

- 13, 1—6 (1958). — 43. PARTHASARATHY, N., and S. S. RAJAN: Studies in the fertility of autotetraploids of *Brassica campestris* var. *toria*. *Euphytica* 2, 25—36 (1953). — 44. PATEL, J. S., R. L. M. GHOSE and B. DAS GUPTA: The genetics of (*Corchorus*) jute. Part II. Inheritance of anthocyanin pigmentation. *Agri. Res. Mem. No. 3*. Indian Central Jute Committee, Calcutta (1943). — 45. PIRSCHLE, K.: Quantitative Untersuchungen über Wachstum und Ertrag autopolyploider Pflanzen: Weitere Untersuchungen über Wachstum von Autopolyploiden und ihren Bastarden. *Z. Indukt. Abstammg. u. Vererbgs.* 80, 126—156, 247—270 (1942). — 46. QUADT, F.: Investigation on the fertility of experimentally produced tetraploid and hybrids of tomato. *Z. Pflanzenzüchtg.* 28, 1—22 (1949). — 47. RAMANUJAM, S., and N. PARTHASARATHY: Autopolyploidy. *Ind. Jour. Genet. & Pl. Breed.* 13, 53—82 (1953). — 48. RANDOLPH, L. F.: An evaluation of induced polyploidy as a method of breeding crop plants. *Amer. Nat.* 75, 347—365 (1941). — 49. RAO, K. R., A. T. SANYAL and J. DATTA: Colchicine treatment of jute. *Sci. and Cult.* 10, 86—89 (1944/45). — 50. RAO, N. S., and B. C. KUNDU: Effect of Gammexane on the root tips of *Corchorus capsularis* Linn. *Sci. and Cult.* 14, 484 (1949). — 51. ROSS, J. G., and J. W. BOYCE: Tetraploidy in flax. *Can. Jour. Res., Ser. C.*, 24, 4—6 (1946). — 52. SASS, J. E., and J. M. GREEN: Cytohistology of the reaction of maize seedlings to colchicine. *Bot. Gaz.* 106, 483—488 (1944/45). — 53. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. III. Zum Wasserhaushalt diploider und polyploider Pflanzen. *Züchter* 19, 221—232 (1949). — 54. SHIMAMURA, T.: Experiments of the treatment of tomatoes with colchicine solution. *Japan Jour. Genet.* 14, 304—308 (1938). — 55. SPARROW, A. N., M. L. RUTTLE and B. R. NEBEL: Comparative cytology of sterile intra- and fertile intervarietal tetraploids of *Antirrhinum majus*. *Amer. J. Bot.* 29, 711—715 (1942). — 56. STEBBINS, G. L.: Variation and evolution in plants. Oxford Univ. Press, London 1950. — 57. TOXOPEUS, H. J.: Note on the effect of colchicine treatment of *Hibiscus sabdariffa* L. and *Hibiscus cannabinus* L. *Genetica* 24, 330—332 (1948). — 58. UCHIKAWA, I.: Studies on artificial polyploids in vegetable plants. I. Production of tetraploids in *Cucurbita* by treatment with colchicine and acenaphthene. *Seiken Zihō*. 3, 125—144 with Eng. Sum. (1947). — 59. VAARAMA, A.: Morphological and cytological studies on colchicine-induced polyploidy in *Ribes nigrum*. State Hort. Inst., Pukio, Finland, 1947a. — 60. VAARAMA, A.: Morphological and cytological studies on colchicine-induced tetraploid *Ribes nigrum*. *Suom. Maataloust. Julk.* 67, 55—93 (1947b).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Gölzow-Güstrow Zweigstelle Kloster Hadmersleben der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Mutationsversuche mit weißen Lupinen (*Lupinus albus* L.)

I. Röntgenbestrahlung der Sorte „Neutra“

Von W. PORSCHÉ

Mit 11 Abbildungen

A. Einleitung

In zahlreichen erfolgreichen Versuchen bei verschiedenen Pflanzenarten hat sich gezeigt, daß die künstliche Mutationsauslösung eine wertvolle Zuchtmethodik für die Pflanzenzüchtung darstellt (STUBBE 1959, GUSTAFSSON und v. WETTSTEIN 1958). Nach der grundlegenden Ausarbeitung der Methodik für die praktische Mutationszüchtung durch FREISLEBEN und LEIN (1943) erzielten in letzter Zeit u. a. ZACHARIAS (1956) bei Sojabohnen, SCHOLZ (1957) bei Gerste und VETTEL (1959) bei *Triticale* sehr günstige Ergebnisse. Ihnen gelang es, durch Röntgenbestrahlung von Zuchtsorten bzw. -stämmen umfangreiche Mutantensortimente aufzubauen, die wertvolles Ausgangsmaterial für weitere Züchtungsarbeiten enthalten. Dabei entstanden auch Formen, die im natürlichen Sortiment der betreffenden Pflanzenarten nicht vorkommen oder zumindest nicht bekannt sind, nach dem Gesetz der homologen Reihen aber erwartet werden können. Für die Zuchtarbeit mit Pflanzen von geringer natürlicher Variabilität oder bei denen ein großes Sortiment schwer zu beschaffen ist, ergeben sich daraus neue Möglichkeiten.

Die weiße Lupine (*Lupinus albus* L.) weist eine besonders geringe natürliche Formenmannigfaltigkeit auf. Sie war bisher nur als Kulturpflanze bekannt. Wildformen fehlten völlig (HACKBARTH und TROLL 1959). Erst in allerjüngster Zeit wurde eine Primitivform *Lup. jugoslavicus* gefunden (KAZIMIERSKI 1960). Diese Tatsachen wirkten sich auf die Zuchtarbeiten in Deutschland sehr erschwerend aus. Zwar wurden sowohl in der BRD als auch in der DDR durch langjährige Arbeit bereits einige Sorten geschaffen, die bei rechtzeitiger Aussaat sicher ausreifen und gute

Kornerträge bringen. Diese bisherigen Sorten scheinen jedoch alle noch nicht ganz dem angestrebten Zuchtziel zu entsprechen, wie aus ihrer geringen Anbaufläche in der Praxis zu ersehen ist. Nur der Anbau als Gründüngung scheint sich in der BRD stärker durchzusetzen (LECHNER 1956).

Um die weiße Lupine mit ihrer wiederholt festgestellten hohen Kornertragsleistung (HEUSER 1934/35, HOLLSTEIN 1956, STREUBER 1960), ihrer guten Eignung als Kraftfutter für Milchkühe (HOLLSTEIN 1956) und ihrer ausgezeichneten Mähdruschfestigkeit im größeren Maße der landwirtschaftlichen Praxis nutzbar zu machen, ist noch weitere züchterische Arbeit erforderlich. Insbesondere die Frühreife und die Spätsaatverträglichkeit sind zu verbessern.

Die in der Literatur angeführten guten Ergebnisse bei anderen Pflanzenarten sprechen dafür, die Mutationszüchtung auch bei *Lupinus albus* anzuwenden. Über erste Ergebnisse von Röntgenbestrahlungen berichtete HACKBARTH (1955). Er erhielt 6 Mutanten, darunter auch 3 frühreife Kurzformen, die für die praktische Züchtung von Interesse sein können. Über weitere Mutationsversuche mit *Lup. albus* wird in der Literatur nichts mitgeteilt. Bei den verwandten Arten *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* erzielten TEDIN und HAGBERG (1952), KRESS (1953), TEDIN (1954) sowie HACKBARTH (1955) günstige Resultate.

Unsere eigenen Versuche erfolgten an der Forschungsstelle für Getreidezüchtung Kloster Hadmersleben im Rahmen des Züchtungsprogramms mit *Lup. albus*. Sie wurden 1954 von PLARRE begonnen und ab 1956 bis 1960 zusammen mit dem Vf. durchgeführt. Es wurde dabei angestrebt, 1. eine breitere

Ausgangsbasis für die Kombinationszüchtung zu schaffen und 2. geeignete züchterisch wertvolle Mutanten in Abkürzung des normalen Zuchtweges direkt zu Zuchtstämmen zu entwickeln. Seit 1954 wurden Mutationsversuche mit verschiedenen eigenen Zuchtstämmen vorgenommen. Dabei war es möglich, ein größeres Mutantensortiment aufzubauen.

Im folgenden soll nur über die Mutanten aus dem Stamm 1809₄₈ berichtet werden. Weitere Ergebnisse werden später mitgeteilt.

B. Material und Methodik

Als Ausgangsmaterial diente Saatgut des alkaloidarmen Zuchtstammes 1809₄₈. Dieser Stamm wurde in der Forschungsstelle für Getreidezüchtung Kloster Hadmersleben von VETTEL gezüchtet und ist seit 1959 in der DDR als Sorte unter dem Namen „Neutra“ zugelassen. „Neutra“ stammt aus der Kreuzung Dr. Matthäus (bitter) × Landsberger Stamm 703 kurz (süß). Sie ist eine mittellange, mittelfrühe Form, thermoneutral und daher besonders geeignet für frühe Aussaat als Körnerlupine. Ihre Jugendentwicklung ist rasch. Die Blattfarbe ist blaugrün, die Blütenfarbe weiß mit schwacher dunkelblauer Nervatur, die Schiffchenspitze dunkelblau. Kelch und Blütenstiele sind dunkel gefärbt. „Neutra“ besitzt gute Feldresistenz gegen Lupinenbräune. Standfestigkeit und Ertragsleistung sind gut. Normalerweise werden 2 Hülsenetagen, in sehr feuchten Jahren auch 3 ausgebildet. Die Kornfarbe ist weiß bis creme, die Kornform rundlich bis leicht kantig, oftmals leicht gedrückt, die TKM beträgt durchschnittlich 350 g. Die Alkaloidarmut wird durch den Faktor *pauper* bedingt.

Die Bestrahlung erfolgte an luftgetrockneten Samen mit der Röntgenapparatur des Institutes für Pflanzenzüchtung Halle-Hohenthurm, einem Therapiegerät mit einem Filter zum Austritt für mittelharte Strahlen. Das bestrahlte Saatgut wurde in üblicher Weise gebeizt und mit einer Standweite von 7,5 × 20 cm im Zuchtgarten ausgelegt. Die Samenernte aller zur Reife gelangten X₁-Pflanzen wurde 1955 gemeinsam als X₂ angebaut. Daraus erfolgte eine erste Auslese von 78 Pflanzen mit verändertem Habitus als mutmaßlichen Mutanten sowie ca. 400 frühreifen Pflanzen (Elitotypen), die alle 1956 als Einzelpflanzennachkommenschaften zum Anbau kamen. Von den Restpflanzen der X₂-Generation wurden 2 Ein-Hülsen-Ramsche angelegt und davon je einer für den Anbau der X₃-Generation und einer (ca. 4000 Körner) für eine Zweitbestrahlung verwendet. Diese Bestrahlung erfolgte im Frühjahr 1956 mit 16 kr. Die daraus hervorgegangenen Pflanzen werden als Y-Generationen (Y₁ — Y₃) bezeichnet. Die ein- wie auch die zweimal bestrahlte Population wurden bis zur X₃- bzw. Y₃-Generation weitergeführt. Eine Auslese von Mutanten und frühreifen Elitotypen erfolgte in den 4 Generationen X₂ und X₃ sowie Y₂ und Y₃. Aus der Samenernte der Y₂ wurden außerdem runde volle Körner ausgelesen und als Teilpopulation der Y₃ angebaut.

Alle Pflanzen blühten frei ab. Die Möglichkeit gelegentlicher Fremdbefruchtung durch Insekten war dadurch zweifellos gegeben. Einige als „Mutanten“ ausgelesene Formen, die in ihrem Nachbau starke Aufspaltungen in mehreren Eigenschaften zeigten, wurden darum verworfen. Die Populationen und Mutanten wurden jährlich vor der Aussaat unter der Quarzlampe auf bittere Körner untersucht. Die gefundenen bitteren kamen nicht mit zur Aussaat. Die bestätigten Mutanten kamen in den folgenden Jahren im Sortiment ohne Wiederholungen zum Anbau, nach 8 Mutanten stand jeweils eine Vergleichspazelle mit der Ausgangssorte. Die in der Beschreibung angegebenen Unterschiede werden auf diese Vergleiche bezogen. Sie stellen ausschließlich 4- und 3jährige Durchschnittswerte dar. Alle aussichtsreichen Mutanten wurden zu Stämmen entwickelt und in vergleichenden Ertragsprüfungen mit der Sorte „Neutra“ geprüft.

Die als frühreife Elitotypen geernteten Pflanzen unterlagen den gleichen Selektions- und Anbaubedingungen wie normale Eliten im Rahmen der Erhaltungszüchtung.

Verschiedene von ihnen wurden auch zu Zuchtstämmen entwickelt und auf Ertragsleistung geprüft. Leider konnten die dabei erhaltenen Ergebnisse der Jahre 1959 und 1960 infolge ungünstiger Witterungsbedingungen nicht ausgewertet werden, so daß erst einjährige Ergebnisse (von 1961) vorliegen. Verschiedene Mutanten blühen ebenso rasch ab und reifen z. T. ähnlich früh wie thermolabile Formen. Sie werden als „wahrscheinlich thermolabil“ bezeichnet, da eine Überprüfung der Thermoreaktion durch Saatzeiten- oder Vernalisationsversuche (PLARRE und VETTEL 1958) noch nicht vorgenommen wurde.

C. Versuchsergebnisse

I. Verhalten der X₁ und Y₁

Der Strahleneffekt äußerte sich in der X₁ und Y₁ in einem etwas verzögerten Aufgang. Die Triebkraft war jedoch ausreichend, so daß praktisch ebenso viele Samen wie bei der Kontrolle aufkamen und normale Keimblätter bildeten. Erst im Verlaufe der weiteren Entwicklung zeigten sich stärkere Schäden. Alle Pflanzen entwickelten sich langsamer als die Kontrolle. Ein bedeutender Anteil bildete gar keinen Sproß und ging bald nach dem Auflaufen ein. Die zur Blüte kommenden Pflanzen waren größtenteils Kümmerformen. Eine Übersicht über das Verhalten der X₁ gibt die Tabelle 1.

Tabelle 1. Bestrahlungswirkung in der X₁.

Röntgendosis	Anzahl der ausgelegten Samen	Anzahl geernteter Pflanzen	
		absolut	%
unbestrahlt	1200	1068	89,0
20 kr	2250	1916	85,1
24 kr	1200	782	65,2

Die Y₁ reifte in dem kühlen, feuchten Sommer 1956 nicht völlig aus. Bei ihr wurden keine Auszählungen durchgeführt. Die Zahl der geernteten Pflanzen lag jedoch unter 50% der ausgelegten Samen.

Die Fertilität der X₁ und Y₁ war sehr gering. Eine gewisse Fertilitätsminderung war auch noch bis in die X₃ bzw. Y₃ und bei einzelnen Mutanten in noch späteren Generationen sichtbar. Nach mehrjährigem Nachbau verlor sich die Teilsterilität bei den Mutanten völlig.

II. Beschreibung der Mutanten

1. Veränderung physiologischer Eigenschaften

a) Frühreife Formen

Insgesamt konnten 9 frühreife Mutanten gefunden werden, die sich in mehreren Jahren bestätigten. Davon wurden 4 im Sortiment weitergeführt, während 5 zunächst als Elitotypen in den Zuchtaufbau der Sorte „Neutra“ eingegliedert und nach dem in Hadmersleben üblichen Zuchtschema behandelt wurden. Alle hier als frühreif bezeichneten Typen unterscheiden sich von der Ausgangsform nicht durch frühere Blüte, sondern lediglich durch schnelleres Abreifen und z. T. durch eine etwas geringere Wuchshöhe.

Mut. 8. Auslese aus X₂/1955

4 Tage früher, 8 cm kürzer als „Neutra“

Mut. 9. Auslese aus X₂/1955

4 Tage früher, 13 cm kürzer als „Neutra“

Mut. 10. Auslese aus X₂/1955

1 Tag früher als „Neutra“

Der daraus entwickelte Zuchtstamm 16222₅₆ war in bisher 6jährigem Anbau stets deutlich früher reif als die Ausgangssorte. Er brachte 1961 einen Relativertrag von 96,5% gegenüber „Neutra“ = 100.

Mut. 12. Auslese aus Y₂/1957

4 Tage früher, 6 cm kürzer als „Neutra“

St. 16297₅₆. Auslese aus X₂/1955 als Elite

in 6 Jahren 4mal früher und 2mal (1959 und 1960) gleichzeitig mit „Neutra“ reifend, Relativertrag 1961 = 98,3% von „Neutra“.

St. 28600₅₈. Auslese aus Y₃/1958 als Elite in 3 Prüfungsjahren stets früher reifend, Relativertrag 1961 = 88,9%.

St. 28607₅₈. Auslese aus Y₃/1958 als Elite in 3 Prüfungsjahren 2mal früher, 1mal (1959) gleichzeitig wie „Neutra“ reifend, Relativertrag 1961 = 92,9%.

St. 28637₅₉. Auslese aus Y₃/1958 als Elite in 3 Prüfungsjahren stets früher reifend, Relativertrag 1961 = 79,8%.

St. 28603₅₈. Auslese aus Y₃/1958 als Elite in 3 Prüfungsjahren 2mal früher, 1mal (1959) gleichzeitig wie „Neutra“ reifend, Relativertrag 1961 = 73,3%.

Außer den aufgeführten reifen noch folgende Mutanten früher als die Ausgangssorte:

Mut. 1 (Großmutation) 18 Tage früher

Mut. 6 (wahrscheinlich thermolabil) 7 Tage früher

Mut. 13 (fro- und hochwüchsig) 7 Tage früher

Mut. 16 (Chlorophyllmutante) 2 Tage früher

b) Veränderung sonstiger physiologischer Eigenschaften

Bei den nachstehenden als „wahrscheinlich thermolabil“ bezeichneten Mutanten sind auch deutliche morphologische Veränderungen eingetreten. Sie müssen aber als Folge der thermolabilen Reaktion angesehen werden und sind somit zweitrangig.

Mut. 4. Auslese aus X₃/1956

Pflanzenlänge 10 cm verkürzt, früherer Blühbeginn der 2. und 3. Etage, wahrscheinlich thermolabile Form.

Mut. 6. Auslese aus X₂/1955

7 Tage früher, 20 cm kürzer, besserer Hülsenbesatz als „Neutra“, früherer Blühbeginn der 2. und 3. Etage, wahrscheinlich thermolabil.

Mut. 21. Auslese aus X₃/1956

besserer Hülsenbesatz, früherer Blühbeginn der 2. und 3. Etage, wahrscheinlich thermolabil.



Abb. 1. Mut. 1 bei Blühbeginn.



Abb. 2. Vergleich „Neutra“.

Mut. 18. Auslese aus X₃/1956

raschere Jugendentwicklung, besserer Hülsenbesatz

2. Veränderung des Wuchstypes

Bei dieser Gruppe sind die gegenüber der Ausgangsform aufgetretenen morphologischen Abweichungen besonders auffällig und typisch.

Mut. 1. Auslese aus X₂/1955

Keimung und Jugendentwicklung normal, Neigung zur Ausbildung weniger Fiederblätter, Blühbeginn in der 1. Etage normal, in der 2. und 3. früher, wahrscheinlich thermolabil. Oberhalb des 1. Blütenstandes werden keine Blätter gebildet, nur noch weitere Blütenstände in normaler Anordnung. Wuchshöhe um 29 cm verringert, Hülsenbesatz stark reduziert, Reife 18 Tage früher, kleinkörnig, TKM = 272 g gegenüber 387 g bei „Neutra“ als Vergleich (s. Abb. 1—4). Besonders auffallend bei dieser Mutante ist eine Veränderung der Blütenform. Die Fahne ist nicht aufwärts gerichtet und zurückgeschlagen, sondern krümmt sich leicht gewölbt nach unten. Die Flügel sind teils vorn normal verwachsen, teils aber getrennt. Diese Trennung kommt dann zustande, wenn eine Hälfte der Fahne zwischen beiden Flügeln hindurchwächst. Als Ursache dieser Blütenanomalie mit unvollständiger Penetranz sind nicht näher untersuchte Störungen in der Symmetrie der Blüte anzusehen.

Das Schiffchen ist bei allen Blüten stark zurückgebildet und vorn nicht geschlossen, so daß die Antheren und die Narbe frei heraustreten. Die aufgeführten Veränderungen bewirken letztlich, daß ein großer Teil der Blüten an allen Blütenständen glockenförmig nach vorn geöffnet ist und offen abblüht. Die Blüte ist aber normal selbstfertil; es konnte auch kein höherer Anteil natürlicher Kreuzungen als bei der Ausgangssorte festgestellt werden. Die Abb. 5, 6 und 7 zeigen vergleichsweise Blüten von „Neutra“ und Mut. 1 in geringfügiger Vergrößerung. Bei Rückkreuzungen mit der Ausgangsform



Abb. 3. Mut. 1 zur Zeit des 1. Hülsenansatzes.



Abb. 4. Vergleich „Neutra“.

war die F_1 völlig normal, die F_2 brachte 37 Pflanzen, die im Verhältnis 3:1 spalteten, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht.

Tabelle 2. F_2 -Spaltungen Mut. 1 \times „Neutra“.

Phänotyp	Beobachtung B	Erwartung E	$\frac{(B-E)^2}{E}$
Neutra	29	27,75	0,056
Mut. 1	8	9,25	0,169
	37	37,00	$\chi^2 = 0,225$ $P > 0,50$

Ein Teil der F_1 -Pflanzen wurde mit Mut. 1 rückgekreuzt. Daraus ergaben sich 9 normale Pflanzen und 10 Mut. 1-Typen. Das entspricht einer 1:1-Spaltung nach Rückkreuzung, wie sie bei monohybridem Erbgang zu erwarten ist. Die Großmutation Mut. 1 ist demnach durch ein rezessives Gen bedingt. Es soll die Bezeichnung *mirus* (*mir*) erhalten.

Mut. 7. Auslese aus $Y_2/1957$. Wuchshöhe um 13 cm verkürzt, übrige Eigenschaften unverändert.

Mut. 13. Auslese aus $X_2/1955$. Während der Jugendentwicklung rasches Streckungswachstum. Blattfarbe leicht aufgehellt, Blühbeginn normal. Ansatz der 1. Hülsen- etage 14 cm höher, Gesamtpflanze 8 cm länger als „Neutra“, Hülsenbesatz etwas schwächer, nur sehr vereinzelt Hülseansatz in der 3. Etage, Reife 7 Tage früher, Standfestigkeit nicht so gut

wie „Neutra“. Der Kornertrag lag im 3jährigen Mittel bei 84,0% der Sorte „Neutra“ (s. Abb. 8 bis 10).

Bei Rückkreuzung mit der Ausgangsform war die F_1 normalwüchsig, die F_2 spaltete im Verhältnis 3 normale zu 1 froh- und hochwüchsig, wie aus der Tab. 3 zu ersehen ist.

Das Merkmal froh- und hochwüchsig wird demnach durch ein rezessives Gen bedingt. Es soll die Bezeichnung *elatus* (*el*) erhalten.

Mut. 15. Auslese aus $X_2/1955$

Wuchshöhe 4 cm niedriger, bessere Standfestigkeit, stärkerer Hülsenbesatz als „Neutra“.

3. Chlorophyllmutanten

Bei der Beschreibung der Chlorophyllmutanten haben wir versucht, uns nach den sehr ausführlichen Darstellungen von LAMPRECHT (1960) zu richten. Danach gehören zur *chlorovegetus*-Gruppe, *chloraequalis*-Untergruppe:

Mut. 16. Auslese aus $X_2/1955$

Viridissimus, tiefgrün, 2 Tage früher, 6 cm kürzer, voll vital. Es ist nicht ganz sicher, ob die dunkelgrüne Färbung nur durch die Komponenten der Chlorophyllgruppe bewirkt wird oder ob die Dunkelfärbung auch auf den Einfluß von Anthozyan zurückzuführen ist. Farbstoff- und genanalytische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt.

Tabelle 3. F_2 -Spaltung Mut. 13 \times „Neutra“.

Phänotyp	Beobachtung B	Erwartung E	$\frac{(B-E)^2}{E}$
Neutra	248	252	0,063
Mut. 13	88	84	0,190
	336	336	$\chi^2 = 0,253$ $P > 0,50$

Mut. 20. Auslese aus $X_3/1956$

Claroviridis, hellgrün. Blühbeginn und Reife 3 Tage später, voll vital, Hülsenbesatz besser als bei „Neutra“, wenig kürzer.



Abb. 5. Blütenstand von Mut. 1.



Abb. 6. Blütenstand von „Neutra“.



Abb. 7. Einzelblüte (geöffnet) links „Neutra“, rechts Mut. 1.

Zur *chlorodeflectio*-Gruppe, *chlorohom*-Untergruppe sind zu zählen:

Mut. 2. Auslese aus $X_2/1955$

Chlorina, grünlichgelb. Samenproduktion einigemaßen gut. Vitalität herabgesetzt, Zwergform, 26 cm kürzer.

Mut. 3. Auslese aus $X_2/1956$

Chlorina, grünlichgelb. Gegenüber Mut. 2 kein farblicher Unterschied. Samenproduktion einigemaßen gut, Vitalität herabgesetzt. Zwergform, 24 cm kürzer, Blühbeginn 1 Tag später. Da diese Mutante mit Sicherheit länger ist als Mut. 2, muß es sich um einen anderen Genotyp handeln.

4. Veränderung des Anthozyangehaltes (Anthocyanin-Gruppe)

Die durch Anthozyan bedingten Farbveränderungen bei Phanerogamen hat LAMPRECHT (1960) in der Anthocyanin-Gruppe zusammengefaßt. Wenn wir auch keine Farbstoffanalysen, wie z. B. papierchromatographische Untersuchungen, durchgeführt haben, so lassen sich doch eine Reihe von neu aufgetretenen Formen beschreiben, die dieser Mutantengruppe zuzuzählen sind.

Mut. 17. Auslese aus $X_3/1956$

Verminderte Anthozyanfärbung in Blüten und Blättern, Blattfarbe hellgrün, Blütenfarbe rosa-weiß, Schiffchenspitze dunkelblau. Dunkelblaue Nervatur der Fahne und Flügel fehlt.

Blütenstiele normal dunkel gefärbt. Reife 6 Tage später als „Neutra“.

Mut. 19. Auslese aus $X_2/1955$

Verstärkte Anthozyanfärbung, Blätter dunkler und breiter, blaugrün, Blütenstiele fast schwarz, Blütenfarbe nicht verändert. Blühbeginn 1 Tag, Reife 2 Tage später als „Neutra“.

Mut. 24. Auslese aus $X_2/1955$

Anthozyanfrei, Blätter, Stengel, Blütenstiele und Kelchblätter hellgrün, Blüte reinweiß. Reife 2 Tage später als „Neutra“.

Bei Rückkreuzung mit der Ausgangsform war die F_1 anthozyanhaltig, die F_2 spaltete im Verhältnis 3:1, wie in Tab. 4 dargestellt.

Tabelle 4. F_2 -Spaltung Mut. 24 \times „Neutra“.

Phänotyp	Beobachtung B	Erwartung E	$\frac{(B-E)^2}{E}$
anthozyanhaltig	277	262,5	0,801
anthozyanfrei	73	87,5	2,403
	350	350,0	$\chi^2 = 3,204$ $P > 0,05$

Die Übereinstimmung mit den Erwartungswerten ist nicht sehr gut. Es wurde aber in Kreuzungen festgestellt, daß es sich um das gleiche Gen wie bei der weißblühenden, anthozyanfreien Sorte „Blanca“ handelt, was sich auch nach Angaben von HACKBARTH (1961) rezessiv vererbt. Es ist anzunehmen, daß es mit dem bereits von HACKBARTH und TROLL (1959) angeführten Gen *albiflorus* (*alf*) identisch ist. Um keine unnötigen Bezeichnungen einzuführen, soll auch für Mut. 24 das Symbol *albiflorus* verwendet werden. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, daß nicht nur die weiße Blüte, sondern die völlige Anthozyanfreiheit der gesamten Pflanze charakteristisch für Mut. 24 ist. Sie läßt sich dadurch bereits kurz nach dem Auflaufen sicher von der Normalform unterscheiden. Wahrscheinlich handelt es sich um das gleiche Gen, das MIKOŁAJCZYK (1961) als *coloratus* bezeichnet.



Abb. 8. „Neutra“ bei Blühbeginn.

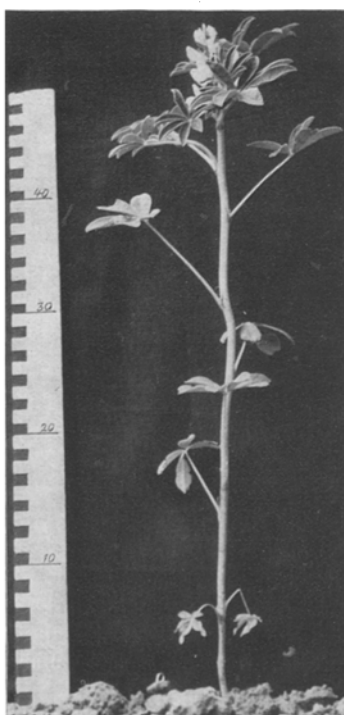


Abb. 9. Mut. 13 bei Blühbeginn.

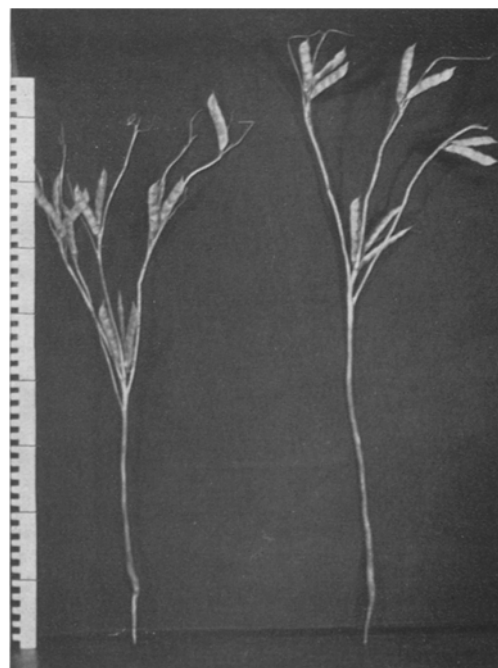


Abb. 10. Reife Pflanzen von „Neutra“ (links) und Mut. 13 (rechts).

5. Veränderung der Kornform

Mut. 23 Auslese aus Samen der Y₂/1957

Gegenüber der Ausgangssorte ist nur die Kornform verändert. Die Samen sind rundlich und voll. Die TKM betrug im 2jährigen Mittel 366 g gegenüber 403 g bei „Neutra“ als Vergleich. Der Kornertrag liegt nach bisherigen Ergebnissen 10% unter der Ausgangssorte. Der Unterschied in der Kornform ist auf Abb. 11 deutlich zu erkennen. Bei Rückkreuzung mit „Neutra“ war die F₁ normal. Die F₂ spaltete im Verhältnis 3:1, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist.

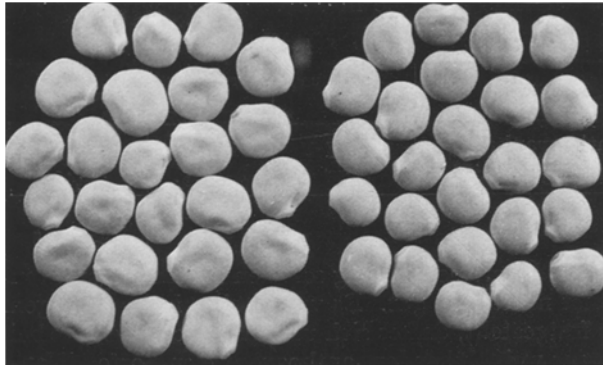


Abb. 11. Je 25 Körner von Mut. 23 (rechts) und Vergleich „Neutra“ (links).

Tabelle 5. F₂-Spaltung Mut. 23 × „Neutra“.

Phänotyp	Beobachtung B	Erwartung E	$\frac{(B-E)^2}{E}$
normales Korn	150	148,5	0,002
volles rundes Korn	48	49,5	0,045
	198	198,0	$\chi^2 = 0,047$ $P > 0,50$

Die Eigenschaft rundes, volles Korn ist also monogen rezessiv bedingt. Das neue Gen soll *plenus* (*plen*) genannt werden.

D. Besprechung der Ergebnisse

Unsere Ergebnisse können als eine weitere Bestätigung für den züchterischen Wert induzierter Mutationen bei Kulturpflanzen angesehen werden. Neben verschiedenen nur wissenschaftlich interessanten Mutanten erhielten wir eine verhältnismäßig große Anzahl züchterisch wertvoller Formen. Ein Teil davon, die frühreifen, können direkt als Ausgangsmaterial für die Verbesserung der Sorte „Neutra“ verwandt werden. Die Bedeutung derartiger frühreifer Stämme braucht hier nicht weiter herausgestellt zu werden. Wenn manche auch im Mittel mehrerer Jahre nur wenige Tage früher als die Ausgangssorte reifen, so bedeutet das in kühlen, feuchten Sommern bereits einen Unterschied von 1 bis 2 Wochen. Obwohl wir stets größten Wert auf die Verbesserung der Frühreife gelegt haben, ist es uns nicht gelungen, derartig frühe Stämme durch sehr umfangreiche Auslesen aus Vermehrungsbeständen zu erhalten.

Es kann sich darum nur um echte Röntgenmutanten handeln, Formen, die spontan entweder gar nicht oder nur so selten auftreten, daß sie praktisch nicht zu erfassen sind.

Als besonders wertvoll ist Mut. 10 anzusehen, die bei deutlich früherer Reife die gleiche Pflanzenlänge und wahrscheinlich auch die gleiche Ertragsleistung

wie „Neutra“ besitzt. Die anderen frühen Mutanten sind fast alle kürzer und scheinbar z. T. auch ertragsschwächer. Leider liegen erst einjährige Ergebnisse aus Ertragsprüfungen vor, so daß über die Erträge noch keine sicheren Angaben gemacht werden können. Verschiedene der zu Zuchtstämmen entwickelten frühreifen Typen entsprechen aber zweifellos auch ertraglich dem Zuchtziel.

Besonderen Wert besitzen die frühen Mutanten auch als Kreuzungsmaterial für die Kombinationszüchtung. Von allen uns bekannten thermoneutralen Formen sind sie die frühesten. Im Hinblick auf das Zuchtziel, eine frühreife, thermoneutrale Körnerlupine (PLARRE und VETTEL 1958), können sie weitere Fortschritte ermöglichen.

Das gilt auch für die Mut. 13 (fro- und hochwüchsig) und Mut. 23 (volles, rundes Korn). Beide besitzen neue Eigenschaften, die bisher bei *Lupinus albus* noch nicht aufgetreten sind. Da ihre Ertragsleistungen nicht befriedigen, können sie nur als Ausgangsmaterial für die Kombinationszüchtung dienen. Dabei ist bei Verwendung der Mut. 13 besonders an die Verbesserung der Mähdruschseignung zu denken. Eine hochwüchsige, frühreifende *Lupinus albus* mit nur 2 Hülseentagen wäre eine ideale Mähdruschpflanze. Mut. 13 hat größte Ähnlichkeit mit der von HACKBARTH (1951) bei *Lup. luteus* aufgefundenen Mutante *altus* (*cresaltus*). Das gilt insbesondere für folgende Eigenschaften: Frohwüchsigkeit, höheren Hülseinsatz gegenüber der Ausgangsform, frühere Reife, hellere Blatt- und Stengelfarbe. Es handelt sich hierbei ganz offenbar um eine Parallelvariation in zwei nahe verwandten Arten. Es wäre angebracht, auch Mut. 13 mit *altus* zu bezeichnen. Dieses Symbol wurde jedoch bereits von MIKOLAJCZYK (1961) für ein anderes *Lupinus albus*-Gen verwendet. Wir haben daher die Bezeichnung *elatus* für Mut. 13 gewählt. Eine ähnlich hochwüchsige Form (*procerus*) ist auch bei *Lup. angustifolius* bekannt (TROLL 1948). Sie reift nach HACKBARTH (1951) jedoch nicht früher als ihre Ausgangsform und entspricht somit nicht ganz dem *altus*- und *elatus*-Typ.

Mut. 23 besitzt ein ideales kleines Korn, was bei der weißen Lupine als erstrebenswertes Zuchtziel gilt. Als Nachteil bei dieser Mutante ergibt sich jedoch auch infolge der Verringerung der TKM um ca. 10% ein entsprechender Ertragsabfall von 10%. Um den gleichen Kornertrag wie bei „Neutra“ zu erzielen, müßten der Hülsebesatz pro Pflanze oder die Kornzahl pro Hülse durch planmäßige Kombinationszüchtung verbessert werden. Das Wesentliche und Neue an dieser Mutante ist jedoch nicht das kleinere Korn, sondern die verbesserte Kornform. In bisher allen Anbaujahren waren die Körner der Mut. 23 rundlich und voll ausgebildet. Eine derartig ideale Kornform konnte bisher weder im Sortiment von *Lup. albus* noch in unserem umfangreichen Neuzuchtmaterial aufgefunden werden. Sie ist bei der Saatgutaufbereitung und beim Drillen vorteilhafter als das flache und oft in der Mitte eingedrückte Korn der meisten *Lup. albus*-Sorten und Herkünfte.

Von den übrigen Mutanten erlangt noch die frohwüchsige Mut. 18 praktisches Interesse. Sie fiel auch gleichzeitig bei allen Bonitierungen durch stärkeren Hülsebesatz auf. Ihre Ertragsleistung wurde noch nicht geprüft.

Die wahrscheinlich thermolabilen Mut. 4, Mut. 6 und Mut. 21 könnten das vorhandene Sortiment von thermolabilen Formen um einige Typen mit starker Belaubung und guter Krankheitsresistenz vergrößern. Positiv muß auch Mut. 15 beurteilt werden, die wenige Zentimeter kürzer und standfester als „Neutra“ ist und stärkeren Hülsenbesatz aufweist.

Die übrigen Mutanten sind züchterisch ohne Wert. Sie zeigen aber, daß *Lupinus albus* in nahezu allen Eigenschaften mutieren kann. Als besonders interessante Form ist Mut. 1 anzusehen. Durch ihren veränderten Wuchstyp, das Fehlen von Blättern in der Blütenregion und ihre anomale Blütenform wirkt sie wie eine andere Art. Sie muß als ausgesprochene Großmutation angesehen werden. Es ist überraschend, daß auch sie monogen bedingt ist. Sie stellt damit ein weiteres Beispiel einer Großmutation dar, die dem Übergang in eine andere Gattung gleichkommt. Derartige Großmutanten mit auffallender Veränderung des Blütenbaues sind bereits bei *Antirrhinum* aufgetreten und von STUBBE (1952) eingehend untersucht und beschrieben worden. Da unsere Arbeit mit praktischer Zielsetzung durchgeführt wurde, haben wir uns auf eine Beschreibung (und Erhaltung) der Mut. *mirus* beschränkt.

Die beschriebenen Chlorophyllmutanten und die Typen mit abweichendem Anthozyangehalt sind bei uns auch schon verschiedentlich als Spontanmutationen aufgetreten. Man kann sie praktisch in jedem größeren Vermehrungsbestand finden. Ihr verstärktes Auftreten im bestrahlten Material ist stets ein Kriterium für den Erfolg der Bestrahlung. Wenn auch nur von Mut. 24 Kreuzungsanalysen vorliegen, so handelt es sich bei ihnen sehr wahrscheinlich in allen Fällen um rezessive Eigenschaften, denn die Nachkommenschaften zeigten keine Aufspaltung.

Beim Vergleich der von uns gefundenen Mutanten mit den bisher bekannten Formen von *Lupinus luteus* und *Lup. angustifolius* (HACKBARTH und TROLL, 1959) ergibt sich, daß es gelungen ist, einen Teil der nach dem VAVILOV'schen Gesetz der homologen Reihen zu erwartenden Formen bei *Lup. albus* künstlich zu erzeugen. Das gilt z. B. für die runde, volle Kornform, für die Hochwüchsigkeit und die Frühreife.

Vielleicht ist es durch weitere Versuche — auch mit anderen Mutagenzien — möglich, das Mutationspektrum noch zu vergrößern und die verlorengegangene Variabilität der Wildformen von *Lupinus albus* auf diese Art wiederzugewinnen.

E. Zusammenfassung

Durch Röntgenbestrahlung der Sorte „Neutra“ konnten mehrere, bisher noch nicht bekannte *Lupinus albus*-Mutanten erzeugt werden. Darunter befindet sich eine Anzahl züchterisch wertvoller Formen. Die Mutanten werden beschrieben. Es sind unter anderem 9 frühreife, 1 froh- und hochwüchsige, 3 beschleunigt abblühende (wahrscheinlich thermolabile), 1 kleinkörnige mit rundem vollem Korn, 1 mit verändertem Wuchstyp und abgewandelter Blütenform, 4 Chlorophyllmutanten und 3 mit Änderungen im Anthozyangehalt. Für einige von ihnen wurde monogen rezessiver Erbgang nachgewiesen und folgende Genbezeichnungen vorgeschlagen: *mirus* (*mir*) für veränderten Wuchstyp und abgewandelte

Blütenform, *elatus* (*el*) für froh- und hochwüchsig, *albiflorus* (*alf*) für anthozyanfrei und *plenus* (*plen*) für kleineres rundes, volles Korn.

Ertragsleistungen der aussichtsreichsten Mutanten werden angegeben und ihre Bedeutung für die Züchtung diskutiert.

Literatur

1. FREISLEBEN, R., und A. LEIN: Möglichkeiten und praktische Durchführung der Mutationszüchtung. Kühn-Archiv 60, 211—225 (1943).
2. GUSTAFSSON, A.: Mutations in agricultural plants. Hereditas 33, 1—100 (1947).
3. GUSTAFSSON, A., und D. v. WETTSTEIN: Mutationen und Mutationszüchtung. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Aufl. Bd. I. Berlin und Hamburg 1958.
4. HACKBARTH, J.: Beobachtungen über den Entwicklungsrhythmus bei *Lupinus luteus*. Z. Pflanzenzücht. 30, 198—209 (1951).
5. HACKBARTH, J.: Versuche mit Röntgenbestrahlung zur Mutationsauslösung bei *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*. Z. Pflanzenzüchtg. 34, 375—390 (1955).
6. HACKBARTH, J.: Die Gene der Lupinenarten. III. Weiße Lupine (*Lupinus albus*). Z. Pflanzenzüchtg. 37, 185—191 (1957).
7. HACKBARTH, J.: Untersuchungen über die Vererbung der Alkaloidarmut bei der Weißlupine (*Lupinus albus*). Z. Pflanzenzüchtg. 45, 334—344 (1961).
8. HACKBARTH, J., und H.-J. TROLL: Lupinen als Körnerleguminosen und Futterpflanzen. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Aufl. Bd. IV. Berlin und Hamburg 1959.
9. HEUSER, W.: Dreijährige Untersuchungen über die Kornträge der weißen Lupine (*Lup. albus*) und ihre Flächenleistung an Eiweiß und Fett im Vergleich zu anderen Lupinenarten und Leguminosen. Pflanzenbau 11, 433—446 (1934/35).
10. HOLLSTEIN, H.: Über die Bedeutung der weißen Süßlupine (*Lup. albus*) in der Futterwirtschaft für das Milchvieh. Z. f. Landw. Versuchs- und Untersuchungen 2, 205—220 (1956).
11. KAZIMIERSKI, T.: An interspecific hybrid in the genus *Lupinus* (*Lupinus albus* L. × *Lupinus jugoslavicus* Kazim. et Now.). Genetica Polonica 1, 3—60 (1960).
12. KRESS, H.: Ergebnisse der Röntgenbestrahlung bei der Gülzower süßen Gelblupine. Der Züchter 23, 168—172 (1953).
13. LAMPRECHT, H.: Über Blattfarben von Phanerogamen, Klassifikation, Terminologie und Gensymbole von Chlorophyll- und anderen Farbmутanten. Agri Hortique Genetica XVIII, 135—168 (1960).
14. LECHNER, L.: Sorten- und Herkunftsfragen bei Bitterlupinen. Mitt. der DLG 71, 461—463 (1956).
15. MIKOŁAJCZYK, J.: Inheritance of certain morphological and physiological characters in *Lupinus albus*. Genetica Polonica 2, 19—92 (1961).
16. PLARRE, W., und F. VETTEL: Vergleichende Untersuchungen an mehrjährig durchgeführten Saatzeiten- und Vernalisationsversuchen mit *Lupinus albus*. Z. Pflanzenzüchtg. 40, 125—150 (1958).
17. SCHOLZ, F.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. VII. Untersuchungen über den züchterischen Wert röntgeninduzierter Mutanten verschiedener Merkmalsgruppen bei Sommer- und Wintergerste. 1. und 2. Teil. Z. Pflanzenzüchtg. 38, 181—222 u. 225—274 (1957).
18. STREUBER, E.: Untersuchungen über Anbautechnik und Ertragsleistung der Sojabohne *Glycine max.* (L.) Merr. Diss. Halle/Saale 1960.
19. STUBBE, H.: Über einige theoretische und praktische Fragen der Mutationsforschung. Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Math.-Naturwiss. Klasse Bd. 47, H. 1. Akademie-Verlag Berlin 1952.
20. STUBBE, H.: Einige Ergebnisse der Mutationsforschung an Kulturpflanzen. Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Jahrg. 1959, Nr. 1, Klasse für Medizin, Berlin 1959.
21. TEDIN, O.: X-irradiation of *Lupinus luteus*. Acta Agric. Scand. 4, 569—573 (1954).
22. TEDIN, O., and A. HAGBERG: Studies on X-ray induced mutations in *Lupinus luteus* L. Hereditas 38, 267—296 (1952).
23. TROLL, H.-J.: Entwicklung und Probleme der Müncheberger Lupinenzüchtung. Der Züchter 19, 153—177 (1948).
24. VETTEL, F. K.: Mutationsversuche an Weizen-Roggenbastarden (*Triticale*). I. Mutationsauslösung bei *Triticale* Rimpau. Der Züchter 29, 293—317 (1959).
25. ZACHARIAS, M.: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. VI. Röntgenbestrahlungen der Sojabohne (*Glycine soja* (L.) Sieb. et Zucc.). Der Züchter 26, 321—338 (1956).