

(Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Forschungsstelle für Agrobiologie und Pflanzenzüchtung Gülzow-Güstrow/Mecklbg.)

## Ergebnisse der Röntgenbestrahlung bei der Gülzower Süßen Gelblupine (*L. luteus*).

(Vorläufige Mitteilung.)

Von H. KRESS.

Mit 9 Textabbildungen.

### Einführung.

Durch 25jährige Züchtungsarbeit an der gelben Lupine ist aus einer Wildpflanze eine sehr wertvolle Kulturpflanze für unsere Landwirtschaft geworden. Durch zielbewußte Arbeit konnten bisher folgende wesentliche Kultureigenschaften in einer Pflanze vereinigt werden: Die Alkaloidarmut, die Frohwüchsigkeit, die Platzfestigkeit, die Weichschaligkeit, die Weißsamigkeit und die Kurzhaarigkeit der Hülsen Stengel und Blätter. Zum Idealtyp gehören jedoch nach unseren heutigen Vorstellungen noch die Abbruchfestigkeit der Hülsen, die völlige Kahlhülsigkeit und die geschlossene Blüte zur Vermeidung von Fremdbefruchtung. Um nicht auf spontane Mutationen und damit auf Großauslesen angewiesen zu sein, gingen wir dazu über, Röntgenbestrahlungen vorzunehmen, da die bisherigen Bestrahlungen bei Gerste, Weizen und anderen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen Erfolge zeigten.

Der Zweck unserer Mutationsversuche an der gelben Süßlupine war einerseits, diese bisher noch nicht gefundenen Mutationen künstlich zu erzeugen. Andererseits sollten Erfahrungen für die weitere erfolgreiche Anwendung der Bestrahlung bei anderen Lupinenarten gesammelt werden.

Durch die Bestrahlung wird die spontane Mutationsrate um ein vielfaches erhöht. Es muß daher möglich sein, Pflanzen mit wertvollen neuen morphologischen Merkmalen zu erhalten und auszulesen. Die Sorte als solche bleibt bei der Bestrahlung unbeeinflusst, da die Wirkung der Strahlen meistens nur ein Merkmal im positiven oder negativen Sinne verändert. Aus diesem Grunde wurde die derzeit leistungsfähigste Zuchtsorte, die „Gülzower Süße Gelblupine“ für diese Arbeiten gewählt.

Für theoretische, genetische Mutationsstudien ist die gelbe Lupine auf Grund der Fremdbefruchtung und der cytologischen Verhältnisse nicht geeignet, wie auch TEDIN und HAGBERG [1] feststellten. Bei unseren Bestrahlungsversuchen bestand auch nicht die Absicht, irgendwelche genetischen Studien zu betreiben, sondern sie wurden lediglich durchgeführt, um für die praktische Züchtung wertvolle Mutationen aufzufinden. Unter diesem Gesichtspunkt muß auch die vorliegende Arbeit betrachtet werden.

### Ausgangsmaterial und Methode.

Als Ausgangsmaterial für die Bestrahlung diente die „Gülzower Süße Gelblupine“, die im Frühjahr 1951 als Sorte zugelassen wurde. Sie hat das gleiche Gen für Alkaloidarmut (*dul*), wie die SENGBUSCHSche [2] Süßlupine Stamm 8. Im Gegensatz zu den Sorten „Weiko I“, II und III bildet sie Anthozyan aus. Außerdem zeichnet sie sich durch eine sehr hohe Er-

tragsleistung aus. Damit ist die Forderung, zur Bestrahlung nur hochwertiges Zuchtmaterial zu verwenden, erfüllt.

Die Bestrahlungen wurden im Februar 1951 am Institut für Pflanzenzüchtung der Universität Halle in Hohenthurm durchgeführt. Es wurden je 200 g Samen mit einer Dosis von 8, 12 und 16 kr bestrahlt. Die einzelnen Dosen wurden deshalb so unterschiedlich gewählt, weil noch keine Angaben über die subletale Dosis bei Lupinen vorlagen. Es sollte hiermit gleichzeitig der wirksamste Dosisbereich für spätere Bestrahlungen ermittelt werden.

Die Aussaat der Samen erfolgte am 13. 4. 1951. Sie wurden einzeln im Abstand von 10 × 20 cm ausgelegt. Die Größe der 8 kr-Parzelle betrug 21,2 qm, der 12 kr-Parzelle 24,4 qm und der 16 kr-Parzelle 22 qm. Außerdem wurden noch eine 12 kr-Parzelle von überlagertem Saatgut und eine Ramsch-Parzelle angelegt.

Die Samen der ersteren waren schon im Jahre 1950 bestrahlt worden, gelangten aber in diesem Jahre nicht mehr zur Aussaat. Die Ramsch-Parzelle setzte sich aus mit 8, 12 und 16 kr bestrahlten Samen zusammen, da auf dem Transport eine teilweise Vermischung eingetreten war.

Während der Vegetationsperiode stand das Material dauernd unter Beobachtung, um möglicherweise Chromosomen- und dominante Gen-Mutationen zu finden. Alle Pflanzen, die in der  $X_1$  eine Veränderung zeigten, wurden zwecks Prüfung ihrer Nachkommenschaft einzelpflanzen- bzw. einzelhülsenweise geerntet, verarbeitet und 1952 wieder ausgelegt. Das übrige Saatgut aus der Ernte der  $X_1$  wurde 1952 als  $X_2$  parzellenweise im Abstand von 20 × 20 cm ausgesät.

Die Bestrahlungen wurden auch im Jahre 1952 fortgesetzt. 300 g Samen der 12 kr- und 200 g der 16 kr-Parzelle wurden zur weiteren Erhöhung der Mutationsrate einer nochmaligen Bestrahlung mit 16 kr unterzogen. Es mußte bei dieser Behandlung natürlich damit gerechnet werden, daß die in der  $X_1$  induzierten Mutationen durch die erneute Bestrahlung zurückmutieren oder überdeckt werden konnten, ehe sie überhaupt wahrnehmbar in Erscheinung traten.

Technische Mängel der Röntgenapparatur bedingten aber eine unbestimmte Dosisverminderung. Es kann deshalb nichts sicheres darüber gesagt werden, ob bei *L. luteus* durch zweimalige Bestrahlung mit dazwischenliegendem einmaligem Anbau die Mutationsrate erhöht wird.

Auch die  $X_2$  wurde während der Vegetationszeit laufend auf Mutanten durchgesehen. Bei der Ernte fand eine genaue Einzelpflanzenuntersuchung auf Veränderungen der Samenfarbe und -größe, der Behaarung, sowie der Platzfestigkeit statt. Außerdem wurden die Hülsen auf ihre Abbruchfestigkeit untersucht.

### Veränderungen der $X_1$ (1951).

Die Keimfähigkeit der Samen wurde durch die Strahlenwirkung nicht beeinträchtigt, wie auf Grund der Aufgangsbonitierung ermittelt wurde. Nur die Samen der überlagerten 12 kr-Parzelle keimten etwas schlechter, was aber auch auf den Einfluß der Überlagerung zurückgeführt werden kann. Während des weiteren Wachstums der Keimlingspflanzen zeigte sich, daß eine ganze Anzahl nach und nach zugrunde gingen. Dabei konnte festgestellt werden, daß mit zunehmender Bestrahlungsdosis der Prozentsatz der absterbenden Pflanzen anstieg. Während sich die Pflanzen der 8 kr-Parzelle fast alle entwickelten, zeigte die 16 kr-Parzelle einen sehr lückigen Bestand. Auffallend war auch, daß mit steigender Dosis die Wüchsigkeit abnahm, so daß die 16 kr-Parzelle als sehr langsamwüchsig auffiel.

Die  $X_1$  reifte sehr unterschiedlich. Die Pflanzen zeigten ein starkes Regenerationsvermögen und blühten vereinzelt bis in den Oktober. Der von der 8 kr-Parzelle schon am 9. September erreichte Reifegrad wurde für die 16 kr-Parzelle erst am 8. Oktober bonitiert. Je höher die Bestrahlungsdosis lag, desto später und ungleichmäßiger reiften die Pflanzen.

Die  $X_1$  wurde während der Vegetationsperiode auf Chromosomen- und dominante Gen-Mutationen untersucht. Dabei zeigte sich an mehreren Pflanzen bei der Ausbildung des Blütenstandes eine Verdickung desselben, die sich sehr bald als Gabelung des Haupttriebes erkennen ließ (Abb. 1). Unterschieden wurden Gabelungen, die von der Spitze, von der Mitte und vom unteren Teil des Blütenstandes ausgingen. Insgesamt konnten 50 Pflanzen mit diesen Blütenstandsgabelungen gefunden werden, davon 8 in der 8 kr-, 10 in der 12 kr-, 29 in der 16 kr- und nur 3 in der 12 kr- (überlagerten) Parzelle. Ein Gabeltyp aus der 16 kr-Parzelle fiel durch seinen guten Hülsenansatz auf. Eine Gabelung der Seitentriebe wurde in keinem Falle beobachtet.

Die Frage, ob es sich hier um Chromosomen- bzw. dominante Gen-Mutationen oder lediglich um durch die Bestrahlung bedingte Modifikationen handelte, konnte nach der Prüfung der Nachkommenschaft beantwortet werden. Die Nachkommenschaftsprüfung erbrachte die Bestätigung, daß es sich um durch die Strahlenwirkung ausgelöste Modifikationen handeln muß. Es traten nämlich derartige Gabeltypen in den Nachkommenschaftsprüfungen überhaupt nicht mehr in Erscheinung. Bestärkt wird unsere Annahme, daß es sich um Modifikationen handelt, durch Versuche von FREISLEBEN und LEIN [3] bei Gerste, und von HOFFMANN-KNAPP [4] bei Hanf. Sie erhielten in der  $X_1$  mit zunehmender Dosis in steigender Anzahl ähnliche Gabeltypen, die sich bei der Gerste in Doppeljährigkeit und beim Hanf in einem männlichen und einem weiblichen Ast zeigten. In der  $X_2$  und in späteren Generationen konnten auch bei ihren Untersuchungen keine Gabeltypen mehr beobachtet werden.

Durch die Strahlenwirkung kann die Scheitelzelle entweder zur Zweiteilung veranlaßt oder zum Absterben gebracht werden. Im letzteren Falle wird sie durch benachbarte Zellen ersetzt. Diese Veränderungen der Scheitelzelle können zu den von uns beobachteten Gabelungen führen.

Als weitere Abweichung von der Ausgangssorte wurde in der 8 kr-Parzelle eine Farbvariante gefunden,

deren Haupttrieb schwach hellgelb, der Seitentrieb jedoch normal ockergelb gefärbt war. In der Nachkommenschaft waren die Blüten wieder normal ockergelb gefärbt.

Die weitaus interessantesten Veränderungen traten in der 16 kr-Parzelle auf. Hier fanden sich allein drei Pflanzen mit vollkommen unbehaarten Hülsen. Eine dieser Pflanzen hatte einen gegabelten, behaarte Hülsen tragenden Haupttrieb, zwei Seitentriebe mit behaarten und einen dritten mit unbehaarten Hülsen. Die zweite Pflanze war ebenfalls gegabelt und zwar waren die Blüten des einen Gabelastes hellgelb gefärbt und die Hülsen später haarlos, während der andere Gabelast normal blühte und behaarte Hülsen trug (Abb. 2). Der nichtgegabelte Haupttrieb der dritten Pflanze hatte bis auf eine behaarte Hülse vollkommen unbehaarte Hülsen. Während die behaarte Hülse eine normale Größe aufwies, waren die übrigen haarlosen Hülsen wesentlich kleiner (Abb. 3). Der einzige ausgebildete Seitentrieb dieser Pflanze trug jedoch behaarte, normal große Hülsen.

Bei den angeführten Pflanzen handelte es sich offenbar um Chimären. Durch die Bestrahlung, die bei der Samenbehandlung auf embryonales, meristematisches Gewebe erfolgte, wurden nicht alle Zellen zum Mutieren angeregt, und die mutierten Zellen enthielten nicht die gleichen Mutationen. Ähnliche Chimärenbildungen wurden auch von FREISLEBEN und LEIN [3] bei Gerste beschrieben. Allerdings trat dort der Chimärencharakter der  $X_1$ -Pflanze nur in den Fertilitätsverhält-



Abb. 1. Gabelung des Haupttriebes.

nissen hervor. Die Chimärennatur hinsichtlich der Gen-Mutationen konnte auf Grund der Rezessivität der Mutationen erst durch das abweichende Spaltungsverhältnis der  $X_2$  aufgeklärt werden.

Bei den Chimären der Süßlupinen handelte es sich um Periklinalchimären, denn in der Nachkommenschaftsprüfung dieser unbehaarten Hülsen traten nur



Abb. 2.



Abb. 3.

Abb. 2. Gabeltyp: Rechter Ast mit unbehaarten Hülsen; linker Ast mit behaarten Hülsen.  
Abb. 3. Kahlhülsiger Haupttrieb mit einer behaarten Hülse (links unten).

Abb. 4. Blattmutante der  $X_2$ .

Pflanzen mit normalbehaarten Hülsen auf. Dieses ist auch erklärlich, wenn man voraussetzt, daß nur die Epidermis zum Mutieren angeregt wurde. Die Eizelle wird aber aus dem subepidermalen Gewebe gebildet, so daß daher diese Veränderungen nicht auf die Nachkommenschaft übertragen werden konnten.

Erwähnenswert ist noch eine Farbmutante in der 16 kr-Parzelle, deren hellgelber Seitentrieb keinen Ansatz hatte; und weiterhin eine Chlorophyll-Mutante, die in der Nachkommenschaft nicht mehr auftrat. Diese kann ebenfalls zu dem Typ der Periklinalchimären gerechnet werden.

### Mutanten der $X_2$ (1952).

Die Mutationen, die 1952 in der  $X_2$  ausgelesen wurden, bedürfen allerdings noch der Bestätigung durch die Nachkommenschaftsprüfung. Aber dennoch sollen sie hier mitgeteilt werden, da es sehr unwahrscheinlich ist, daß derartige Abänderungen, wie sie hier in der  $X_2$  auftraten, allein modifikativen Charakter haben.

Als Mutationen des Blattapparates fanden sich in der  $X_2$  drei Pflanzen. Bei zwei Pflanzen aus der 12 kr- (überlagerten) Parzelle saßen die Blättchen nicht wie bei einem normalen Lupinenblatt fingerartig am Blattstiel, sondern die einzelnen Fiederblättchen waren mit einem mehr oder weniger langen Stiel am Hauptstiel befestigt. An der Basis waren diese Blättchen teilweise mit ihren Rändern verwachsen, so daß sie am unteren Ende eine röhrenartige Form hatten (Abb. 4). Die Blüten der Blattmutanten waren stark deformiert und vollkommen steril. (Abb. 5) Die dritte Pflanze, welche aus der 16 kr-Dosis stammte, hatte hinsichtlich ihrer Blattform große Ähnlichkeit mit dem *angustifolius*-Typ, brachte aber auch keinen Samen.

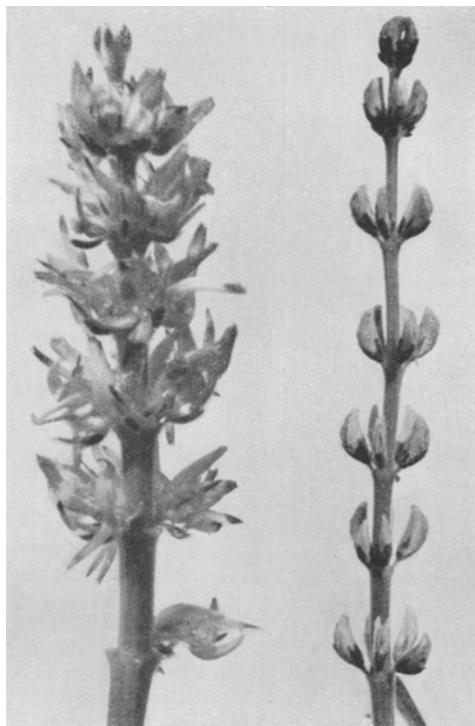
In der 12 kr-Parzelle traten sieben Pflanzen mit geschlossenen Blüten (Abb. 6) auf, die aber keinen Samen ansetzten. Bei zwei Pflanzen beruhte die Sterilität sicherlich auf dem Zwillingsscharakter der Blüten, denn jede Blüte enthielt zwei Fruchtknoten mit je einem Griffel und einer Narbe (Abb. 7). Bei den übrigen Pflanzen waren die Staubgefäße deformiert, so daß eine Selbstbefruchtung nicht stattfinden konnte. Eine künstliche Bestäubung von Pflanzen mit geschlossener Blüte mit normalem Pollen führte zu keinem Ergebnis. Demgegenüber brachte eine Bestäubung normaler Blüten mit Pollen von geschlossenen Blüten Ansatz.

In der 16 kr-Parzelle wurden zwei Farbmutanten aufgefunden, die

dottergelb blühten. In der 12 kr-Parzelle wurde eine Pflanze mit derselben Blütenfarbe und in der 8 kr-Parzelle eine Pflanze mit orangefarbenen Blüten, sowie eine Pflanze mit zitronengelben Blüten beobachtet.

Bei der Untersuchung der reifen Einzelpflanzen konnten aus der 16 kr-Parzelle sieben und aus der zweimal mit 16 kr behandelten Parzelle eine kahlhülsig werdende Pflanze ausgelesen werden. Das Kahlhülsigwerden kommt darin zum Ausdruck, daß anfangs normal behaarte Hülsen zu Beginn der Reife durch den mechanischen Einfluß von Wind und Regen

ihre Haare zum größten Teil verlieren. Es konnte weiterhin beobachtet werden, daß Unterschiede sowohl in der Vollständigkeit, als auch im Zeitpunkt des Abfallens bestehen. So wurden in der Ramschparzelle zwei Pflanzen gefunden, die eine geringere



Links: Abb. 5. Der Blütenstand der Blattmutante (s. Abb. 4).

Rechts: Abb. 6. Blütenstand mit geschlossener Blüte.

Neigung zum Kahlhülsigwerden aufwiesen. Bei der Pflanze aus der zweimal mit 16 kr bestrahlten Parzelle waren im Gegensatz zu den anderen Mutanten bei der Reife nur noch an der Basis der Hülsen einige Haare vorhanden.

Ebenfalls wurden zwei Mutanten mit kurzen Haaren gefunden. Bei einer Pflanze der 8 kr-Parzelle betrug

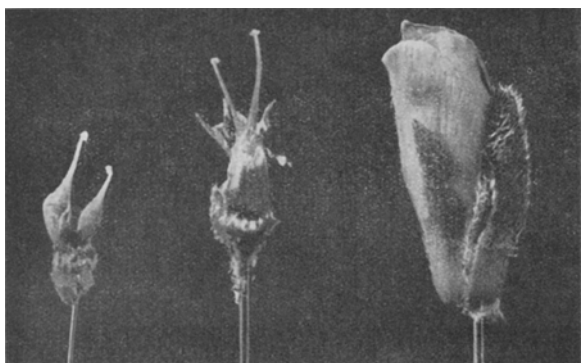


Abb. 7. Geschlossene Blüte mit Zwillingscharakter.

die Länge der Haare sowohl an den Hülsen, als auch an Blättern und Stengeln im Durchschnitt von 20 Messungen 0,686 mm (Abb. 8). Bei der Pflanze aus der 12 kr-Parzelle wurde eine Länge von 1,200 mm gemessen. Die Länge der Haare der Kontrollpflanzen betrug dagegen 1,700 mm.

Von wirtschaftlicher Bedeutung sind vielleicht auch die aufgetretenen kleinhülsigen Pflanzen. Insgesamt

wurden vier kleinhülsige und damit kleinsamige Pflanzen ausgelesen, von denen besonders zwei mit einem Tausendkorngewicht von 87,00 g und 87,84 g erwähnt werden sollen (Abb. 9). Das Tausendkorngewicht des aus der Ausgangssorte bestehenden Standards betrug 135,2 g. Diese kleinsamigen Pflanzen, die aus der 12 kr- und 12 kr-überlagerten Parzelle stammten, hatten dieselbe Höhe wie die Ausgangssorte.

Interessant war auch das Ergebnis der Untersuchung auf Samenfarbe, die zehn schwarzsamige Pflanzen finden ließ. Sämtliche Samen dieser Pflanzen waren tiefschwarz gefärbt und auf beiden Seiten sichelförmig gezeichnet. Bei der Überprüfung auf Alkaloidgehalt stellte sich heraus, daß drei dieser Pflanzen alkaloidarm waren, während die übrigen sieben Pflanzen Alkaloid enthielten. Von den drei schwarzsamigen süßen Pflanzen entstanden eine durch Bestrahlung mit

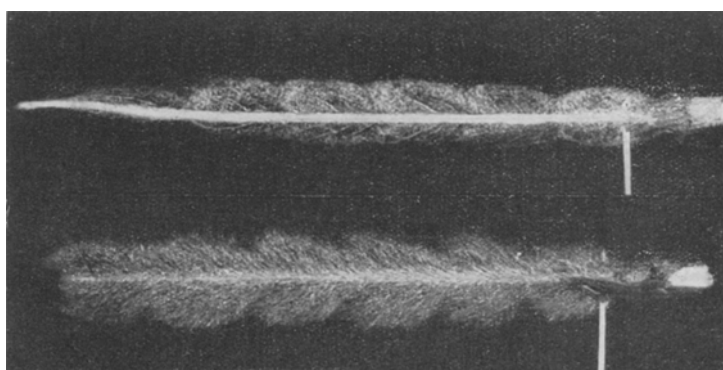


Abb. 8.

oben: Hülse der kurzbehaarten Mutante.  
unten: normalbehaarte Hülse bei einer Kontrollpflanze.

8 kr und zwei mit 12 kr. Von den bitteren schwarz-samigen Pflanzen standen zwei in der 8 kr-Parzelle, vier in der 12 kr Parzelle und eine in der 12 kr überlagerten Parzelle.

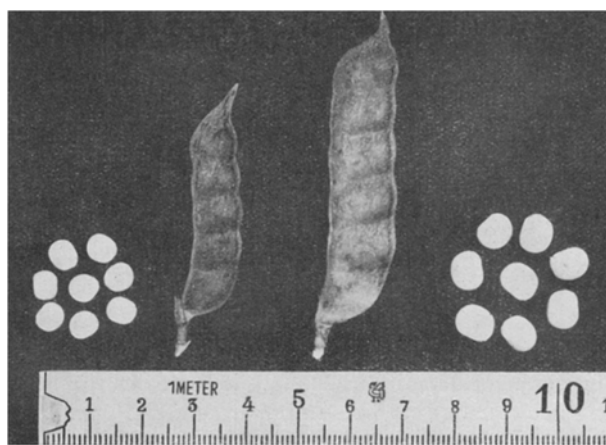


Abb 9. links: Samen und Hülse der kleinsamigen Mutante (TKG 87,00 g).  
rechts: Samen und Hülse einer normalen Kontrollpflanze (TKG 135,2 g).

Wie wir aus den Ergebnissen der Bestrahlungen bei der gelben Süßlupine schließen können, ist eine Röntgenbestrahlung bei Lupinen durchaus erfolgversprechend. Wenn auch bisher eine abbruchfeste gelbe Lupine nicht aufgefunden werden konnte, so zeigt sich doch, daß durch künstliche Mutationsauslösung die Variationsbreite wesentlich vergrößert werden kann und daß züchterisch wertvolle Formen auftreten.

Kurzbehaarte und kahlhülsig werdende Pflanzen können wirtschaftlich wertvoll sein. Bei Sorten mit diesen Eigenschaften wird es bestimmt leicht sein, auch in Klimatalagen mit hoher Luftfeuchtigkeit Saatgut mit guter Kornqualität zu ernten. Aber auch die kleinkörnigen Mutanten sind nicht ganz wertlos, sondern sie können eine gute Sorte, zwar nicht für den Körnerleguminosenanbau, wohl aber für den Zwischenfruchtbau abgeben. Wenn auch die Mutanten mit geschlossener Blüte keinen Ansatz brachten, so kann aber dieses Merkmal durch künstliche Kreuzung erhalten werden.

Tabelle 1.

Veränderungen der $X_1$	8 kr	12 kr (überlagert)	12kr	16 kr
Modifikationen: Gabeltypen.....	8	3	10	29
Chimären: Pflanzen mit unbehaarten Hülsen..				3
Chlorophyllmutante .....				1
Farbmutante .....	1			

Vorliegende Ergebnisse zeigen, daß die spontan auftretenden Mutationen auch durch Röntgenstrahlen induziert werden können. Die von uns experimentell erzeugten kahlhülsig werdenden Lupinen konnte TROLL [5] als spontane Mutation aus bitterem Ausgangsmaterial auslesen. Ebenso konnte ich vor einiger Zeit von einer kurzbehaarten Lupine berichten, die aber im Gegensatz zu der hier beschriebenen Mutation zum frohwüchsigen Typ gehört [6].

Bestrahlung mit 12 kr die größte Zahl Mutanten erbrachte.

Die erfolgreichste Bestrahlungsdosis scheint daher zwischen 12 kr und 16 kr zu liegen. Eine Erhöhung bis auf 18 kr dürfte noch möglich sein, ohne daß der Prozentsatz nicht lebensfähiger Pflanzen zu hoch wird.

### Zusammenfassung

Es werden die Bestrahlungsversuche mit der Gölzower Süßen Gelblupine beschrieben. Die Bestrahlungen wurden durchgeführt, um für die praktische Züchtung wertvolle Mutationen zu erhalten. Der Dosisbereich erstreckte sich von 8 kr bis 16 kr. Zur weiteren Erhöhung der Mutationsrate wurde eine nochmalige Bestrahlung der 12 kr und 16 kr-Parzelle mit 16 kr vorgenommen. Mutationsauslesen wurden in der  $X_1$  und in der  $X_2$  durchgeführt. Als Veränderung traten in der  $X_1$  Gabeltypen, Pflanzen mit unbehaarten Hülsen, eine Farb- und eine Chlorophyll-Mutante auf. In der  $X_2$  fanden sich neben Mutationen des Blatt- und Blühapparates Veränderungen hinsichtlich der Behaarung, der Samengröße und -farbe. Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse kann gesagt werden, daß die Röntgenbestrahlung als Zuchtmethod bei Lupinen geeignet ist.

### Literatur.

1. TEDIN, O. u. A. HAGBERG: Studies on X-ray induced Mutations in *Lupinus luteus* L. Hereditas 38, 267 (1952). — 2. SENGBUSCH, R. v.: Bitterstoffarme Lupinen I; II; III. Züchter 2, 1 (1930); 3, 93 (1931); 10, 91 (1938). — 3. FREISLEBEN, R. u. A. LEIN: Vorarbeiten zur züchterischen Auswertung röntgeninduzierter Mutationen. I. Die in der Behandlungsgeneration ( $X_1$ ) sichtbare Wirkung der

Tabelle 2. Mutationsauslese der  $X_2$ .

Mutation	8 kr	12 kr (überlagert)	12 kr	16 kr	2 x 16 kr	Ramschparzelle
Blattmutanten .....		2		1		
geschlossene Blüte .....			7			
Blütenfarbe dunkel (dottergelb) ..				2	1	
Blütenfarbe hell (zitronengelb) ..			1			
Blütenfarbe orange .....	1					
kahlhülsig werdend .....				7	1	
geringere Neigung zum kahlhülsig werden .....						2
kurzhaarig .....	1					
mittellang behaart .....			1			
kleinsamig .....	1	1	1			1
Samenfarbe schwarz:						
1. Samen bitter .....	2	1	4			
2. Samen süß .....	1	1	1			

Abschließend kann gesagt werden, daß sich die künstliche Mutationsauslösung mit Hilfe der Röntgenstrahlen auch bei den Lupinen als Zuchtmethod eignet. Sie verdient daher weit mehr als bisher angewandt zu werden. Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, nehmen mit steigender Dosis die Modifikationen und Chimären zu. Die Tabelle 2 läßt erkennen, daß die

Bestrahlung ruhender Gerstenkörner. Z. Pflanzenzücht. 25, 235 (1943). — 4. HOFFMANN W. u. E. KNAPP: Röntgenbestrahlung bei Hanf. Züchter 12, 1 (1940). — 5. TROLL, H.-J.: Kornertragsqualität verbessernde, schnell trocknende, kahlhülsige, gelbe Lupinen. Züchter 12, 283 (1941). — 6. KRESS, H.: Die Auffindung einer kurzhaarigen, alkaloidfreien, platzfesten, weißsamigen, frohwüchsigen gelben Lupine. Züchter 22, 337 (1952). — 7. GUSTAFSSON, A.: Mutationsforschung und Züchtung. Züchter 14, 57 (1942).