abb. 4. Drilling von Roggen.

man in Betracht zieht, daß von den zusammen fünf Drillingen und Vierlingen, vier in einem Stamm auftraten (3 Drillinge und 1 Vierling), von dem nur 15000 Keimlinge untersucht wurden. In diesem Stamm traten Zwillinge 1:5000

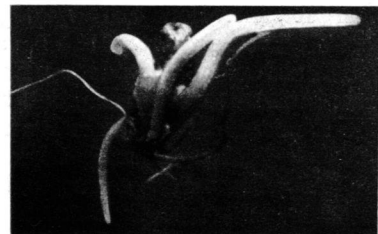


Abb. 5. Vierling von Roggen.

kommen, demnach nicht bewährt (vgl. auch MÜNTZING).

Auch die Hitzeschockmethode hat praktisch nicht zu positiven Ergebnissen geführt (im Gegensatz zu DORSEY). Ich konnte mit ihrer Hilfe nur eine tetraploide Pflanze erzeugen. Die Behandlung wurde 1938 nach der Bestäubung vorgenommen, das gewonnene Saatgut im Herbst 1938 ausgesät und 1939 durch Pollenanalyse eine tetraploide Pflanze gefunden. Der Ansatz betrug 8,3% (Tabelle 3).

Im Frühjahr 1938 wurde erstmalig mit Colchicinbehandlung begonnen, und zwar Kontaktbehandlung an jungen Pflanzen und Samenbehandlung.

Tabelle 3. Winterroggen, Hitzeschockbehandlung nach der Befruchtung. Erste Nachkommenschaft der behandelten Pflanzen.

Pflanzen	Ähren	Ährchen	Samen	Ansatz %
1	2	96	8	8,3

1. Durch Kontaktbehandlung wurden tetraploide Roggen erzeugt und damit nachgewiesen,

Tabelle 4. Winterroggen, Colchicin-Kontaktbehandlung junger Pflanzen. Erste Nachkommenschaft der behandelten Pflanzen.

Pflanzen	Ähren	Ährchen	Samen	Ansatz %
I	9	596	69	11,6
I	4	236	20	8,8
I	1	60	3	5,5
I	2	120	6	5,0
4	16	1012	98	9,7

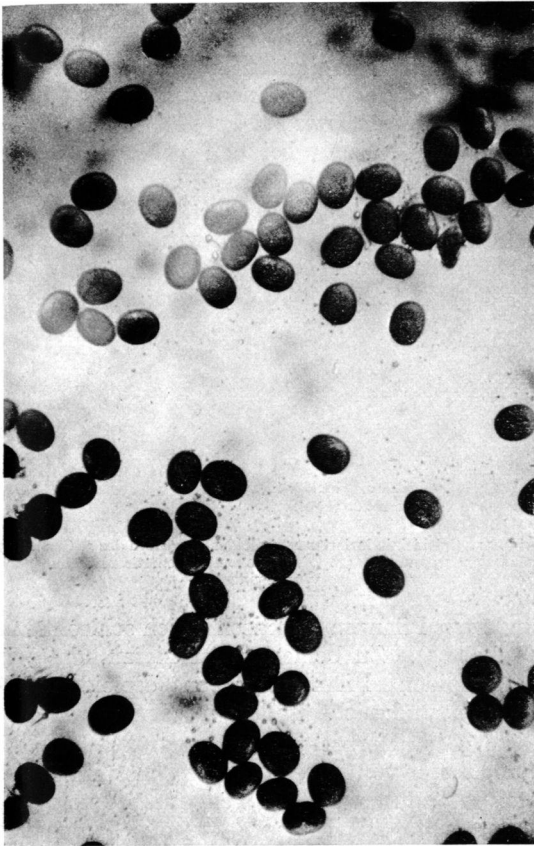


Abb. 6. Pollen von diploidem Roggen.

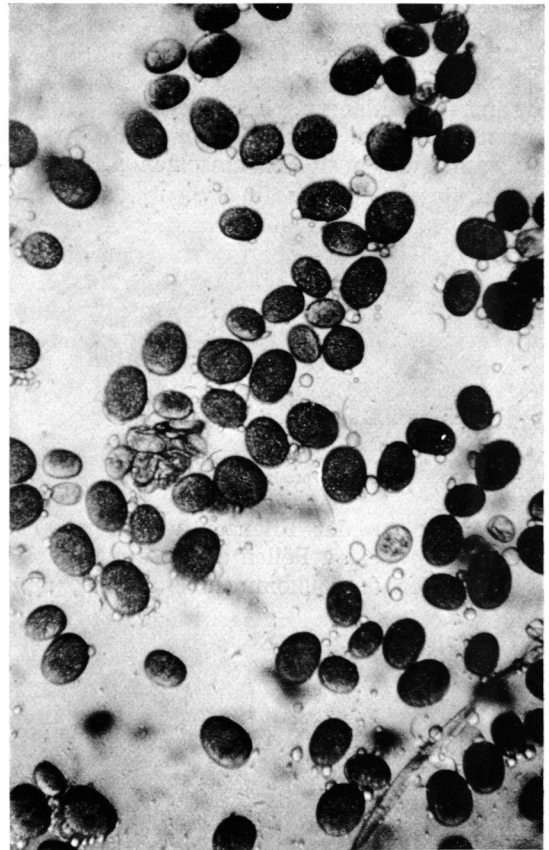


Abb. 7. Pollen von tetraploidem Roggen.

daß mit Colchicin bei Roggen erfolgreich gearbeitet werden kann.

Die Behandlung ist erfolgt im Frühjahr 1938. Eine behandelte Pflanze lieferte 4 Samen, die 1938 im Herbst ausgelegt und 1939 untersucht wurden. Alle 4 Pflanzen hatten vergrößerten Pollen. Sie lieferten 98 Körner bei einem Ansatz von 9,7% (Tabelle 4). 1939 im Herbst wurden diese Samen ausgesät und die Keimpflanzen zum Teil cytologisch untersucht. Es wurden bei allen

untersuchten Pflanzen 28 Chromosomen gefunden. Es ist also anzunehmen, daß, obgleich die ursprünglichen 4 Pflanzen zwischen diploidem Roggen frei abgeblüht sind, alle eine 28-chromosomige Nachkommenschaft geliefert haben. Falls man die behandelten Pflanzen als *P*-Generation bezeichnet, handelt es sich bei der untersuchten Nachkommenschaft um eine *F*₂ nach (WEICHSEL).

2. Im Sommer 1938 wurde damit begonnen,

Samen in Colchicinlösungen einzukeimen. Aus den vielen tausend eingekeimten Samen wurden diejenigen herausgesucht, die nach dem Augenschein mit Erfolg behandelt worden waren. Diese wurden um Herbst 1938 ausgepflanzt; ins-

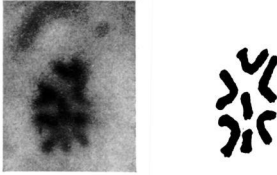


Abb. 8. Haploider Roggen, gefunden in Zwillingmaterial (7 Chromosomen). Somatische Teilung in Wurzelspitzen.

gesamt 250 Pflanzen. Es überwinterten von ihnen etwa 200. Zur Zeit der Blüte wurden Pollenmessungen an den einzelnen Ähren vor-

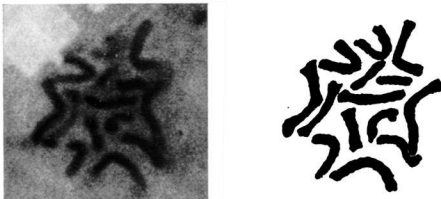


Abb. 9. Normaler Roggen (14 Chromosomen). Somatische Teilung in Wurzelspitzen.

genommen. 19 der Pflanzen wiesen in allen Ähren vergrößerten Pollen auf. Es mußte sich also bei ihnen um vollkommen veränderte, wahr-

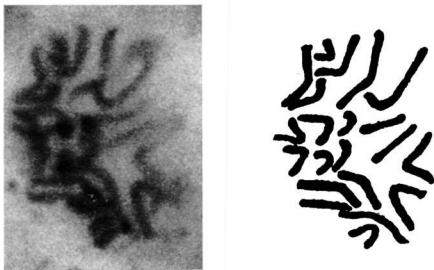


Abb. 10. Triploider Roggen, entstanden in tetraploidem Material (21 Chromosomen). Somatische Teilungen in Wurzelspitzen

scheinlich tetraploide Pflanzen handeln. Ein anderer Teil der Pflanzen hatte in einzelnen Ähren normalen Pollen, in anderen vergrößerten Pollen. Diese Pflanzen wurden als Chimären angesprochen (Abb. 6 und 7).

Die vollkommen veränderten Pflanzen hatten 75 Ähren mit einem Ansatzprozent von 5,29.

Tabelle 5. Winterroggen, Colchicin-Samenbehandlung.

Zahl und Verhalten der behandelten Pflanzen.

Pflanzen	Ähren	Ährchen	Samen	Ansatz %
19 ¹	75	4628	245	5,29
44 ²	140	8864	557	6,28
63 ³	215	13492	802	5,95

¹ Pflanzen mit in allen Ähren vergrößertem Pollen.

² Pflanzen mit in einigen Ähren vergrößertem Pollen (nur veränderte Ähren).

³ Summe der ganz oder teilweise veränderten Pflanzen.

Die 44 Chimären hatten 140 Ähren mit vergrößertem Pollen und einen Ansatz von 6,28%. D. h., daß der Ansatz bei den veränderten Teilen der Chimären und bei den vollkommen ver-

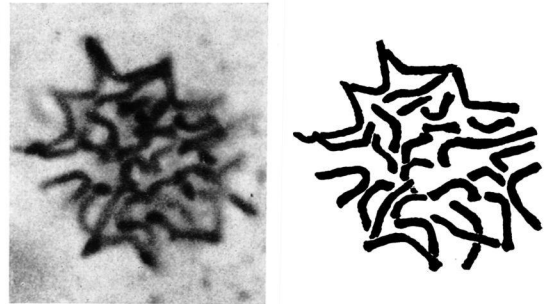


Abb. 11. Colchicininduzierter tetraploider Roggen in der 2. Generation nach der Behandlung (28 Chromosomen). Somatische Teilungen in Wurzelspitzen.

änderten Pflanzen praktisch gleich schlecht war (Tabelle 5). Zu bemerken ist hierzu, daß die tetraploiden Pflanzen neben diploiden abblühten und nicht isoliert worden waren.

1939 im Herbst wurde der größte Teil der Samen, der von Ähren mit vergrößertem Pollen stammte, ausgesät. Ein Teil wurde cytologisch untersucht. Die Pflanzen, die aus Samen von Ähren mit vergrößertem Pollen hervorgegangen waren, wiesen praktisch in allen Fällen 28 Chromosomen auf (Abb. 11). Nur in zwei Fällen wurden Pflanzen mit 21 Chromosomen gefunden (Abb. 10). Da die Geschwister dieser 21 chromosomigen Pflanzen 28 Chromosomen besitzen, muß angenommen werden, daß sie aus der Befruchtung einer 2 n-Eizelle mit einem 1 n-Pollenkorn entstanden sind. D. h., gelegentlich kommt eine Befruchtung zwischen tetraploiden und diploiden Pflanzen vor, und kann zum normalen Samenansatz führen. Aus der Seltenheit des Auftretens triploider Pflanzen muß aber ge-

geschlossen werden, daß entweder 2 n-Eizellen nur selten von 1 n-Pollen befruchtet werden oder aus einer derartigen Befruchtung sich nur selten Samen entwickeln. Im ersten Fall haben wir es mit einer Pollenselektion zu tun; im zweiten Fall muß eine gestörte Embryonalentwicklung angenommen werden (Abb. 9, 10, 11).

Die Frage des schlechten Samenansatzes der tetraploiden Roggen ist damit aber noch nicht geklärt. Es ist anzunehmen, daß er zum Teil auch auf die anormale Ausbildung der Geschlechtszellen zurückzuführen ist. In den kommenden Jahren werden die tetraploiden Roggen isoliert von diploiden gehalten werden. Es werden dadurch alle Störungen, die durch Fremdbefruchtung mit Pollen von diploiden Pflanzen erzeugt worden sind, ausgeschaltet. Man wird erkennen, wie stark die Fertilitätsstörungen innerhalb des tetraploiden Roggens selbst sind. Wir wissen aus den Erfahrungen mit anderen induzierten tetraploiden Pflanzen, daß die Fertilitätsstörungen im Laufe der Jahre schwinden, so daß man hoffen kann, daß auch bei Roggen nach einigen Generationen die tetraploiden Formen mehr oder weniger vollfertil sein werden.

Die gleichen Ergebnisse wie bei Winterroggen wurden auch bei Sommerroggen gewonnen. Es scheint, daß bei Sommerroggen der Ansatz bei den tetraploiden noch schlechter ist als beim Winterroggen. Er betrug bei einer F_1 -Nachkommenschaft 3,6%, während der Ansatz bei den erfolgreich behandelten Pflanzen 6,9% betrug (Tabelle 6).

Ich habe versucht, durch Messung der Spaltöffnungen die tetraploiden Pflanzen bzw. tetraploiden Teile einer Chimäre zu erkennen. Diese Messungen lieferten keine Anhaltspunkte.

Auch die Messung der Ähren tetraploider Pflanzen im Vergleich zu diploiden lieferten

Tabelle 6. Sommerroggen, Colchicin-Samen-Behandlung.

Pflanzen	Ähren	Ährchen	Samen	Ansatz %
14 ¹	30	1384	50	3,62
49 ²	78	3244	223	6,87

¹ Erste Nachkommenschaft der 1938 behandelten Pflanzen.

² 1939 behandelte Pflanzen.

keine positiven Ergebnisse. Die individuellen Unterschiede von Pflanze zu Pflanze sind bezüglich der Ährengröße, Ährenform usw. so groß, daß vorläufig keine meßbaren Unterschiede gefunden werden konnten. Auch in den Chimären unterscheiden sich die tetraploiden Teile nicht von den diploiden.

Es ist möglich, daß man, wenn ein größeres Material vorliegt, vergleichende Untersuchungen bezüglich der morphologischen Eigenschaften mit Erfolg wird vornehmen können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß wir durch die Colchicinbehandlung der keimenden Samen ein Mittel in der Hand haben, um bei Roggen in beliebigem Umfang tetraploide Formen zu erzeugen.

Literatur.

- BLAKESLEE, A. F.: C. r. Acad. Sci. Paris 1937, 205. — BLAKESLEE, A. F., and A. G. AVERY: J. Hered. 28, Nr. 12 (1937). — BRESLAVETZ, L.: C. r. Acad. Sci. USSR, N. s. 22, 354 (1939). — DORSEY: J. Hered. 27, Nr. 4 (1936). — GYÖRFFY, B.: Naturwiss. 26, 547. — GYÖRFFY, B.: Colchicinnel indukált polyploidia I. Acta Biologica, Pars: Botanica Tomus V. Fasc. 1—2. — JÖRGENSEN, C. A.: J. Genet. 19, 133 (1928). — MÜNTZING, A.: Hereditas (Lund) 24 (1938). — NEBEL, B. R., and M. L. RUTTLE: J. Hered. 29, Nr. 1 (1938). — NEMEC, B.: Jb. Bot. 39 (1904). — RANDOLPH, L. F.: Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A. 18, 222 (1932).