

Sonderdruck aus „Der Forschungsdienst“

Neue Folge der „Deutschen Landwirtschaftlichen Rundschau“ Band 1, Heft 8

Verlag von J. Neumann-Neudamm und Berlin

Aus dem Arbeitskreis 1/5: Züchtung und Auslese von Lupinen

Federführung: Dr. Husfeld - Müncheberg, Mark

A. v. Sengbusch = Müncheberg

Probleme der Süßlupinezüchtung

1927 wurden die züchterischen Arbeiten zur Schaffung einer alkaloidfreien Lupine in Angriff genommen. Nachdem es mir gelungen war, eine züchterisch brauchbare Schnellbestimmungsmethode für Alkaloide auszuarbeiten, konnten in den darauffolgenden Jahren bei den verschiedensten Lupinenarten alkaloidfreie Individuen ausgelesen werden. Ähnliche Probleme wie bei den Lupinen liegen beim Steinklee, beim Tabak, beim Kaffee und vielen anderen Pflanzen vor. Man versuchte, einen Stoff, den die Pflanzen enthielten und den man aus irgendwelchem Grunde entfernt haben wollte, auszuschalten. Es wurde nach demselben Schema wie bei den Lupinen versucht, nikotinfreien Tabak, cumarinfreien Steinklee, ricinfreien Rizinus u. a. m. zu züchten.

Voraussetzung für die Züchtung alkaloidfreier Formen ist, daß die Alkaloide keine lebenswichtigen Stoffe der Pflanze sind.

Man konnte aus der Tatsache, daß bei Lupinen (z. B. *L. hirsutus*) und Tabak Arten vorkommen, denen die Alkaloide fehlen, schließen, daß auch die anderen Arten, wenn sie alkaloidfrei sind, voll lebensfähig sind. Eine Reihe unserer heutigen kultivierten Leguminosen stammt von bitteren Formen ab, woraus ebenfalls zu schließen ist, daß die Alkaloide nicht unbedingt lebenswichtig sind.

Bei *Nicotiana tabacum* erwiesen sich die nikotinfreien Stämme als vollfertil und lebensfähig. Die alkaloidfreien Stämme von *Lupinus luteus* zeigen keine Störung der Lebensfähigkeit. Es bestehen anscheinend jedoch leichte Unterschiede in der Reaktion auf ungünstige äußere Verhältnisse. Der Stamm 8 ist im Vergleich mit den Stämmen 80 und 102 am unempfindlichsten. Bei *Lupinus angustifolius* glaubten wir zuerst, es mit ganz normalen Pflanzen zu tun zu haben, die in jeder Beziehung den bitteren Ausgangsformen gleichen. Diese Annahme erwies sich als falsch. Die Fertilität von Stamm 411 und 415 (*Lupinus angustifolius*) ist bei Trockenheit im Vergleich mit den bitteren stark herabgesetzt. In feuchten Jahren treten diese Unterschiede nicht so deutlich zutage.

Ähnliche Beobachtungen liegen bei *Lupinus albus* vor. Wir besitzen alkaloidfreie Stämme, die fast vollfertil sind, aber auch solche, deren Fertilität auch in normalen Jahren stark gestört ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß in vielen Fällen durch die Herabsetzung des Alkaloidgehaltes keine sichtbare Beeinflussung der Lebensfähigkeit erfolgt ist, daß in anderen Fällen eine sehr starke Beeinflussung der Lebensfähigkeit vorhanden ist, und daß es zwischen diesen beiden Extremen Übergänge gibt.

Es erhebt sich nun die Frage, wodurch diese Störungen zustande kommen, da doch anscheinend das Alkaloid an sich kein lebenswichtiger Stoff ist.

An Hand von genetischen Untersuchungen (Hackbarth, v. Sengbusch) konnte festgestellt werden, daß bei *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*, und zwar bei

den einzelnen alkaloidfreien Stämmen 8, 80 und 102, 411 und 415, verschiedene Gene für die Alkaloidfreiheit verantwortlich zu machen sind.

Augenblicklich laufen Untersuchungen, die es wahrscheinlich machen, daß von den einzelnen Genen für Alkaloidfreiheit eine Reihe von Allelomorphen vorhanden sind.

Wir wissen, daß es bei den verschiedensten Pflanzen: Getreide (Milßon-Ehle), Antirrhinum (Schick) u. a. eine Unzahl von Mutanten gibt, die anormale Chlorophyllausbildung zeigen. Es wird angenommen, daß eine ganze Reihe von Genen an der normalen Chlorophyllausbildung beteiligt sind.

Ähnlich dürften die Verhältnisse bei den Alkaloiden liegen. Es ist anzunehmen, daß es eine Anzahl von Genen gibt, die die Alkaloidausbildung an sich und auch die Ausbildung der einzelnen Alkaloidarten steuern.

Wie man sich die Wirkung eines Genes, das Alkaloidfreiheit bedingt, vorstellen muß, ist schwer zu sagen. Wir wissen, daß für die Umwandlung z. B. eines Monosaccharids in ein Disaccharid eine Reihe von Fermenten notwendig sind. Wenn also durch die Mutation eines Genes die Ausbildung eines dieser Fermente unterbleibt, so kann die Umwandlung des Monosaccharids in das Disaccharid nicht erfolgen. Ähnlich kann man sich die Verhältnisse bei der Alkaloidfreiheit vorstellen. Ursprünglich nicht alkaloidartige Verbindungen werden durch Fermente in Alkaloide verwandelt. Diese werden wieder durch andere Fermente zu den verschiedenen Alkaloidarten umgebaut. Fehlt an irgendeiner Stelle das entsprechende Umwandlungsferment, so kann die ganze Reihe, die hinter der Wirksamkeit des betreffenden Fermentes liegt, nicht zur Ausbildung gelangen.

Es können theoretisch Mutanten auftreten, bei denen die Ausbildung einer bestimmten Alkaloidart unterbleibt, ferner solche, bei denen die Ausbildung aller Alkaloide unterbleibt, und solche, bei denen neben den Alkaloiden auch noch andere Verbindungen nicht ausgebildet werden. Praktisch dasselbe Resultat erhielt man, wenn die Bildung der Alkaloide zuerst normal verlief, nachträglich aber durch entsprechende Fermente (die durch die Gene der Alkaloidfreiheit bedingt sind) abgebaut werden. Es sind wieder drei Fälle denkbar: 1. die Ausbildung eines speziellen Alkaloids, 2. die Ausbildung aller Alkaloide, 3. die Ausbildung der Alkaloide unterbleibt und außerdem diejenige eines oder mehrerer lebenswichtiger Stoffe.

Unsere Auslesemethoden erfassen nicht die Abwesenheit eines Alkaloids, sondern die aller Alkaloide, d. h. wir können die Mutanten, denen nur eine Alkaloidart fehlt, nicht finden. Andererseits können wir aber auch nicht feststellen, ob den alkaloidfreien Formen, die wir finden, nicht noch andere Verbindungen, evtl. Vorstufen der Alkaloide, fehlen.

Man kann schematisch, ich betone absichtlich nur schematisch, die Verhältnisse in Form eines Baumes darstellen. Je nachdem, an welcher Stelle die Äst oder die Säge (Mutation) ansetzt, fällt entweder der ganze Baum, große Äste oder kleine Zweige. Die Wirkung ist im ersten Falle letal, im zweiten Fall (beim Verlust eines größeren Astes) wird die Lebensfähigkeit geschwächt. Der Verlust eines kleinen Zweiges ist ohne Bedeutung für den Baum.

Bei der Selektion auf Alkaloidfreiheit wollen wir ein paar lebensunwichtige Zweige abschlagen, messen jedoch das Fehlen dieser Zweige mit Methoden, mit denen wir nicht feststellen können, wie weit unten wir den Schnitt führten. Es ist daher sehr wohl möglich, daß wir Formen auslesen, denen außer den Alkaloiden durch ein und dasselbe Gen noch andere lebenswichtige Stoffe abhanden gekommen sind.

Wenn wir die eingangs dargestellten Erfahrungen über alkaloidfreie Formen in Einklang mit diesen Anschauungen zu bringen versuchen, so werden die alkaloidfreien Formen von Tabak und die alkaloidfreien Formen von *Lupinus luteus* Mutationen darstellen, die nur die Alkaloide betreffen. Bei *Lupinus angustifolius* dürfte die Mutation so liegen, daß sie außer den Alkaloiden auch noch Stoffe eliminiert hat, die für die volle Fertilität notwendig sind.

Welche Bedeutung haben nun diese genetischen Überlegungen für die Züchtung alkaloidfreier Lupinen, cumarinfreier Steinklees oder überhaupt für die Züchtung von Formen, denen ein an sich nicht lebenswichtiger Stoff fehlt?

Wir haben gesehen, daß alle alkaloidfreien Stämme der verschiedenen Lupinenarten verschiedene Gene für Alkaloidfreiheit besitzen. Es ist anzunehmen, daß bei der weiteren Suche nach alkaloidfreien Individuen noch zahlreiche Mutanten gefunden werden können, die auf Grund verschiedener Gene alkaloidfrei sind. Diese Gene für Alkaloidfreiheit dürften auf ganz verschiedenen Stufen der Alkaloidausbildung, der Ausbildung anderer stickstoffhaltiger oder stickstofffreier Stoffe wirksam werden. Diese theoretischen Überlegungen weisen den Weg der weiteren Züchtungsarbeit bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus albus*. Es muß bei diesen beiden Arten die Suche nach alkaloidfreien Formen solange fortgesetzt werden, bis die gewünschten vollfertilen, alkaloidfreien Formen gefunden sind.

Der Weg, die gewünschten vollfertilen, alkaloidfreien Typen durch Kreuzung der vorhandenen alkaloidfreien Typen mit vollfertilen alkaloidhaltigen herzustellen, scheint Schwierigkeiten zu bereiten. Es besteht theoretisch natürlich die Möglichkeit, daß es sich um eine enge Kopplung zwischen einem Sterilitätsgen und einem Gen für Alkaloidfreiheit handelt. Die Wahrscheinlichkeit, daß es sich so verhält, ist jedoch gering. Es besteht natürlich auch noch die Möglichkeit, daß irgendwelche Stoffe, die lebensnotwendig sind, durch die Methoden der Alkaloidbestimmung miterfaßt werden, so daß man bei *Lupinus angustifolius* und *L. albus* gleichzeitig auf Alkaloidfreiheit und Sterilität ausliest.

Welche praktischen Schlüsse sind nun aus diesen theoretischen Überlegungen zu ziehen?

1. Es muß die abgebrochene Arbeit der Auslese alkaloidfreier Formen auf Grund der geschilderten Arbeitshypothese bei den verschiedenen Lupinenarten fortgesetzt werden, bis alkaloidfreie Individuen gefunden worden sind, die bezüglich aller anderen Eigenschaften vollkommen normal veranlagt sind.

2. Es müssen die genetischen Verhältnisse eingehend studiert werden. Ob die einzelnen alkaloidfreien Stämme neue Gene für Alkaloidfreiheit und welche anderen Eigenschaften diese alkaloidfreien Formen außerdem noch besitzen.

3. Es muß festgestellt werden, wie sich die Stämme bezüglich des Alkaloidgehaltes und auch sonst verhalten, die zwei oder mehr Gene für Alkaloidfreiheit besitzen.

4. Es muß versucht werden, auf Grund von chemischen Untersuchungen festzustellen, wie die einzelnen Gene für Alkaloidfreiheit wirken, d. h. ob die Alkaloide überhaupt nicht gebildet oder ob sie nachträglich wieder abgebaut werden; ferner ob auch andere Stickstoffverbindungen, aus denen die Alkaloide aufgebaut werden, fehlen. Dann muß auf chemischem Wege festgestellt werden, wann die Gene für Alkaloidfreiheit wirksam werden (sich verweise auf ein Beispiel der blauen Lupine Stamm 412, bei dem die grüne Pflanze alkaloidfrei, die Samen alkaloidhaltig werden).

Die verschiedenen alkaloidfreien Formen von Lupinen dürften ein günstiges Objekt für vererbungstheoretische Studien sein. Viele Fragen, die mit Hilfe von Chlorophyllmutanten nicht lösbar sind, können an Hand von alkaloidfreien Stämmen studiert werden. Die alkaloidfreien Formen sind lebensfähig, können aber zusätzlich auch noch Eigenschaften aufweisen, die eine herabgesetzte Lebensfähigkeit bedingen. Während an das Chlorophyll rein chemisch schwer heranzukommen ist, können die Verbindungen, aus denen die Alkaloide entstehen, die Alkaloide selbst chemisch leichter erfaßt werden. Auch über die Wirkungsweise der Gene, die die chemische Zusammensetzung der Pflanze regeln, wird man durch die alkaloidfreien Formen einiges erfahren können.

Am Anfang erschien das Problem „Züchtung alkaloidfreier Lupinen“ relativ einfach zu sein. Im Laufe der letzten Jahre hat es sich jedoch herausgestellt, daß in theoretischer und praktischer Hinsicht weit kompliziertere Verhältnisse vorliegen, als zuerst angenommen wurde. Die aufgetretenen Schwierigkeiten sind andererseits nicht unüberwindlich, und es steht zu hoffen, daß man bei intensiver Arbeit auch von den Lupinenarten, bei denen noch keine vollfertilen alkaloidfreien Stämme vorhanden sind, brauchbare, alkaloidfreie Kulturformen finden wird.