

pollengrain mounting. Stain Technol. 27, 249—251 (1952). — 41. RENNER, O.: Die 15-chromosomigen Mutanten der *Oenothera lamarckiana* und ihrer Verwandten. Zeitschr. Vererbungsl. 83, 1—25 (1949). — 42. SCHWANITZ, F.: Genetik und Evolutionsforschung bei Pflanzen. In G. HEBERER: Die Evolution der Organismen. Stuttgart 1954. — 43. SCHLÖSSER, L. A.: Zur Frage der Genomstabilisierung bei Heteroploiden. Biol. Zentralbl. 54, 436 (1934). — 44. SCOTT-MONCRIEFF, R.: The genetics and biochemistry of flower colour variation. Ergebn. Enzymforsch. 8, 277—306 (1939). — 45. SEYFFERT, W.: Über die Wirkung von Blütenfarbgene bei *Cyclamen*. Ztschr. Vererbungsl. 87, 311—334 (1955). — 46. STEBBINS, G. L.: Types of polyploids: Their classification and significance. Adv. Genet. 1, 403—430 (1947). — 47. STUART, C.: A few notes on reproduction in hardy

plants by means of hybridising species and crossing varieties. Journ. Roy. Hort. Soc. 24, 280—287 (1900). — 48. TÄCKHOLM: Cytologische Studien über die Gattung *Rosa*. Acta hort. berg. 7, 97—381 (1922). — 49. TISCHLER, G.: Angewandte Karyologie. Ergänzt. Bd. In: Handbuch der Pflanzenanatomie, Berlin 1954. — 50. WEBBER, J. M.: Interspecific hybridisation in *Nicotiana* XI. The cytology of the sesquidiploid hybrid between *N. tabacum* and *N. silvestris*. Univ. Calif. Publ. Bot. 11, 319—354 (1930). — 51. WETTSTEIN, F. v. und J. STRAUB: Experimentelle Untersuchungen zum Artbildungsproblem III. Weitere Beobachtungen an polyploiden *Bryum*-Sippen. Ztschr. Vererbungsl. 80, 271—280 (1942). — 52. WITTRÖCK, V. B.: *Viola* Studier II. Acta hort. berg. 2/7, 3—78 (1895). — 53. WITTRÖCK, V. B.: *Viola* Studier I. Acta hort. berg. 2/1, 1—142 (1897). —

(Aus der Forschungsstelle für Agrobiologie und Pflanzenzüchtung Gülzow-Güstrow der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin)

Ergebnisse von Untersuchungen an kurzbehaarten und kleinsamigen Mutanten von *Lupinus luteus*

Von HEINZ KRESS und FRITZ ZACHOW

Mit 1 Textabbildung

Im Jahre 1953 konnte über die Ergebnisse der Röntgenbestrahlung bei der Gülzower Süßen Gelblupine berichtet werden (KRESS 1). Unter den aufgefundenen Mutationen waren besonders zwei für die praktische Züchtung wertvolle Neubildungen, die kurzhaarigen und die kleinsamigen Mutanten. Letztere schienen mit ihrem durchschnittlichen Tausendkorngewicht von nur 87 g als Ausgangsmaterial für die Züchtung einer kleinsamigen Grünfutterlupine geeignet, während die kurzhaarige Mutante auf Grund ihrer kurzen Behaarung der Hülsen sowie der Stengel und Blätter ein schnelleres Abtrocknen bei Tau und Regen versprach und somit besonders für den Körnerlupinenanbau im maritimen Klimagebiet von Bedeutung sein konnte.

Schon 1950 wurden zwei ähnliche kurzbehaarte, aber spontane Mutationen bei einer Großauslese aus verschiedenen frohwüchsigen Kreuzungsstämmen ausgelesen (KRESS 2). Es soll daher in dieser Arbeit über die Vererbung des Merkmals Kurzhaarigkeit, über den Einfluß der Behaarung auf die Kornqualität sowie über die Nachkommenschaftsprüfungen der kleinsamigen Mutanten berichtet werden.

1. Vererbung des Merkmals Kurzhaarigkeit

Mit der Auffindung der ersten kurzbehaarten spontanen Mutanten 1950 und der kurzbehaarten Mutante 1952 nach der Röntgenbestrahlung traten damit in verschiedenem Ausgangsmaterial phänotypisch gleiche Mutationen auf, im letzteren Fall allerdings erst nach der Behandlung mit einem mutationsauslösenden Mittel. Wir stellten uns daher die Frage, ob in beiden Fällen dasselbe Gen mutierte oder ob ähnlich wie die Alkaloidarmut auch die Kurzhaarigkeit durch verschiedene Gene ausgelöst werden kann. Als Ursache für die Entstehung der kurzbehaarten Mutante in dem bestrahlten Material mußte evtl. auch eine Fremdbestäubung in Betracht gezogen werden, ging doch das Material aus frei abgeblühten Einzelpflanzen hervor. Bei der Rezessivität des Merkmals „kurzhaarig“ hätte diese Fremdbestäubung schon 1950 erfolgt sein müssen, um in der X_2 1952 in

Erscheinung zu treten. 1950 wurden zwar die ersten zwei spontanen, kurzhaarigen Mutanten aufgefunden, aber das Material stand räumlich so weit entfernt, daß diese Möglichkeit unwahrscheinlich war, wie auch durch die Kreuzungsexperimente bestätigt wurde.

Für die genetischen Untersuchungen des Merkmals „kurzhaarig“ standen uns als Ausgangsmaterial also zwei kurzbehaarte Stämme zur Verfügung, die zunächst mit A und B bezeichnet werden sollen. Als normal behaarte Form wurde die seit 1951 als Sorte zugelassene Gülzower Süße Gelblupine ausgewählt.

Die einzelnen Formen hatten folgende erbliche Konstitution:

1. Stamm A — kurzhaarig, aus einer spontanen Mutation hervorgegangen:

Alkaloidarm,	Genbezeichnung	<i>dulcis</i>
Platzfest,	„	<i>invulnerabilis</i>
Weißsamig,	„	<i>albus</i>
Frohwüchsig,	„	<i>celer</i>
Kurzhaarig,	„	<i>brevis</i>

2. Stamm B — kurzhaarig, nach der Behandlung mit Röntgenstrahlen aus der Gülzower Süßen Gelblupine ausgelesen:

Alkaloidarm,	Genbezeichnung	<i>dulcis</i>
Platzfest,	„	<i>invulnerabilis</i>
Weißsamig,	„	<i>albus</i>
Normal wüchsig,	„	<i>Celer</i>
Kurzhaarig,	„	bis zur Klärung,
		ob es sich um gleiche oder verschiedene Gene für kurzhaarig handelt, soll es mit <i>brevis</i> , bezeichnet werden.

3. Gülzower Süße Gelblupine:

Alkaloidarm,	Genbezeichnung	<i>dulcis</i>
Platzfest,	„	<i>invulnerabilis</i>
Weißsamig,	„	<i>albus</i>
Normal wüchsig,	„	<i>Celer</i>
Normal behaart,	„	<i>Brevis</i>

Die Haarlängen der drei Ausgangsformen sind in der Tabelle 1 enthalten:

Tabelle 1. *Haarlängen bei verschiedenen Formen von Lupinus luteus in mm.*

Form	n	\bar{x}	rel.	s	t	P%
Kurzbehaart Stamm A	500	0,62	32,46	$\pm 0,11$	117,3	< 0,10
Gülzower Süße Gelblupine	500	1,91	100,00	$\pm 0,22$	—	—
Kurzbehaart Stamm B	500	0,65	34,03	$\pm 0,11$	114,5	< 0,10

Zwischen den beiden kurzbehaarten Formen besteht nur ein geringer Unterschied von 0,03 mm bei 500 Messungen. Die Differenzen zwischen der normal behaarten Gülzower Süßen Gelblupine und den kurzbehaarten Formen sind dagegen sehr gut gesichert.

Zunächst wurde durch Kreuzung der beiden kurzbehaarten Stämme A und B mit der normal behaar-

signifikant. Dies bestätigt damit den monomeren Erbgang des Merkmals kurzhaarig im Stamme A.

Die Kreuzung des Stammes B – kurzhaarig mit der Gülzower Süßen Gelblupine ergab ebenfalls eine normal behaarte F_1 -Generation. Die Auszählungen der F_2 -Generation liegen noch nicht vor, aber die normal behaarte F_1 -

Generation und die Aufspaltung der Kreuzung Stamm A \times Stamm B berechtigen zu der Annahme, daß auch im Stamm B die Kurzhaarigkeit monogen und rezessiv bedingt ist.

Durch Kreuzung der beiden kurzhaarigen Stämme A und B untereinander wurde die Frage geklärt, ob das Merkmal kurzhaarig in beiden Stämmen durch

Tabelle 2. F_2 -Spaltung Gülzower Stamm kurzbehaart (*brevis*) \times Gülzower Süße Gelblupine.

Form	Anz. der F_2 -Pflz.	Summe der F_2 -Pflz.	Aufspaltung				Chi ²	P
			gefunden		erwartet			
			normal behaart	kurzbehaart	normal behaart	kurzbehaart		
Gülz. Stamm kurzbeh. (br.) \times Gülz. Süße Gelblupine	25	628	483	145	471	157	1,2229	> 0,2

ten Gülzower Süßen Gelblupine festgestellt, ob ein oder mehrere Gene die Eigenschaft kurzhaarig bedingen und ob sie dominant oder rezessiv vererbt wird.

Die Kreuzung des Stammes A – kurzhaarig \times Gülzower Süße Gelblupine ergab eine einheitliche F_1 -Generation mit normaler Behaarung. Es wurde damit schon erkannt, daß kurzhaarig gegenüber normal

dasselbe Gen ausgelöst wird oder ob verschiedene Gene mutieren. Die F_1 -Generation dieser Kreuzung war normal behaart, und die Haarlängenmessungen ergaben keinen gesicherten Unterschied gegenüber der Gülzower Süßen Gelblupine. (Tab. 3)

Auf Grund der normal behaarten F_1 -Generation konnte auf zwei verschiedene Gene geschlossen

werden, was durch die Spaltung der F_2 -Generation bestätigt wurde. Die F_2 -Generation spaltete im Verhältnis: 9 normal behaarte Pflanzen zu 7 kurzbehaarte Pflanzen (Tab. 4).

Im Stamm B wurde also durch den Einfluß der Röntgenstrahlen ein anderes Gen für kurzhaarig zum Mutieren veranlaßt. Damit wird

Tabelle 3. *Haarlängenmessungen der F_1 -Generation der Kreuzung Stamm A \times Stamm B in mm, im Vergleich zu der Gülzower Süßen Gelblupine.*

Form	n	\bar{x}	rel.	s	t	P%
F_1 Stamm A \times Stamm B	500	1,92	100,5	$\pm 0,35$	—	—
Gülzower Süße Gelblupine	500	1,91	100,0	$\pm 0,22$	9,54	61,8

behaart rezessiv ist. Die F_2 -Generation dieser Kreuzung spaltete im Verhältnis 3 normal behaarte Pflanzen zu einer kurzbehaarten Pflanze auf. Die Eigenschaft kurzhaarig des Stammes A muß damit monogen und rezessiv bedingt sein.

Über die Vererbung des Merkmals kurzbehaart des Stammes A wurde 1952 schon berichtet (KRESS 2), und das Gen, welches die Eigenschaft kurzhaarig auslöst, mit *brevis* benannt. Es fehlten in dieser Arbeit aber noch die genauen Zahlenangaben der F_2 -Spaltung, die hiermit in der Tabelle 2 nachgetragen werden sollen.

Die Differenz gegenüber dem erwarteten idealen Spaltungsverhältnis 3 : 1 ist nur gering und nicht

auch eindeutig der Beweis erbracht, daß die kurzhaarige Mutante in der X_2 der Gülzower Süßen Gelblupine nicht durch Fremdstäubung aus dem Stamme A entstanden sein kann. Das Gen für kurzhaarig im Stamm B soll mit *cur.* (*curtus*) bezeichnet werden. Die Erbformel des Stammes B lautet demnach:

$$\frac{dul\ inv\ albus\ Cel\ cur}{dul\ inv\ albus\ Cel\ cur}$$

In der Tabelle 5 sind die Haarlängenmessungen der F_2 -Generation der Kreuzung Stamm A \times Stamm B zusammengestellt. Die geringe Abweichung der Haarlänge der normal behaarten Pflanzen der F_2 -Generation von der Gülzower Süßen Gelblupine ist nicht

Tabelle 4. F_2 -Spaltung der Kreuzung Stamm A \times Stamm B.

Kreuzung	Anz. der F_1 -Pflz.	Summe der F_2 -Pflz.	Aufspaltung				Chi ²	P
			gefunden		erwartet			
			normal behaart	kurzbehaart	normal behaart	kurzbehaart		
Stamm A \times Stamm B	27	1399	801	598	786,9	612,1	0,58	0,44

Tabelle 5. *Haarlängenmessungen in mm der F₂-Stamm A × Stamm B.*

Form	n	\bar{x}	rel.	s	t	P%
kurzbehaarte Pflanzen der F ₂	500	0,60	31,41	± 0,14	112,3	< 0,10
Gülzower Süße Gelblupine	500	1,91	100,00	± 0,22	—	—
Normal behaarte Pflanzen der F ₂	500	1,90	99,48	± 0,24	0,687	48,3

gesichert, während die kurzbehaarten Pflanzen eine sehr gut gesicherte Differenz aufweisen. Eine Unterscheidung der beiden kurzbehaarten Formen und der doppelt rezessiven Form war nicht möglich.

2. Vergleich der Kornqualität normal behaarter und kurzbehaarter Formen von *Lupinus luteus*

Der Samenbau von *Lupinus luteus* gestaltete sich im maritimen Klimagebiet besonders schwierig, da bei der verhältnismäßig späten Reifezeit von *Lupinus luteus* in diesem Gebiet (Ende August), die Qualität des Saatgutes durch die hohen Niederschlagsmengen, Luftfeuchtigkeit und Nebel stark beeinflusst werden kann. Eine Verbesserung der Saatgutqualität konnte zwar durch die Einführung des Gemengeanbaus von Süßlupinen mit Sommergetreide erreicht werden (KRESS 3),

den normal-behaarten Formen, was auf eine geringere Wasserhaftung und die damit verbundene schnellere Trocknung zurückzuführen sein dürfte. In Gebieten mit hohen Niederschlagsmengen, hoher Luftfeuchtigkeit und Nebel zur Zeit der Reife wird die kurze Behaarung daher verbessernd auf die Saatgutqualität einwirken. Die Nachkommenschaft eines Kreuzungsstammes mit diesen Eigenschaften befindet sich bereits in Vorvermehrung.

3. Ergebnisse der Nachkommenschaftsprüfung kleinsamiger Röntgenmutanten

In der Mitteilung über die Ergebnisse der Röntgenbestrahlung bei der Gülzower Süßen Gelblupine (KRESS 1), konnte auch über zwei bedeutungsvolle kleinsamige Mutanten mit einem Tausendkornge-

Tabelle 6. *Kornqualität kurzbehaarter und normal behaarter Formen von Lupinus luteus nach einem 5-tägigen Benetzungsversuch.*

Form	Anzahl der Samen in Prozent			
	trocken	gequollen	gekeimt	angeschimmelt
normal behaart	21,81 ± 1,9168	76,71 ± 1,7742	0,95 ± 0,525	0,53 ± 0,596
kurzbehaarte Röntgenmutanten	79,96 ± 3,469	18,32 ± 3,174	1,62 ± 0,7788	0,1 ± 0,1072
spontane kurzbehaarte Mutanten	90,53 ± 2,152	9,47 ± 2,152	—	—

und die Auffindung einer kahlhülsig werdenden, schnell trocknenden Form durch TROLL (4) berechnete zu der Hoffnung, eine Sorte mit diesen Eigenschaften zu züchten. Die kahlhülsig werdende Form hat aber den großen Nachteil, daß die Behaarung zunächst normal ausgebildet wird und sich erst bei Eintritt der Grünreife durch den mechanischen Einfluß von Wind und Regen verliert. Es bleiben aber noch kleinere und größere Haarpolster auf den Hülsen zurück, welche die Niederschläge festhalten, so daß auch bei dieser Form die Saatgutqualität beeinträchtigt werden kann. Dieser Nachteil ist bei den kurzbehaarten Formen nicht vorhanden, sie sind daher als Ausgangsmaterial für die Züchtung schnell trocknender Sorten besonders wertvoll.

Zur Prüfung der Kornqualität der kurzbehaarten Formen im Vergleich zu den normal behaarten Formen wurde ein 5-tägiger Benetzungsversuch durchgeführt. Als Versuchsmethode wurde die von TROLL (4) bei der Qualitätsprüfung der kahlhülsig werdenden Form angewandte Versuchsmethodik benutzt. Je 15 Fruchtstände der kurzbehaarten Formen und 15 Fruchtstände der normal behaarten Form wurden in dreistündigen Abständen von morgens 6 Uhr bis abends 21 Uhr für 5 Sekunden 5 Tage lang in Wasser getaucht. In den Zwischenpausen wurden sie bei Zimmertemperatur in Reagenzgläsern zum Trocknen aufgestellt. Nach 5 Tagen erfolgte die Auszählung

wicht von 87,0 und 87,7 g berichtet werden, die zur Züchtung einer kleinsamigen Grünfütterlupine geeignet erschienen. In der Nachkommenschaftsprüfung befriedigte aber eine dieser Mutanten nicht in Entwicklung und Wachstum. Mit der Verminderung des Tausendkorngewichtes war gleichzeitig eine Veränderung des Wuchstyps erfolgt. Die Nachkommenschaft hatte nur eine geringe Wüchsigkeit und glich in ihrem Habitus mehr einer Wildpflanze als einer Kulturpflanze. Ob diese Merkmalsänderungen pleiotrop durch ein Gen gesteuert werden oder gleichzeitig mehrere Gene mutierten, bedarf noch der Klärung. Die Ergebnisse dieser Genanalysen werden zu einem späteren Zeitpunkt mitgeteilt.

Die Nachkommenschaft der zweiten kleinsamigen Mutante ließ keine Veränderung des Wuchstyps erkennen, durch den Mutationsschritt wurden nur die Hülsen und Samen verkleinert. Die Wuchshöhenmessungen (Tab. 7) ergaben keine gesicherten Unterschiede gegenüber der Ausgangsform (Abb. 1). Es kann damit angenommen werden, daß auch der Grünmasseertrag nicht verändert wurde; diese Vermutung muß allerdings erst durch exakte Versuche bestätigt werden.

In der Tabelle 8 wurden die Mittelwerte der Tausendkorngewichte der kleinsamigen Nachkommenschaften der Jahre 1954 und 1955 zusammengestellt. Durch

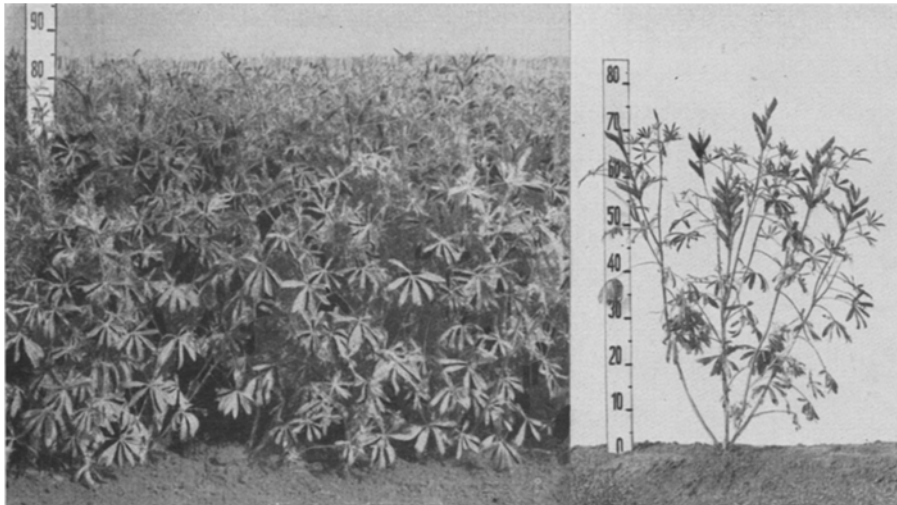


Abb. 1. Links: Bestand kleinsamiger Nachkommenschaften; Rechts: Kleinsamige Einzelpflanze.

Tabelle 7. Wuchshöhenmessung der kleinsamigen Mutante des Jahres 1955 in cm.

Form	n	\bar{x}	rel.	s	t	P%
Mutation kleinsamig	50	56,88	99,76	$\pm 2,794$		
Gülzower Süße Gelblupine	50	57,02	100,0	$\pm 7,172$	0,13	92,0

Tabelle 8. Tausendkorngewichte kleinsamiger und normalsamiger Nachkommenschaften von *Lupinus luteus*.

	n	\bar{x} TKG i. g.	rel.	s	t	P%
1954						
kleinsamig	60	84,58	61,88	4,92		
normalsamig	60	136,67	100,00	12,74	29,52	< 0,10
1955						
kleinsamig	50	90,88	62,55	4,5		
normalsamig	50	145,3	100,00	16,05	23,07	< 0,10

die wechselnden Umweltverhältnisse schwanken die absoluten Mittelwerte um einige Gramm, die Relativwerte bleiben aber annähernd im gleichen Verhältnis.

Die Differenz gegenüber der normalsamigen Form ist in beiden Jahren sehr gut gesichert. Es wird damit die Annahme von HACKBARTH (5) eindeutig widerlegt, daß es sich bei diesen kleinsamigen Mutanten um den Einfluß der Lupinenbräune handeln könnte. Die Symptome der Lupinenbräune sind auch in unserem Zuchtbetrieb genügend bekannt, so daß wir diese Möglichkeit für die Entstehung unserer kleinsamigen Mutanten ausschließen konnten.

Kreuzungen dieser kleinsamigen Mutanten mit der normalsamigen Ausgangsform ergaben eine normalsamige F_1 -Generation, so daß wir auch hier auf die Wirkung eines rezessiven Gens schließen. Die Bestätigung durch die Auszählung der F_2 -Spaltung liegt noch nicht vor, aus diesem Grunde soll auch die Benennung des Gens für kleinsamig in einer

späteren Arbeit nachgetragen werden.

Zusammenfassung

1. Es wird über die Vererbung des Merkmals kurzhaarig einer spontanen und einer durch Röntgenstrahlen entstandenen Mutante berichtet. Die Vererbung des Merkmals kurzhaarig ist in beiden Formen monogen und rezessiv bedingt. Durch Kreuzungen der kurzbehaarten Stämme untereinander konnte festgestellt werden, daß verschiedene Gene für kurzhaarig mutierten.

2. Untersuchungen über die Kornqualität kurzbehaarter und normalbehaarter Formen von *Lupinus luteus* nach einem 5-tägigen Benetzungsversuch bestätigten, daß die kurzbehaarten Formen schneller abtrocknen und damit verbessernd auf die Kornqualität einwirken.

3. Die Nachkommenschaftsprüfung der nach Behandlung mit Röntgenstrahlen aufgefundenen kleinsamigen Mutanten ergab Unterschiede im Wuchstyp. Die Differenz der Tausendkorngewichte zwischen den normalsamigen

und kleinsamigen Formen war sehr gut gesichert. Die genetischen Untersuchungen dieser Mutanten sind noch nicht vollständig abgeschlossen.

Literatur

1. KRESS, H.: Ergebnisse der Röntgenbestrahlung bei der Gülzower Süßen Gelblupine (*Lup. luteus*). Der Züchter, **23**, 168—172 (1953).
2. KRESS, H.: Die Auffindung einer kurzhaarigen, alkaloidfreien, platzfesten, weißsamigen, frohwüchsigen, gelben Lupine; Der Züchter, **22**, 337—338 (1952).
3. KRESS, H.: Gelbe Süßlupinen-Reinsaat oder Süßlupinen-Sommergetreide-Gemenge? Die Deutsche Landwirtschaft, **3**, 172—174 (1952).
4. TROLL, H.-J.: Kornertragsqualität verbessernde, schnelltrocknende kahlhülsige, gelbe Lupine. Der Züchter, Heft **13**, 283—289 (1941).
5. HACKBARTH, J.: Versuche mit Röntgenbestrahlung zur Mutationsauslösung bei *Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius* und *Lupinus albus*. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, **34**, 375—390 (1955).
6. LAMBERTS, H.: A new type with a rapid youth growth in yellow lupins (*Lupinus luteus*) Euphytica **2**, 59—61 (1953).