

(Aus dem Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Abteilung für Pflanzenbau und Züchtungsbiologie, Neuhofer bei Gießen)

Das genetische Verhalten einer kurzröhrigen Mutante von *Trifolium pratense*

Von A. SCHEIBE und A. BRUNS-NEITZERT

Mit 1 Textabbildung

In Röntgenversuchen, die von uns in den Jahren 1951 bis 1953 an *Trifolium pratense* (Zuchtfamilie von Lembkes Rotklee) vorgenommen wurden, trat in der X_2 -Generation, deren Samen mit 32.500 r bestrahlt worden waren, eine weißblühende kurzröhrige Mutante auf, über die bereits an anderer Stelle berichtet wurde (SCHEIBE u. BRUNS 1953, BRUNS 1954). Diese experimentell erzeugte Mutante war durch eine gut gesicherte mittlere Länge der Kronenröhre von 7,07 mm gekennzeichnet; sie erwies sich also gegenüber der im Durchschnitt mit 9,31 mm ermittelten Kronenröhrenlänge der rotblühenden Normal- bzw. Ausgangsform als nicht unbeträchtlich kurzröhriger. Sie war damit an die Rüssellänge der Bienen angepaßt und wird auch, wie inzwischen an neu gewonnenem Material von uns eindeutig festgestellt wurde, durch sie befruchtet. Die Mutante kann somit eine wertvolle Ausgangsform für die Züchtung neuer Rotkleearten darstellen, bei denen, sofern die Befruchtung durch Bienen gesichert ist, bekanntlich mit erhöhtem Samen-ertrag gerechnet werden kann. Die genetische Analyse dieser neu aufgetretenen kurzröhrigen Rotklee-Mutante stand indessen bis heute noch aus. Sie wurde von uns in den Jahren 1954 und 1955 durchgeführt. Über das Ergebnis soll hier berichtet werden.

Im Sommer 1953 wurde zunächst durch Selbstungen versucht, die Mutante generativ zu vermehren. Es wurden jedoch bei diesen von Hand durchgeführten Selbstungen nur wenige, zumeist verkümmerte Samen erhalten, was bei dem obligatorischen Fremdbefruchter *Trifolium pratense* zu erwarten war. Im übrigen gingen die Keimpflanzen aus den wenigen geernteten Samen schon in den ersten Wochen ihrer ontogenetischen Entwicklung ein. Daneben wurden alle Samen der Mutante geerntet, die nach freiem Abblühen im allseitig geschlossenen Rotkleebestand der Ausgangsform entstanden waren. Da der Rotklee weitgehend Fremdbefruchter ist, durfte angenommen werden, daß sich diese Samen bezüglich der Eigenschaft „Kurzröhrigkeit“ als Heterozygote erwiesen. Die im Sommer 1954 aus ihnen aufgezoogene Generation war folglich als F_1 zu betrachten. Von den 71 geernteten Bastardsamen fielen 21 im Laufe der Anzucht aus, so daß 1954 noch 50 F_1 -Pflanzen für Selbstungen und damit für die Aufklärung des Erbganges des mutierten Gens verfügbar waren. Die Individuen der F_1 erwiesen sich habituell als sehr einheitlich und zeigten bezüglich der Röhrenlänge etwa intermediären Charakter zwischen der auf vegetativem Wege vermehrten Mutante und der vergleichbaren Normalform. Die Blütenfarbe der F_1 variierte bei den einzelnen Pflanzen von rosa bis rot. Dabei herrschten die rosablühenden Formen vor, ein intermediärer Erbgang der Blütenfarbe scheint somit nicht ausgeschlossen. Weißblühende Pflanzen traten nicht auf. Die Messungen der Kronenröhrenlänge ergaben nur bei einigen Individuen Näherungswerte der normalen Rotklee- bzw. in un-

mittelbarer Nachbarschaft kultivierten Kontrollpflanzen. Die Längenwerte lagen größtenteils im mittleren Bereich. Der niedrigste Durchschnittswert, der gemessen wurde, betrug 7,7 mm, der höchste 9,6 mm. Die Verhältnisse in der F_1 -Generation deuten also bezüglich des Merkmals „Kurzröhrigkeit“ auf intermediären Erbgang.

Um genügend Samenmaterial für die F_2 -Generation zu erhalten, wurden im Versuchsjahr 1954 in umfangreichem Maße die F_1 -Bastarde von Hand geselbstet (Auslösen des Explosionsmechanismus durch eine Präpariernadel; Näheres bei BRUNS, 1954). Von insgesamt 333 geernteten Samen konnten jedoch 1955 nur 103 Pflanzen aufgezogen werden. Der Grund hierfür lag vermutlich einmal an der feuchten Witterung während der Samenreife im Herbst 1954, zum anderen waren die Samen der Selbstungsgeneration wiederum teilweise schlecht ausgebildet bzw. verkümmert, woraus erneut der hohe Sterilitätsgrad bei dem obligatorischen Fremdbefruchter Rotklee hervorgeht. Von vornherein waren also Ausfälle zu erwarten. Neun Pflanzen gingen noch während der Anzucht auf dem Felde ein, 4 weitere Pflanzen kamen während der ganzen Vegetationsperiode nicht zum Blühen. Für die genetische Analyse standen somit 1955 noch 90 F_2 -Pflanzen zur Verfügung, die das Vollblütestadium erreichten.

Mit Beginn der Blütezeit eröffnete sich uns das Bild, das erwartungsgemäß eintreten mußte, wenn das mutativ bedingte Merkmal „weißblühend“ erblich fixiert war. Die phänotypische Aufspaltung der F_2 -Generation in rot- bzw. rosa- und weißblühende Individuen brachte den Nachweis darüber. Von insgesamt 90 Rotkleepflanzen hatten 57 rot bis rosa gefärbte Blütenköpfchen, 33 Pflanzen wiesen rein weiße Blütenfarbe auf. Eine scharfe Trennung in rosa und rote Blühtypen war nur schwer durchzuführen, da alle gleitenden Übergänge vorkamen. Als Spaltungsergebnis zeigt sich hierbei das Verhältnis 1,7:1. Legt man die phänotypische Mendelspaltung 3:1 eines monomer bedingten Merkmals zugrunde, so ergibt sich keine Annäherung des gefundenen Spaltungsverhältnisses an die ideale Mendelspaltung. Vermutlich liegt dieser Merkmalsbildung kein einfacher Erbgang zugrunde. Wir sind uns klar darüber, daß der Erbmodus für die Blütenfarbe im vorliegenden Fall mangels einer ausreichenden Individuenzahl nicht festgestellt werden konnte.

Größere Bedeutung kam für uns indessen der Ermittlung des Erbganges des Merkmals „Kurzröhrigkeit“ zu. Es war zunächst festzustellen, ob dieses vermutlich rezessive Gen in der F_2 -Generation wieder herauspalten und in welchem Spaltungsverhältnis die Eigenschaft „Kurzröhrigkeit“ auftreten würde. Außerdem interessierte die Frage, ob die Eigenschaft „Kurzröhrigkeit“ mit der weißen Blütenfarbe gekoppelt auftritt, da beide Eigenschaften in unseren früheren

Mutationsversuchen erstmalig zusammen an der Mutante sichtbar wurden.

Für diese Spaltungsanalyse wurden Messungen an den Blütenköpfchen jeder einzelnen Pflanze der F_2 -Generation vorgenommen. Dabei wurden die Röhrenlängen von 100 Blütchen pro Pflanze unter dem Binokular auf Millimeterpapier ausgemessen. Um vergleichbare Durchschnittswerte zu erhalten, wurden diese 100 Blütchen jeweils aus 10 Köpfchen der gleichen Pflanze im gleichen Blühstadium entnommen. Die gefundenen Meßwerte ließen zunächst einen weiten Variabilitätsbereich hinsichtlich der Kronenröhrenlänge erkennen und wiesen damit auf eine deutliche Aufspaltung dieser Eigenschaft hin. Ordnen wir die gefundenen Meßwerte für die Röhrenlänge der F_2 -

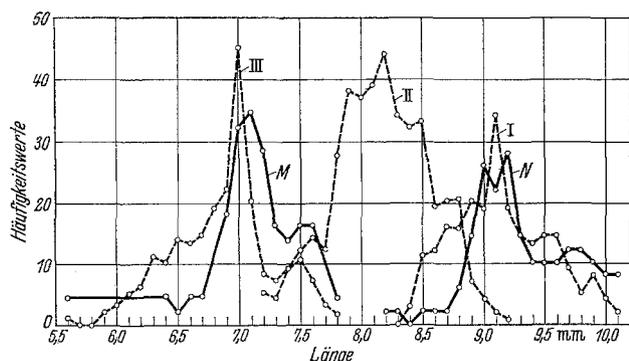


Abb. 1. Verteilung der Werte für die Kronenröhrenlänge der F_2 -Individuen, geordnet nach Spaltungsgruppen (I, II, III), im Vergleich zur Streubreite der Normalform (N) und der Mutante (M).

Individuen unter Beachtung der entsprechenden Werte für die gleichfalls (unter den gleichen Umweltbedingungen) ausgemessenen beiden Elternformen, so lassen sich die Meßwerte für die Röhrenlängen folgenden 3 Spaltungsgruppen zuweisen (vgl. Abb. 1):

Gruppe I: Pflanzen mit normaler Röhrenlänge (8,7 mm Länge und darüber) Mittelwert = 9,08 mm ($\sigma = \pm 0,382$)	Zum Vergleich: Rötblühende Normalform Mittelwert = 9,38 mm ($\sigma = \pm 0,434$)
---	---

Gruppe II:
Pflanzen mittlerer Röhrenlänge (7,5 – 8,6 mm einschließlich) Mittelwert = 8,14 mm ($\sigma = \pm 0,291$)

Gruppe III: Pflanzen mit verkürzter Blütenröhre (Werte unter 7,5 mm) Mittelwert = 6,90 mm ($\sigma = \pm 0,342$)	Weißblühende kurzröhrige Mutante Mittelwert = 7,09 mm ($\sigma = \pm 0,225$)
---	---

Von 89 für die genetische Analyse zur Verfügung stehenden F_2 -Individuen — eine Pflanze fiel für die Messungen aus, da sie nur ein Blütenköpfchen ausbildete, das zur Ermittlung eines Durchschnittswertes nicht ausreichte — entfielen auf die I. Gruppe 25 Pflanzen. Die II. Gruppe mit mittlerer Kronenröhrenlänge war mit 42 Pflanzen vorherrschend vertreten. Kurzröhrige Blüten (III. Gruppe) traten an 22 dieser 89 Individuen auf. Bei 14 Pflanzen dieser letzten für uns wichtigen Spaltungsgruppe wurden Durchschnittswerte unter 7 mm gemessen, der kleinste Wert betrug 5,61 mm. Die übrigen 8 Pflanzen hatten Röhrenlängen von 7,0 bis 7,48 mm einschließlich. Die für die 89 Individuen festgestellten einzelnen Meßwerte ergaben, gleich den Kontrollwerten bei den beiden

Elternformen, eine sehr gut gesicherte Differenz (P -Wert $< 0,1$).

Unter Zugrundelegung der von uns oben postulierten Gruppeneinteilung für die Kronenröhrenlänge, die keineswegs willkürlich erfolgte, sondern auf den Messungswerten an den beiden Elternformen und anderen vergleichbaren (d. h. unter denselben Umweltbedingungen aufgezogenen) Rotkleeformen beruhte, ergaben die Spaltungszahlen der F_2 -Generation die Werte 25:42:22, mithin ein Verhältnis von 1,12:1,89:0,99, das der genotypischen Mendelspaltung monomer bedingter Merkmale 1:2:1 weitgehend nahekommt. Damit dürfte zum mindesten die Erbllichkeit des Merkmals „Kurzröhrigkeit“ erwiesen sein. Die Untersuchungsergebnisse lieferten außerdem den eindeutigen Beweis dafür, daß es sich bei der 1953 von uns auf dem Wege der Samenbehandlung mit Röntgenstrahlen erhaltenen kurzröhrigen weißblühenden Rotkleepflanze tatsächlich um eine echte Mutante handelt.

Die Untersuchungen des Versuchsjahres 1955 ergaben weiterhin, daß die Eigenschaften „Kurzröhrigkeit“ und „weiße Blütenfarbe“, die zusammen an der Mutante aufgetreten waren, nicht auf die Wirkung eines pleiotropen Gens zurückgeführt werden können. Bei 22 ausgesprochen kurzröhrigen Individuen traten 7 Pflanzen auf, die auch bei roter Blütenfarbe das Merkmal „Kurzröhrigkeit“ besaßen. Es muß daher angenommen werden, daß jedes Merkmal unabhängig voneinander vererbt wird, wobei mangels einer ausreichenden Individuenzahl noch nicht entschieden werden konnte, ob freie Kombination oder partielle Koppelung der fraglichen beiden Gene vorliegt.

Im ganzen zeigte die F_2 -Nachkommenschaft der Mutante im Gegensatz zur F_1 -Generation ein sehr heterogenes Aussehen. Neben ausgesprochenen kümmerformen traten sehr massenwüchsige Typen auf. Nur einige wenige Pflanzen glichen im Habitus (Blattzeichnung, Wuchstypus usw.) der Mutante.

Besonders erwähnenswert ist eine Rotkleefamilie mit 9 Pflanzen, die die Nachkommenschaft einer F_1 -Bastardpflanze darstellte, die sich 1954 durch auffallend große Blütenköpfchen auszeichnete. Die nach Selbstung erhaltenen Samen dieser Pflanze wurden getrennt geerntet und ausgesät. Schon im frühen Entwicklungsstadium fielen diese Pflanzen durch ihre besonders großen Blätter auf und zeichneten sich im Laufe der Weiterentwicklung durch besondere Massenwüchsigkeit aus. Auch innerhalb dieser kleinen Familie war die Aufspaltung in weiß- und rotblühende kurzröhrige und solche Pflanzen mit normaler Blütenröhrenlänge zu erkennen. Ebenso traten wiederum Formen mit „Riesenköpfchen“ auf, deren Blütenzahl durchschnittlich das Dreifache normaler Rotkleepflanzen betrug. Diese massenwüchsigen Formen sind in der Kombination mit Kurzröhrigkeit sicherlich erstrebenswerte Formen, die zur weiteren züchterischen Auswertung zweifellos reizvoll erscheinen.

An allen wichtigen Pflanzen der zuvor beschriebenen F_2 -Generation wurden von uns 1955 zur Vermehrung und weiteren Beobachtung des Materials Selbstungen durchgeführt. Bei der Ernte fiel eine weißblühende Pflanze auf, die sich bei besonders ausgeprägter Kurzröhrigkeit von durchschnittlich 6,43 mm nach Selbstung noch durch besonders großen Samenansatz aus-

zeichnete. Wir glauben daher annehmen zu dürfen, daß es sich hierbei um eine weißblühende selbstfertile Form von *Trifolium pratense* handelt, was allerdings noch in den folgenden Generationen zu bestätigen notwendig ist. Diese und noch weitere Einzelfeststellungen scheinen uns indessen nachdrücklich darauf hinzuweisen, daß selbst ein unter praktischen Gesichtspunkten gut durchgezüchteter Formenkreis, wie die von uns als Ausgangsmaterial für unsere Untersuchungen verwendete Zuchtfamilie von „Lembkes Rotklee“, noch außerordentlich große genetische und züchterisch-praktische Möglichkeiten in sich schließt. Zur Hebung dieser heute zumeist noch verborgenen genotypischen Formensätze scheint uns gerade auch bei Futterpflanzen die Zuchtmethodik der experimentellen Mutationsauslösung durchaus berufen.

Die Ergebnisse unserer hier vorgelegten Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Eigenschaft „Kurzhöhrigkeit“ bei der Rotkleeblüte ist genotypisch fixiert. Der Erbgang dieser quantitativen Eigenschaft scheint beim Zugrundelegen bestimmter Klassenwerte für die Röhrenlänge der

monomeren Mendelspaltung zu folgen. Die züchterische Entwicklung kurzhöhriger Formen von *Trifolium pratense* ist daher grundsätzlich möglich.

2. Ein pleiotroper Erbgang für die Merkmale „Kurzhöhrigkeit“ und „weiße Blütenfarbe“, der beim Auftreten einer durch Röntgenstrahlen experimentell erzeugten Form von *Trifolium pratense* zunächst nahe lag, besteht nicht. Beide Eigenschaften werden vielmehr durch verschiedene Gene vererbt.

3. Die von uns durch Behandlung lufttrockener Samen von *Trifolium pratense* mit 32.500 Röntgeneinheiten ausgelöste kurzhöhrige weißblühende Rotkleeform hat sich aufgrund der genetischen Analyse eindeutig als Mutante erwiesen.

Literatur

1. SCHEIBE, A. u. A. BRUNS: Eine kurzhöhrige weißblühende Mutante bei *Trifolium pratense* nach Röntgenbestrahlung. *Angew. Bot.* 27, 70-74 (1953). — 2. BRUNS, A.: Die Auslösung von Mutationen durch Röntgenbestrahlung ruhender Samen von *Trifolium pratense*. *Angew. Bot.* 28, 120-155 (1954).

(Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Viruserologie, Braunschweig)

Feldversuche über die Ausbreitung des Kartoffel-X-Virus

Von R. BERCKS

Mit 1 Textabbildung

Einleitung

Seit den Untersuchungen von LOUGHNANE und MURPHY im Jahre 1938 (2) ist bekannt, daß das Kartoffel-X-Virus durch Blattkontakt von kranken auf gesunde Pflanzen übertragen wird. Außerdem haben die Arbeiten von F. M. ROBERTS (3, 4) ergeben, daß grundsätzlich auch eine unterirdische Übertragung durch die Wurzeln möglich ist. Nach eingehenden Feldversuchen von R. BARTELS (1) hat aber eine derartige Übertragung keine oder höchstens eine sehr untergeordnete Bedeutung für die Ausbreitung. Da Insekten als Überträger bisher nicht festgestellt wurden, ist also damit zu rechnen, daß X-Virus-Infektionen im Feld im wesentlichen durch Blattkontakt und vielleicht durch Verschleppen bei der Bearbeitung zustande kommen.

Gelegentliche Beobachtungen der Praxis zeigen, daß sich das X-Virus im Kartoffelbestand verhältnismäßig schnell ausbreiten kann, wenn es nicht unter Kontrolle gehalten wird. Es wurde deshalb in Feldversuchen geprüft, in welchem Maße das Virus von einer Infektionsquelle auf die Nachbarstauden übergeht, und wie weit die Bearbeitung des Feldes dabei eine Rolle spielt. Zu diesem Zwecke wurden in den Jahren 1953 und 1954 in Blickwedel (Lüneburger Heide), Braunschweig und Sprakel (Emsland) entsprechende Versuche durchgeführt.¹

¹ Für die Anlage und Ernte der Versuche in Blickwedel bzw. Sprakel bin ich Frau Dr. v. BERNUTH † (Pommersche Saatzuchtgesellschaft) und Herrn Dr. SCHRÖDER (Hauptsaaten f. d. Rheinprovinz) zu Dank verpflichtet.

Methodik

An den drei Versuchsstellen verwendeten wir gesundes Saatgut der Sorte Flava, das schon seit Jahren serologisch auf X-Virus geprüft worden war. Der Abstand von Pflanzstelle zu Pflanzstelle betrug in der Reihe 30 cm und von Reihe zu Reihe 60 cm. Auf jeder Parzelle wurden 15 X-viruskranke Knollen, die z. T. noch andere Viren enthielten, so verteilt, daß in jeder sechsten Reihe jede sechste Pflanzstelle von einer kranken Knolle besetzt wurde (s. auch Abb. 1). Von jeweils zwei Parzellen wurde die eine ortsüblich bearbeitet, während die andere unbearbeitet blieb. Nach dem Auflaufen des Bestandes wurden die im Jahre 1953 in Braunschweig angelegten Parzellen serologisch untersucht. Da sich das Kartoffellaub, mit Ausnahme der Infektionsquellen, tatsächlich als X-virusfrei erwies, wurde von einer Prüfung der übrigen Parzellen abgesehen. Im Jahre 1954 wurde dagegen der gesamte Versuch überprüft.

Zur Auswertung wurden im Herbst die Knollen von jeweils acht Pflanzen, die den Infektionsquellen am nächsten standen, getrennt geerntet. Es handelte sich dabei in der Reihe um 2 Pflanzen (je eine vor und hinter der Infektionsquelle) und in den beiden Nachbarreihen jeweils um die drei Pflanzen, die neben den eben genannten (einschließlich Infektionsquelle) wuchsen. Alle im folgenden mitgeteilten Ergebnisse beziehen sich also nur auf diese, den Infektionsquellen benachbarten Stauden.

Die Untersuchung auf X-Virus wurde bei sämtlichen Knollen nach der Dunkelkeimmethode (5) durchgeführt.