

Die übrigen 372 Körner dieses Kolbens waren normal (Abb. 4a und Abb. 4b).

Aus den Nachkommenschaften der mutierten Körner entwickelten sich nach der Bestäubung mit Zahnmaispollen zu 25% Zuckermaiskörner (Tab. 3).

Aus den nicht mutierten Zahnmaisnachkommenschaften entwickelten sich nur Pflanzen mit normalem Stärkeendosperm. Nimmt man an, daß Su den Phänotyp des Zahnmais-Stärkeendosperms charakterisiert und su das Zuckermaisendosperm bezeichnet, dann kann für das Zuckermaisendosperm die genetische Konstitution von su-su-Su angenommen werden. Aus den Körnern mit dem su-Su-Embryo können sich theoretisch Pflanzen entwickeln, deren Nachkommenschaften Körner mit Stärke- und Zuckermaisendosperm im Verhältnis 3:1 besitzen. Dies wird durch folgendes Schema erläutert:

$\varnothing$	$\delta$	su	Su
su	su	su su su	su su Su
Su	Su	Su Su su	Su Su Su

#### D. Zusammenfassung

Es werden drei verschiedene sektorielle somatische Mutationen des Maisendosperms beschrieben und analysiert.

Es handelt sich um folgende Mutanten:

1. Hartmaiskörner an einem Zahnmaiskolben.
2. Zahnmaiskörner an einem Hartmaiskolben.
3. Zuckermaisendosperm an einem Zahnmaiskolben.

Bezeichnet man den Genkomplex für Zahnmais mit Z und den für Hartmais mit H, so ergibt sich folgende genetische Konstitution:

- a) Hartmaismutanten: HHZ im Endosperm und HH im Embryo.
- b) Zahnmaismutanten: ZZZ im Endosperm und HZ im Embryo.
- c) Zuckermaismutanten: su-su-Su im Endosperm und su-Su im Embryo.

#### Literatur

1. EAST, E. M.: A note concerning inheritance in sweet corn. *Science* 29 (1909). — 2. EMERSON, R. A., G. W. BEADLE, and A. C. FRASER: A summary of linkage studies in maize. N.Y. (Cornell) Agr. Exp. Sta. Mem. 180 (1935). — 3. HAYES, H. K., and F. R. IMMER: Methods of plant breeding. McGraw-Hill Book Comp. 1942. — 4. TAVČAR, A.: Die Struktur und der Protein- und Fettgehalt in verschiedenen Varietäten und einheimischen Sorten von Mais (*Zea mays*). *Revisio Scientifica Agriculturae*, Zagreb 1942. — 5. TAVČAR, A.: Somatic mutation of Endosperm from *indentata* to *indurata* in *Zea mays* L. and the mode of its inheritance (kroatisch mit engl. Summary). *Glasnik biol. sek. II/B* (Zagreb), 7, 349—353 (1953).

Aus dem Institut für Acker- und Pflanzenbau Müncheberg/Mark der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin und dem Institut für Pflanzenzüchtung der Karl-Marx-Universität Leipzig

## Polyplioide *Lupinus luteus*

Von H.-J. TROLL\*, G. JAGODA und A. KUNZE

Mit 10 Abbildungen

Die Züchtungsarbeiten an *Lupinus luteus* sind in den vergangenen drei Jahrzehnten fast ausschließlich unter faktogenetischen Gesichtspunkten erfolgt. Das hatte bei der monofaktoriellen Vererbung der Werteigenschaften, wie Alkaloidarmut, Platzfestigkeit der Hülsen und der Wuchseigenschaften normal, froh- und hochwüchsige, seinen berechtigten Grund. Es dürfte das Verdienst von G. BECKER (2) sein, nachdrücklich auf die Gefahren der Einengung des Gen-Bestandes bei Selbstbefruchttern durch die faktogenetisch beeinflußte Züchtungsmethodik hingewiesen zu haben. Die Art *Lupinus luteus* ist zu den fakultativen Selbstbefruchttern zu rechnen, die bei freiem Abblühen der Fremdbefruchtung durch Insekten aber ausgesetzt und zugänglich ist. Züchtungsmethodisch ist zwar die Kreuzungszüchtung zur Erhaltung und Erhöhung der Formenmannigfaltigkeit durch Einbeziehung von Wildformen und Landsorten in Müncheberg ständig in größerem Umfang durchgeführt worden. Ferner wurde dort künstliche Mutationsauslösung mit Röntgen- und Gammastrahlen betrieben (11). Zur Fixierung der genannten Werteigenschaften ergab sich aber trotzdem gezwungenermaßen eine starke Einengung des Genbestandes durch Selektion. Diese Erwägungen hatten schon in

den Jahren während des letzten Krieges dazu geführt, in Müncheberg künstlich polyplioide Formen anzustreben, um die Formenfülle zu bereichern.

Es war STRAUB (8) bereits 1940 möglich, durch Colchicineinwirkung auf Freilandpflanzen von *Pisum sativum* tetraploide Pflanzen auf diploider Unterlage zu erhalten. Mit demselben Ziel hatten 1939 MÜNTZING und RUNGSTROM (5) sowie WERNER (14) 1940 dies vergeblich versucht. STRAUB (10) konnte 1950 tetraploide Erbsenkörner und tetraploide Erbsenpflanzen auf gleichartiger Wurzel auf Bildern zeigen. Ferner veröffentlichte STRAUB (10) 1950 ein Bild, das „Pollenkörner aus diploiden (rechts) und tetraploiden Staubbeuteln der Süßlupine“ darstellt. In Müncheberg war es damals nicht gelungen, künstliche Polyplioide bei *Lupinus luteus* so auszulösen, daß sie bis zur Blüte lebensfähig blieben. Die in Töpfen mit Colchicin behandelten Pflanzen gingen restlos im Jugendstadium ein. Von *Lupinus albus* wurde in dieser Zeit von TROLL (3) im Freiland eine spontan aufgetretene Form gefunden, die sich bei der cytologischen Untersuchung als tetraploid erwies und wenige Jahre hindurch weiter vermehrt werden konnte. Die erhalten gebliebene Abb. 1 zeigt solche Pflanzen.

Auch SCHWANITZ (6) berichtet 1938 in seiner Arbeit über „die Herstellung polyplioider Rassen bei Beta-Rüben und Gemüsearten durch Behandlung mit

\* Herrn Prof. Dr. F. OBERDÖRF zum 65. Geburtstag gewidmet.

Colchicin“, daß es ihm bei allen behandelten Gemüsearten mit Ausnahme der Leguminosen gelungen sei, bis zu 90% der Pflanzen von mindestens 1000 je Art bzw. Sorte polyploid zu machen. Von ähnlichen Schwierigkeiten bei der Polyploidisierung einer anderen großkörnigen Leguminose berichtet 1940 auch WEICHSEL (13). Sie arbeitete mit *Vicia faba* und konnte nur wenige, vermutlich polyploide Pflanzen erhalten, die aber keinen Ansatz gaben.

Mit diesen Hinweisen sollen die Schwierigkeiten gezeigt werden, die der Herstellung von polyploiden großkörnigen Leguminosen entgegenstehen.

Es erhebt sich die Frage, ob auch an dem hier zu beschreibenden, spontan aufgetretenen autopolyploiden Material von *Lupinus luteus* die Formulierung von BECKER (2) bestätigt wird, daß „alle rein autopolyploiden Formen züchterisch versagten“. Daß in den polyploiden Formen völlig „unbalancierte Idiotypen“ vorliegen, dürfte aus der geringen Fertilität und der starken Spaltung in die verschiedenen Wuchstypen deutlich hervorgehen. Dies zeigt die Materialübersicht in Tab. 1. Aus ihr geht die Abstammung und der geringe Vermehrungsgrad des 1962 in Leipzig cytologisch untersuchten Materials hervor.

Tabelle 1. Material und Abstammungsübersicht über die polyploiden *Lupinus luteus*, die 1962 in Leipzig untersucht wurden.

Generation	Jahr	Saat-Nr.	Ausgelegte Kornzahl	Pflanzen mit Ansatz	Geerntete Kornzahl
Kreuzung	1957	K. Nr. 14	1 eselsgrau ♂ 1 schwefelgelb ♀	1 schwefelgelb	11
F <sub>1</sub>	1958	19/5	11	7+1!	14
F <sub>2</sub>	1959	2600/59	10 (4 Reserve)	5	34
F <sub>3</sub>	1960	3283—3288	38	15	95
F <sub>4</sub>	1961	2119—2133	95	24	79
F <sub>5</sub>	1962	2185—2212	66 in Münchebg. 10 in Leipzig	26 5	283 12

In den ersten Jahren nach der Auffindung wurde versucht, das Material zu vermehren. Es wurden deshalb nur wenig Untersuchungen daran durchgeführt. Im Jahre 1959 wurden über das Verhältnis von normalen : deformierten Pollenkörnern je 10 Auszählungen an dem Pollen der polyploiden Pflanzen und von solchen gemacht, die diploide Nachkommen der Kreuzungseltern (Kreuzung des Jahres 1957) waren. Das Ergebnis zeigt Tab. 2.

Tabelle 2. Verhältnis normaler:deformierter Pollenkörnern bei diploiden und tetraploiden *Lupinus luteus* im Jahre 1959.

Bezeichnung	normale	deformierte
	Pollenkörner	%
Saat-Nr. 2600 polypl.	12,4	87,6
Eselsgrau dipl.	86,1	13,9
Weiko III dipl.	82,6	17,4

Die von BECKER (2) ausgesprochene Vermutung, daß es „auf Grund der Polyploidie in verstärktem Maße zu Kombinationseffekten kommen kann“, scheint durch die vorliegenden Ergebnisse bei *Lupinus luteus* bestätigt zu werden. Es handelt sich bei den zu beschreibenden Formen um spontane Polyploidie, die durch unreduzierte Gameten oder apomiktisch entstanden sein muß. Bei dieser Entstehungsart will BECKER (2) bereits in der Gametenbildung, der Ga-



Abb. 1. Links diploide, rechts polyploide Pflanzen von *Lupinus albus*.

metenverschmelzung und der Zygogenentwicklung die beiden Faktoren Kombination und Selektion wirksam wissen. Er erwartete daher bereits in der Ausgangspopulation „weitgehend ausbalancierte Idiotypen“. Die Lupinen sind wegen ihrer hohen Krankheitsanfälligkeit und weil sie sich infolge ihrer Eigenschaft als Tiefwurzler schwer im Gewächshaus kultivieren und vermehren lassen, keine besonders günstigen Objekte für derartige cytologisch zu beweisenden Untersuchungen. Die zweckbedingten Forderungen, nach Erhöhung der Formenmannigfaltigkeit und Wegen für die Artkreuzung zu suchen, machen es aber notwendig, auch den Weg der Polyploidiezüchtung immer wieder zu versuchen.

BECKER (1) erhob schon 1953 die Forderung, daß das diploide Ausgangsmaterial für die erwünschten Polyploiden keine reine Linie sein dürfe. Wie die Tab. 1 angibt, stammen die hier zu besprechenden Formen aus der *F<sub>1</sub>* einer Kreuzung, die 1957 zwischen zwei morphologisch in der Korn- und in der Blütenfarbe unterschiedlichen Typen gemacht wurde. Von 11 Kreuzungskörnern ergaben 8 beerntbare *F<sub>1</sub>*-Pflanzen. Eine von diesen, die Nr. 19/5, hatte im Jahre 1958 14 übergroße Körner, die den Verdacht auf Polyploidie auslösten. Wie die genealogische Übersicht der Abb. 2 zeigt, wurden von diesen 14 Körnern 1959 10 Stück ausgelegt und 4 als Reserve behalten.

Von den 10 sich entwickelnden Pflanzen gingen 5 vor der Blüte ein, weil sie stark von Virus- und Fußkrankheiten befallen wurden. Die Vermehrung des überlebenden Materials in den folgenden Jahren war sehr schwierig. Sobald jedoch eine Rückregulierung in den Normalzustand eintrat, stieg auch der Vermehrungsfaktor sofort wieder an. Das zeigt sich an der Nachkommenschaft der Pflanze 2127/1 des Jahres 1961. Diese Pflanze geht auf die Saat-Nr. 3287/60 zurück. Die Ernte der einen Pflanze der Nr. 3287/60 bestand lt. Saatbuchnotiz aus 6 übergroßen Körnern,

Tabelle 3. Gewichte der polyploiden und normalen Körner von *Lupinus luteus* der Ernte Müncheberg 1962.

Saat-Nr. 1962	Saat-Nr. 1961	Saat-Nr. 1960	Saat-Nr. 1959	Kornzahl Ernte 1962	Gesamtgewicht 1962 in g	Einzelkorn-gewicht in g	TKM	Kornfarbe
2186/2	2119/2	3283/1	2600/11	3	0,50	0,167	167	gesprenkelt
2187/1	2119/3	3283/1	2600/11	3	0,70	0,233	233	gesprenkelt
2189/1	2120/2	3284/1	2600/1	6	1,65	0,275	275	gesprenkelt
2189/2	2120/2	3284/1	2600/1	28	7,55	0,269	269	gesprenkelt
2189/3	2120/2	3284/1	2600/1	11	2,52	0,229	229	gesprenkelt
2191/2	2120/4	3284/1	2600/1	23	5,42	0,235	235	gesprenkelt
2192/0	2120/5	3284/1	2600/1	7	1,92	0,274	274	gesprenkelt
2194/1	2120/7	3284/1	2600/1	11	3,00	0,273	273	gesprenkelt
2194/2	2120/7	3284/1	2600/1	10	2,42	0,242	242	gesprenkelt
2195/1	2122/1	3284/9	2600/1	11	2,55	0,232	232	gesprenkelt
2196	2122/2	3284/9	2600/1	1	0,26	0,260	260	gesprenkelt
2197	2122/3	3284/9	2600/1	18	4,14	0,230	230	gesprenkelt
2200/1	2122/8	3284/9	2600/1	5	0,92	0,224	224	gesprenkelt
2200/2	2122/8	3284/9	2600/1	10	2,08	0,208	208	gesprenkelt
2200/3	2122/8	3284/9	2600/1	44	10,27	0,233	233	gesprenkelt
2201/1	2123/1	3285/5	2600/2	13	2,52	0,194	194	gesprenkelt
2201/2	2123/1	3285/5	2600/2	23	4,82	0,210	210	weiß
2202/1	2124/1	3285/6	2600/2	15	3,65	0,253	253	gesprenkelt
2202/3	2124/1	3285/6	2600/2	14	3,10	0,221	221	gesprenkelt
2203	2125/1	3286/4	2600/3	2	0,35	0,175	175	gesprenkelt
2209/1	2130/4	3288/11	2600/5	7	1,32	0,189	189	gesprenkelt
2209/3	2130/4	3288/11	2600/5	1	0,23	0,230	230	gesprenkelt
2210/2	2130/5	3288/11	2600/5	2	0,38	0,190	190	gesprenkelt
2211/1	2130/6	3288/12	2600/5	2	0,36	0,180	180	gesprenkelt
2211/2+3	2130/6	3288/12	2600/5	13	2,05	0,158	158	gesprenkelt

$\bar{x} = 223$

$s_{\bar{x}} = \pm 6,84$

2204/1	2127/1	3287/2	2600/4	49	3,65	0,074	74	gesprenkelt
2204/2	2127/1	3287/2	2600/4	89	9,27	0,104	104	gesprenkelt
2204/4	2127/1	3287/2	2600/4	79	8,10	0,103	103	gesprenkelt
2204/6	2127/1	3287/2	2600/4	55	4,40	0,080	80	gesprenkelt
2204/8	2127/1	3287/2	2600/4	39	4,12	0,106	106	gesprenkelt
2204/9	2127/1	3287/2	2600/4	69	8,18	0,119	119	gesprenkelt
2204/10	2127/1	3287/2	2600/4	107	6,65	0,062	62	gesprenkelt
2204/13	2127/1	3287/2	2600/4	34	3,95	0,116	116	gesprenkelt
2204/14	2127/1	3287/2	2600/4	160	22,05	0,137	137	gesprenkelt
2204/15	2127/1	3287/2	2600/4	105	11,67	0,111	111	gesprenkelt
2204/16	2127/1	3287/2	2600/4	22	2,25	0,102	102	gesprenkelt

$\bar{x} = 101$

$s_{\bar{x}} = \pm 6,52$

$s_d = \pm 3,65$

$D = 122 \pm 3,65 \text{ g}$

1957 Kreuzung Nr. 14

1958  $F_1$ 

1959

Körner bzw. Pflanzen 2600/59

schwefelgelb ♀ × eselsgrau ♂

1 2 3 4 5 6 7 8 krank  
1959

Reserve

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 krank Reserve  
1959 überlagert

1960

3284 3285 3286 3287 3288 3289

1961

2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135

1962

2204 kleinährige 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2185 2186 2187

1963

WK 49 89 79 55 39 69 107 34 160 105 22 7 1 2 267 3 3

Abb. 2. Abstammungsübersicht der 1962 untersuchten polyploiden *Lupinus luteus*.

die unter der Saat-Nr. 2127 zur Aussaat kamen. Am 24. 5. 61 waren 6 Pflanzen vorhanden, von denen aber nur eine bis zur Reife gesund blieb und 44 normalgroße oder kleinere Körner brachte. Diese Wirkung der Rückregulierung geht auch aus der Zusammensetzung der Korgewichte der Ernte 1962 in Tab. 3 hervor.

### Organvergleiche

#### Samenkorgewichte

Während die 283 übergroßen Körner von den Pflanzen, die 1962 cytologisch als polyplloid erkannt wurden, nach Tabelle 3 eine TKM von 223 g haben, bewegt sich die TKM von normalen diploiden Körnern von *Lupinus luteus* nur zwischen 100 und 180 g.

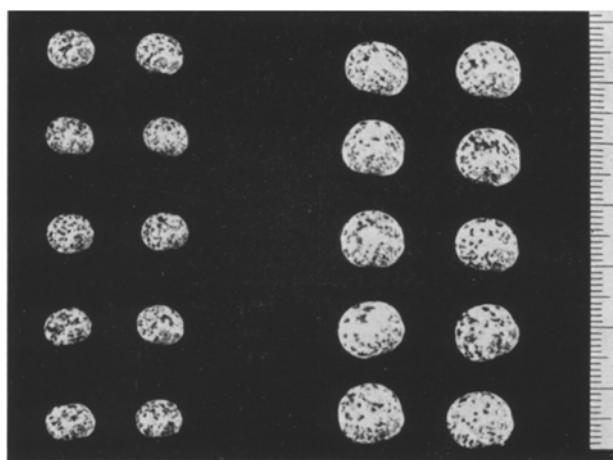


Abb. 3. Links diploide, rechts polyplioide Körner von *Lupinus luteus*.

Nimmt man als mittlere TKM 140 g an, so sind 223 g = 61,40% mehr. Die Abb. 3 zeigt die Größenverhältnisse der normalen und der tetraploiden Samenkörner.

#### Chromosomenzahlen

Zur Methodik der cytologischen Untersuchungen sei folgendes gesagt. Die Chromosomen wurden in Leipzig in Präparaten aus Wurzelspitzen gefunden und ausgezählt. In der genealogischen Abb. 2 sind die untersuchten Pflanzen mit einem „L“ gekennzeichnet. Es handelte sich um die Saat-Nummern, die Tab. 4 mit der Abstammung zeigt. Die Untersuchungen ergeben damit einen Überblick über das gesamte Material.

Tabelle 4. Abstammung der in Leipzig cytologisch untersuchten Pflanzen des polyploiden Materials von *Lupinus luteus*.

Saat-Nr. 1962 in Leipzig	Geschwister der Münchebg. Saat-Nr. 1962	Saat-Nr. 1961
146	2188	2120/1
147	2191	2120/4
148	2195	2122/1
149	2200	2122/6
150	2202	2124/1
151	2203	2125/1
152	2208	2130/3
153	2210	2130/5
154	2211	2130/6

Die Wurzelspitzen von den in Töpfen angezogenen Pflanzen wurden im Carnoygemisch fixiert. Zum

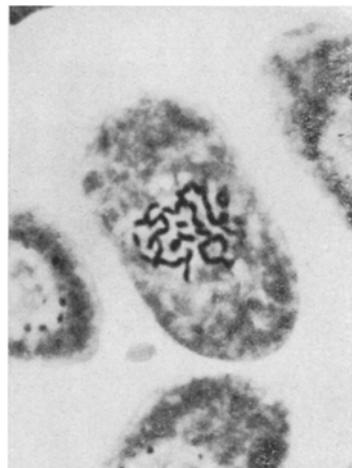


Abb. 4. Chromosomensatz einer diploiden Pflanze von *Lupinus luteus*.  $2x = 52$ .

Verkürzen der Chromosomen wurden die Präparate 24 Stunden im Kühlschrank bei +4 °C gehalten. Eine Vorfixierung in Oxychinolin, das eine Verkürzung der Chromosomen bewirken sollte, erwies sich als ungünstig, weil die Chromosomen verklumpten und schlechtzählbar wurden. Nach der Kühlschrankbehandlung wurden die Wurzelspitzen zum Färben in Karminessigsäure überführt. Nach zwei Tagen hatten sich die Chromosomen so weit gefärbt, daß Quetschpräparate hergestellt werden konnten. Ausgezählt wurde im Phasenkontrast bei Vergrößerungen von 1450 mal. Die Abb. 4 und 5 zeigen auszählbare Chromosomen von diploiden (Nr. 158) und tetraploiden Pflanzen (Nr. 146).

Die Auszählungen machten bei der Vielzahl der Chromosomen erhebliche Schwierigkeiten. Es sollen deshalb in Zukunft auch Pollenmutterzellen in der Reduktionsteilung untersucht werden. Dies unterblieb bisher, um das Material zu schonen. Nach TUSCHNIAKOWA (12) und MALHEIROS (4) hat *Lupinus luteus*  $n = 26$  Chromosomen. Die Zahl 104 konnte in den somatischen Zellen in den seltensten Fällen mit Sicherheit bestimmt werden, da häufig bereits geteilte Chromosomen vorhanden waren. Von den in Tab. 5 aufgeführten 8 Pflanzen wurden die angegebenen Zahlen in verschiedenen Zellen festgestellt.

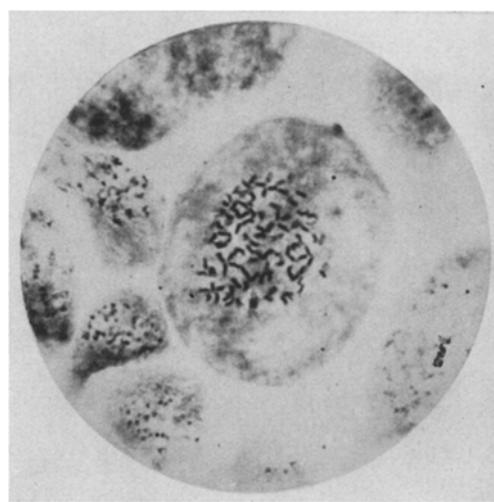


Abb. 5. Chromosomensatz einer polyploiden Pflanze (Nr. 146) von *Lupinus luteus*.

Tabelle 5. Ergebnisse der Chromosomenzählungen der polyploiden *Lupinus luteus*.

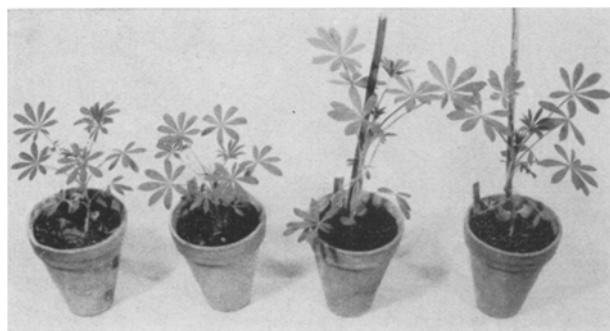
Pflanzen-Nr.	Chromosomenzahl einzelner Zellkerne der Wurzelspitzen
146	103, 103, 103, 102, 112
147	104
148	92, 95
150	114, 118
152	91, 103, 105, 107
153	107
154	96, 99, 100, 102, 104
158 (Kontrolle)	52

## Blattgrößenvergleiche

Die Lupinen entwickeln nacheinander 5-, 7- und 9fingerige Laubblätter. Die Form der Blätter wird mit dem Index aus Länge : Breite in Tab. 6 ausgedrückt. Der Vergleich zwischen den Blattgrößen ist auch aus Abb. 6 zu entnehmen, welche die tetraploiden Pflanzen 146 und 147 neben zwei diploiden Pflanzen (158a und 158c) zeigt.

Tabelle 6. Blattgrößenvergleiche von polyploiden mit diploiden *Lupinus luteus*.

	5 fingerig			7 fingerig			9 fingerig		
	Länge cm	Breite cm	Index	Länge cm	Breite cm	Index	Länge cm	Breite cm	Index
4x	3,13	0,90	3,51	3,89	1,11	3,54	4,08	1,21	3,40
2x	2,35	0,65	3,63	3,30	0,90	3,67	3,75	1,05	3,56
Diff.	0,78	0,25		0,59	0,21		0,33	0,16	

Abb. 6. Links diploide Pflanzen (Nr. 158a und Nr. 158c), rechts polyploide Pflanzen (Nr. 146 und Nr. 147) von *Lupinus luteus*.

Von den 5-, 7- und 9fingerigen Blättern jeder der 8 cytologisch untersuchten Pflanzen liegen Fotogramme vor, deren gemittelte Meßwerte in Tab. 6 zusammengestellt sind. Es wurde jeweils das mittelste Fingerblatt gemessen, das sich auch stets als das größte erwies. Da das Material zu klein ist, um statistische Angaben daraus abzuleiten, haben diese Zahlen nur den Wert von Tastversuchen. Die 5fingerigen Blätter weisen zwischen den diploiden und den polyploiden die größten Differenzen auf, die bei den höher inserierten Blättern abnehmen. Da die Breite der polyploiden Blätter stärker zunimmt als

deren Länge, sind die Indices der polyploiden Blätter kleiner als die der diploiden.

## Stomatagrößenvergleich

Der Vergleich der Größe der Schließzellen ist ein bekanntes Kriterium für die schnelle Erkennung von polyploiden Formen. SCHWANITZ (7) machte 1952 „einige kritische Bemerkungen zur Methode der Bestimmung der Polyploidie durch Messung der Pollen- und Spaltöffnungsgröße“. Diese wurden beachtet, indem nur Schließzellen von homologen Blättern verglichen wurden, die von cytologisch untersuchten Pflanzen stammten. In der Tab. 7 sind die Werte einander gegenübergestellt, die mit Ausnahme der vermerkten Fälle aus 100 Einzelmessungen bei 60facher Vergrößerung in Teilstrichwerten berechnet wurden.

Da die 2n-Topfpflanzen bis auf die Pflanze 158a krank waren, wurden zum Vergleich Freilandpflanzen hinzugezogen. Die 5fingerigen Blätter waren für diese Messungen nicht mehr geeignet, als die Untersuchungen an den 7- und 9fingerigen Blättern durchgeführt wurden. Die Mittelwerte ergaben bei den 7fingerigen Blättern zwischen den 4x- und den 2x-Pflanzen eine Differenz von  $4,40 \pm 0,27$  Teilstrichen, welche mit einem t-Wert von 16,30 bei einem  $P = 0,1\%$  als hochsignifikant befunden wurde. Dasselbe trifft für die Differenz von  $3,06 \pm 0,15$  Teilstrichen zu, die zwischen den 9fingerigen 4x- und den 2x-Pflanzen besteht. Sie hat einen t-Wert von 11,77 und ist damit bei  $P = 0,1\%$  signifikant.

Zur Berechnung der Streuung der Differenz wurden folgende Formeln benutzt:

$$s^2 = \frac{(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$s_d = \sqrt{s^2 \frac{(n_1 + n_2)}{n_1 \cdot n_2}}.$$

## Blütengrößen- und Blütenzahlvergleich

Von den 9 cytologisch untersuchten Pflanzen kamen 8 zur Blüte. Die Blühwilligkeit geht aus der Zahl der angesetzten Blütenkränze hervor, die jeweils 4–5 Blüten entwickelten. Einen Vergleich der Größenverhältnisse gibt die Abb. 7. Um die Ver-

Tabelle 7. Stomatavergleiche von polyploiden und diploiden *Lupinus luteus*-Pflanzen.

Pflanzen-Nr.	$\bar{x}$	5 fingerig		7 fingerig		9 fingerig	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
146	4	20,91	$\pm 2,038$			19,65	$\pm 1,605$
147	4			20,04	$\pm 1,171$	18,75	$\pm 1,542$
148	4			18,31	$\pm 1,529$	16,70	$\pm 1,316$
150	4			21,02	$\pm 1,210$	18,90	$\pm 1,367$
151	4			19,31	$\pm 1,448$	18,42	$\pm 1,305$
152	4			21,29	$\pm 1,395$	17,60	$\pm 1,312$
153	4			20,60	$\pm 1,191$	19,64	$\pm 1,496$
154	4			20,06	$\pm 1,274$	19,40	$\pm 1,256$
				$\bar{x}_1 = 20,04 \pm 0,34$		$\bar{x}_1 = 18,60 \pm 0,30$	
158a Topf	2	14,4	(nur 15 Messg.)			14,44	$\pm 1,408$
Freilandpfl.	2	19,76	$\pm 1,553$			16,53	$\pm 1,353$
Freilandpfl.	2	19,12	$\pm 1,565$			15,66	$\pm 1,367$
				$\bar{x}_2 = 15,64 \pm 0,34$		$\bar{x}_2 = 15,54 \pm 0,60$	
				Diff. = 4,40 $\pm 0,27$		Diff. = 3,06 $\pm 0,15$	



Abb. 7. Links Blüte von diploider, rechts von polyploider Pflanze von *Lupinus luteus*.

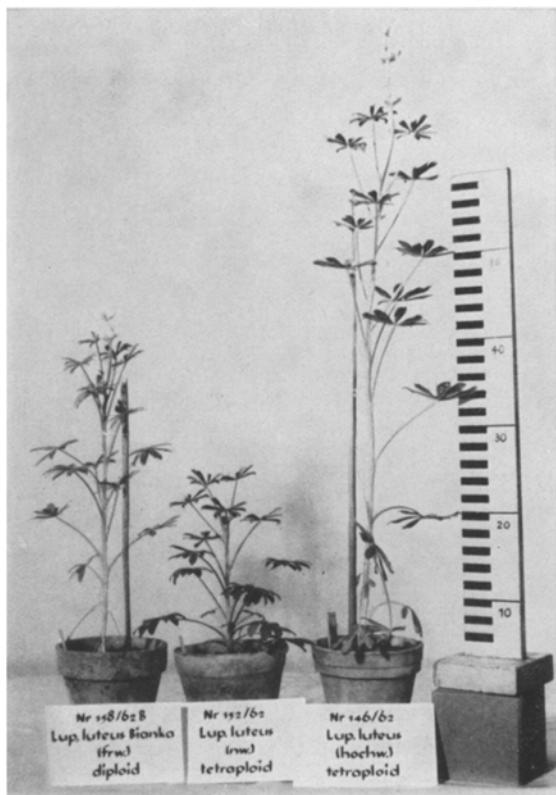


Abb. 8. Links: Blühende diploide Pflanze (Nr. 158), Mitte: Polyploide Pflanze (Nr. 152), rechts: Blühende polyploide Pflanze (Nr. 146) von *Lupinus luteus*.

mehrung nicht zu beeinträchtigen, wurden keine Messungen an den Blüten vorgenommen. In Tab. 8 wird die Anzahl der gebildeten Blütenkränze von den tetraploiden mit der der diploiden Gewächshauspflanzen verglichen und als gleich befunden.

Tabelle 8. Anzahl der Blütenkränze von  $4x$ - und  $2x$ -Pflanzen von *Lupinus luteus*.

Pflanzen-Nr.	$x$	Zahl der Blütenkränze	Pflanzen-Nr.	$x$	Zahl der Blütenkränze
146	4	4	158a	2	3
147	4	3	158b	2	2
148	4	2	158c	2	2
150	4	1	158d	2	3
151	4	2			
152	4	1			
153	4	3			
154	4	4			
Mittel		$4x = 2,5$			$2x = 2,5$

Die Zahl der angesetzten Blütenkränze geht auch aus der Abb. 8 hervor.

Diese Abbildung zeigt darüber hinaus die verschiedenen Wuchstypen der polyploiden, die auch bei den diploiden als „normalwüchsig“ (nw) und „hochwüchsig“ (hochw.) bekannt sind. Es handelt sich um die Wuchs faktoren crescens und crescens/alatus.

#### Pollenkorngrößenvergleiche

Die Pollenuntersuchungen sind zur Feststellung von polyploiden Formen eine bekannte Schnellmethode. Die Forderung von SCHWANITZ (7), nur gleichwertige Blüten zur Pollenentnahme zu benutzen, wurde beachtet. Durch Färbung mit Karminessigsäure wurde der Pollen sichtbar gemacht, der kein Plasma enthielt, demzufolge nicht keimfähig ist und als Zwergpollen bezeichnet wird. Von den  $4x$ -Pflanzen wurden je 50 Pollenkörndurchmesser und von den  $2x$ -Pflanzen zuerst ebenfalls 50 und dann je 100 in Teilstreichwerten festgestellt. Zur Berechnung der Streuungen wurden dieselben Formeln benutzt, die bei den Stomatagrößen verwendet wurden. Ge messen wurde bei 60facher Vergrößerung, so daß ein Teilstreichwert des Okularmikrometers  $2,46\mu$  beträgt. In der Tab. 8 werden einmal die Werte der Pollenkörngrößen der einzelnen polyploiden Pflanzen mit denen einer diploiden Pflanze verglichen und dann der Mittelwert aller polyploiden mit denen der diploiden. Es ergibt sich sowohl in jedem Einzelfall als auch im Mittel aller Fälle eine hochsignifikante Differenz durch den t-Wert.

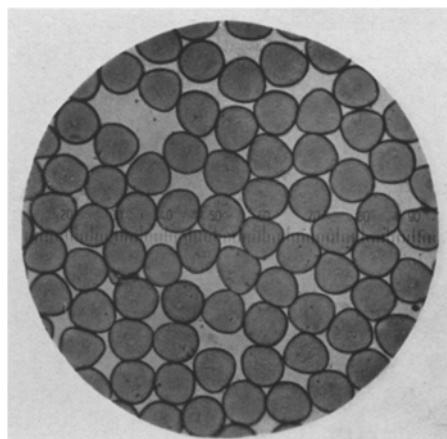


Abb. 9. Pollenkörper von diploider Pflanze von *Lupinus luteus*.

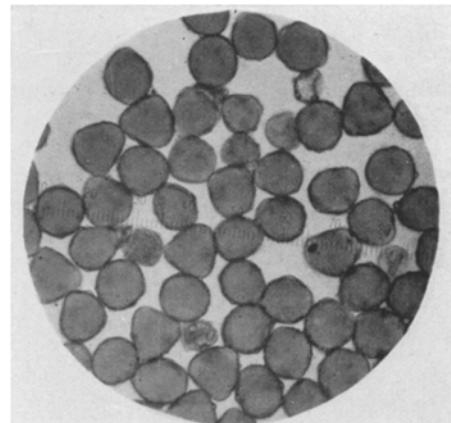


Abb. 10. Pollenkörper von polyploider Pflanze (Nr. 147) von *Lupinus luteus*.

Tabelle 9. Pollenkörngrößenvergleiche von 4x- und 2x-Pflanzen von *Lupinus luteus*.

Pflanzen-Nr.	x	$\bar{x}$	s	t
158b	2	18,55 ± 1,051		
146	4	22,98 ± 1,342	18,37+++	
147	4	21,48 ± 1,189	13,06+++	
148	4	22,23 ± 1,533	13,62+++	
150	4	21,26 ± 1,052	12,90+++	
151	4	21,76 ± 1,427	12,89+++	
152	4	21,10 ± 1,222	11,18+++	
153	4	21,82 ± 1,399	13,19+++	
154	4	22,28 ± 1,379	15,52+++	
158b	2	18,59 ± 0,895		
146 - 154	4	21,91 ± 1,415	22,37+++	
Diff.		3,32 ± 0,148		

Die Abb. 9 zeigt Pollen einer diploiden und Abb. 10 Pollen einer polyploiden Pflanze (Nr. 147). Der Anteil an Zwergpollen war bei den diversen polyploiden Pflanzen verschieden hoch. Die möglicherweise damit zusammenhängenden Fertilitätsfragen sollen noch geklärt werden. Nachdem es gelungen ist, über polyploides Saatgut zu verfügen, sollen außer der Verhaltensweise auch die Erbgänge der Werteigenschaften dieser Formen untersucht werden.

### Zusammenfassung

Die Gründe für die Suche nach polyploiden Pflanzen von *Lupinus luteus* werden dargelegt. Auf die Schwierigkeiten bei der künstlichen Auslösung von polyploiden Formen von großkörnigen Leguminosen wird an Hand der Literatur verwiesen.

Für die beschriebenen polyploiden *Lupinus luteus* wird die Abstammung aus der  $F_1$  einer Kreuzung morphologisch unterschiedlicher Formen nachgewiesen und der geringe Vermehrungsfaktor in 5 Jahren herausgestellt. Die im 4. Jahr nach der Auffindung erfolgte Rückregulierung des Chromosomensatzes einer Pflanze ergab sofort eine normale Fertilität.

Die Organgrößenvergleiche fielen in allen Fällen zu Gunsten der polyploiden Formen aus. Es wurden dazu folgende Organe miteinander verglichen: Samenkörngewichte, Chromosomenzahlen, die Länge und Breite von 5-, 7- und 9fingerigen Laubblättern, die Größe der Spaltöffnungszellen, die Größe und Anzahl der Blüten sowie die Größe der Pollenkörper.

### Literatur

1. BECKER, G.: Problematik der Pflanzenzüchtung. Festvortrag der DAL Berlin 1953. Rechenschaftsber. u. Vorträge D. Akad. d. Landw. Wiss. Berlin 38-59 (1953).
- 2. BECKER, G.: Darwin und die Pflanzenzüchtung. Ber. ü. Vortr. der DAL Berlin, 99-113 (1959).
3. HACKBARTH, J., u. H.-J. TROLL: Lupinen als Körnerleguminosen. In: KAPPERT-RUDORF, Handb. d. Pflanzenz. 2. Aufl., 4. Bd., Verlag P. Parey, Berlin 1959.
- 4. MALHEIROS, N.: Elementas para o estudo cytologico do genero Lupinos. Agron. Lusit. Lisboa 4, 231-236 (1942).
- 5. MÜNTZING, A., and F. RUNGQUIST: Note on some colchicine-induced polyploids. Hereditas (Lund) 25, 491-495 (1939).
- 6. SCHWANITZ, F.: Die Herstellung polyploider Rassen bei Beta-Rüben und Gemüsearten durch Behandlung mit Colchicin. Der Züchter 10, 278-279 (1938).
- 7. SCHWANITZ, F.: Einige kritische Bemerkungen zur Methode der Bestimmung der Polyploidie durch Messung der Pollen und der Spaltöffnungsgröße. Der Züchter 22, 273-275 (1952).
- 8. STRAUB, J.: Die Auslösung von polyploiden *Pisum sativum*. Ber. dtsch. bot. Ges. 58, 430-436 (1940).
- 9. STRAUB, J.: Ergebnisse und Probleme der Polyploidieforschung. Forschungsdienst 12, 318-324 (1941).
- 10. STRAUB, J.: Wege zur Polyploidie. 2. erw. Aufl., Naturwiss. Verl., vorm. Gebr. Bornträger, Berlin-Nikolassee 1950.
- 11. TROLL, H.-J.: Neuere Wege und Probleme der Müncheberger Süßlupinenzüchtung, insbesondere die Bruchfestigkeit der Hülsen. Zeszyty Problemove Postepow Nauk Rolniczych, Zeszyt zo Zaklad Hodowli Roslin PAN 1958. Panstwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne. Warszawa 1960.
- 12. TUSCHNIAKOWA, M.: Über die Chromosomen einiger *Lupinus*-Arten. Der Züchter 7, 169-174 (1935).
- 13. WEICHSEL, G.: Polyploidie, veranlaßt durch chemische Mittel. Insbesondere Colchicinwirkung bei Leguminosen. Der Züchter 12, 25-32 (1940).
- 14. WERNER, G.: Zytologische Untersuchungen über die Wirkung des Colchicins bei zwei verschiedenen reagierenden Pflanzen, Lein und Erbse. Biol. Zentralbl. 60, 86-103 (1940).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Bernburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Die Sitzfestigkeit der Früchte der Krambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) und ihre Prüfung\*

Von H.-G. ZIMMERMANN

Mit 7 Abbildungen

### A. Einleitung

Der Anbau verschiedener Gattungen und Arten der Familie der *Cruciferae* stellt für Mittel- und Nord-europa die wichtigsten Ressourcen des Eigenanteiles seiner Versorgung mit pflanzlichen Ölen dar. Infolgedessen sind sie auch wesentliches Arbeitssubjekt der Ölplanzenzüchtung.

Sowohl beim Anbau als auch bei der Züchtung dieser Pflanzen findet seit langem die Erscheinung des Samenverlustes durch Ausfall vor und bei der Ernte Beachtung. Dies zeigte sich schon von altersher in den weithin bekannten besonderen Maßnahmen bei der

manuellen und später mechanisierten Ernte des Raps als ihres wohl derzeit verbreitetsten Vertreters.

LÖÖF (1961) gibt dazu an, daß sich nicht alle genutzten Gattungen und Arten hinsichtlich der Streuverluste gleich verhalten, und kommt zu folgender Rangordnung mit abnehmender Ausfallgefahr:

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. Schwarzer Senf | 5. Winterrüben  |
| 2. Sareptasenf    | 6. Sommerrüben  |
| 3. Winterraps     | 7. Leindotter   |
| 4. Sommerraps     | 8. Weißer Senf. |

NICOLAISEN (1943), HACKBARTH (1944), BECKER (1939), ANDERSSON und OLSSON (1959), MORICE und PLONKA (1961) sowie LÖÖF (1961) nennen die Vermeidung dieser Samenverluste als Zuchziel beim Raps, wo

\* Herrn Prof. Dr. agr. habil. F. OBERDÖRF zum 65. Geburtstag gewidmet.