

schiedenen Eigenschaften, abgesehen von der Form der Blüten und Hülsen sowie der Blütenfarbe, bei denen sich die Gene der Art *Medicago media* als völlig dominant erwiesen, auf eine weitgehende Homologie der beiden Genome hin. Abb. 13 zeigt eine Metaphase einer  $F_2$ -Pflanze mit  $2n = 32$  Chromosomen, die keinerlei Störungen in der Paarung der Chromosomen erkennen läßt. Sie ist sicher nicht durch Verdopplung des in der Bastardpflanze enthaltenen *Medicago media*-Genoms entstanden, da sie deutliche *Medicago lupulina*-Merkmale aufweist. Es bestehen daher wahrscheinlich nur genische und keine chromosomal Unterschiede zwischen den beiden Arten, was ja auch für die beiden Arten

*Medicago sativa* und *Medicago falcata* zutrifft. In der Gattung *Medicago* gelingen Artkreuzungen mit Ausnahme der beiden Arten *Medicago sativa* und *Medicago falcata* sowie ihres Bastards *Medicago media*, auch wenn sie gleich-

zahlige Chromosomensätze haben, sehr selten. Selbst innerhalb der reinen Art *Medicago sativa* stirbt nach den Untersuchungen von COOPER u. BRINK (1) bei Heterogamie wie ganz besonders nach Autogamie ein hoher Prozentsatz der Embryonen infolge Unterbindung der Nahrungs-zufuhr ab (somatoplastische Sterilität). Es ist anzunehmen, daß auch diese Erscheinung auf der Wirkung verschiedener, aber wahrscheinlich in fast allen *Medicago*-Arten vertretenen Sterilitätsgenen, wie sie für *Medicago falcata* sehr wahrscheinlich sind, beruht.

Für weitere Untersuchungen zur Schaffung autogamer und selbstfertilier Luzernepflanzen auf dem Wege der Artbastardierung mit *Medicago lupulina* ist es daher sicher notwendig, nur die tetraploide Rasse der letzteren zu verwenden.

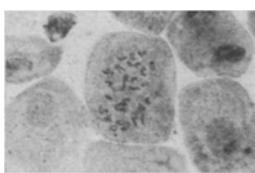


Abb. 13. Metaphase einer  $F_2$ -Pflanze ( $2n = 32$ ).

### Zusammenfassung.

Es werden Beobachtungen an einem Bastard *Medicago media*  $\times$  *Medicago lupulina* beschrieben.

Der Bastard vereinigte verschiedene Eigenschaften der Elternarten in sich. Der Wuchs der Pflanze war intermediär, die Form der Blätter war der der *Medicago lupulina* ähnlich, die Ausbildung des Endzahnes der Fiederblätter intermediär. Die Blüten dagegen glichen völlig denen der *Medicago media*. Die Fertilität des Bastards war nur sehr gering, auch nach künstlicher Herstellung eines amphidiploiden Bastards durch Colchicinbehandlung.

Die  $F_2$  zeigte in den verschiedenen Eigenschaften eine kontinuierliche Variabilität zwischen den reinen Elternarten, die aber selbst nicht auftraten. Nur eine Pflanze war der Art *Medicago lupulina* sehr ähnlich, zeigte jedoch den aufrechten Wuchs der Luzerne.

Völlig autogam und selbstfertil war nur die *lupulina*-ähnliche Pflanze. Vier weitere Pflanzen waren wohl autogam, aber nur beschränkt selbstfertil.

Die Ergebnisse der cytologischen Untersuchungen führten zu der Ansicht, daß die Unterschiede der Arten *Medicago media* und *Medicago lupulina* genisch und nicht chromosomal-strukturell bedingt sind.

### Literatur.

1. COOPER, C. D., u. R. A. BRINK: Genetics 25, 593—617 (1940). — 2. DWYER, R. E. F.: Reviews 4, 1—8 (1936). — 3. GHIMPU, V.: C. r. Acad. Sci. 17, 245—247 (1928). — 4. GHIMPU, V.: Bull. Assoc. Anatomistes 18, 243—247 (1929). — 5. KIRK, L. E., u. W. F. WHITE: Sci. Agric. 13, 591—593 (1933). — 6. KIRK, L. E.: Rept. of the Alfalfa Improvement Conference Chicago 1937, 23—24. — 7. LEDINGHAM, G. F.: Genetics 25, 1 (1939). — 8. RUDOLF, W.: Hb. Pflanzenzüchtg 3 (1942). — 9. SOUTHWORTH, W.: J. Heredity 5, 448—457 (1914). — 10. SOUTHWORTH, W.: Sci. Agric. 9, 1—29 (1928). — 11. STÄHLIN, A.: Pflanzenbau 5, 152—153 (1928). — 12. TORSSEL, R.: Nord. Jordbrugsforsning 1929, 4—7 (Ref. Fortschr. Landw. 5, 575, 1929). — 13. TSCHECHOWA, W.: Planta 9, 673 (1930).

(Aus der Arbeitsstätte für Züchtungsforschung, Luckenwalde.)

## Die Züchtung von vollkommen alkaloidfreien Süßlupinen, die sich zur Herstellung von menschlichen Nahrungsmitteln eignen<sup>1</sup>.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von **Gerda Klawitter** und **R. v. Sengbusch**.

Unsere heutigen alkaloidfreien gelben Lupinen, die Stämme 8, 80 und 102, sind noch nicht vollkommen alkaloidfrei. Dieser Mangel macht sich vor allen Dingen bei der Verarbeitung von Lu-

pinenmaterial zu menschlichen Nahrungsmitteln bemerkbar. Es ist daher notwendig, voll-

<sup>1</sup> Die Arbeiten wurden mit Unterstützung des Forschungsdienstes durchgeführt.

kommen alkaloidfreie Formen zu züchten, die so alkaloidfrei wie z. B. Erbsen und Bohnen sind. Um dieses Ziel, völlige Alkaloidfreiheit bei Lupinen, zu erreichen, können verschiedene Wege eingeschlagen werden.

#### 1. Die Suche nach neuen, besonders alkaloidfreien Individuen innerhalb von Landsorten.

Dieser Weg ist von v. SENGBUSCH bereits einmal 1935 beschritten worden. Er konnte eine Reihe von alkaloidfreien Pflanzen von *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* in Landsorten auffinden. HACKBARTH hat dieses Material untersucht und angeblich gefunden, daß alle neuen Auslesen nur die beiden Gene des Stammes 8 bzw. 80 enthalten haben. Die entsprechenden Untersuchungen für die neuen alkaloidfreien Auslesen von *Lupinus angustifolius* sind von HACKBARTH noch nicht veröffentlicht, desgleichen sind von ihm noch nicht die Ergebnisse über die genetischen Untersuchungen der damals ebenfalls aufgefundenen alkaloidarmen Auslesen von *Lupinus luteus* und *angustifolius* bekanntgegeben worden.

Auf Grund unserer Erfahrungen möchten wir annehmen, daß es auf diesem Wege doch möglich sein sollte, besonders alkaloidfreie Individuen zu finden.

#### 2. Die Auslese von besonders alkaloidfreien Mutanten innerhalb der Süßlupinen.

Es ist anzunehmen, daß ebenso wie unter alkaloidhaltigen Lupinen Mutationen zu alkaloidarm und alkaloidfrei auftreten, auch innerhalb der Süßlupinen Stamm 8 und 80 Mutationen auftreten, die einen noch geringeren Alkaloidgehalt bedingen. Diese Mutationen können entweder das Gen *dulcis* oder *amoenus* von Stamm 8 bzw. 80 betreffen, oder es können völlig neue Mutationen, die Alkaloidfreiheit bedingen, innerhalb der beiden Stämme auftreten. Im erstenen Falle würde es sich um die Glieder einer allelomorphen Serie handeln, im zweitenen Falle würden zwei verschiedene Gene für Alkaloidfreiheit vorliegen. Nach diesen neuen Mutanten müßte man innerhalb der heutigen Süßlupinen suchen. Zunächst würde man die beiden Formen nicht unterscheiden können. Erst durch eine genetische Analyse könnte festgestellt werden, um welchen Fall es sich handelt. Im erstenen Falle müßte die  $F_2$  der Kreuzung mit bitter eine 3:1-Spaltung ergeben, während im zweitenen Falle eine 9:7-Spaltung auftreten müßte (bitter zu süß).

Um die besonders alkaloidfreien Pflanzen innerhalb der Süßlupinen auffinden zu können, haben wir eine entsprechende Methode ausge-

arbeitet. Für die Kornuntersuchung auf Alkalioide wurde bisher ein Korn in 2 ccm Wasser gekocht (2 Std.) und mit einem Tropfen (= 0,1 ccm) Jodjodkalium-Lösung (1,5% J und 3,0% JK) versetzt. Bei dieser Art der Untersuchung ergeben die Stämme 8 und 80 keine Trübung, während Körner bitterer Pflanzen einen starken Niederschlag aufweisen. Die Untersuchung wurde dahingehend abgeändert, daß wir 3 Körner in 2 ccm Wasser kochten (2 Std.) und 3—6 Tropfen (= 0,3—0,6 ccm) einer konzentrierten Jodjodkalium-Lösung (3,0% J und 6,0% JK) zusetzen. Bei dieser Methode ergeben auch die heutigen Süßlupinenstämme 8, 80 und 102 eine Trübung. Wir können mit dieser Methode die drei Süßlupinenstämme 8, 80 und 102 deutlich unterscheiden. Die Trübung ist bei Stamm 8 am stärksten, dann folgt Stamm 80, und eine ganz geringe Trübung weist Stamm 102 auf. Diese Abstufung entspricht dem Alkaloidgehalt der einzelnen Stämme.

Mit Hilfe dieser neuen Methode können wir innerhalb der heutigen Süßlupinen nach besonders alkaloidfreien Individuen suchen.

#### 3. Die Kombination von zwei verschiedenen Genen für Alkaloidfreiheit.

Durch Kreuzung zweier alkaloidfreier Stämme, die verschiedene Gene für Alkaloidfreiheit besitzen, können wir neue alkaloidfreie Formen herstellen, die beide Gene für Alkaloidfreiheit in homozygoter Form aufweisen (doppelt recessiv). Das Auftreten doppelt recessiver Individuen ist innerhalb der  $F_2$  einmal auf 16 zu erwarten, innerhalb der alkaloidfreien („süß“) Pflanzen der  $F_2$  einmal auf 7. VON SENGBUSCH hat bereits einmal 1940 in seiner Arbeit: „Die Züchtung von Süßlupinen mit nichtplatzenden Hülsen. Die Kombination der Eigenschaften „Alkaloidfrei“ und „Nichtplatzen der Hülsen“ und die Bedeutung der doppelt und dreifach recessiven alkaloidfreien Formen für die Süßlupinenzüchtung“ die Herstellung derartiger doppelt recessiver Süßlupinen erwogen. Er kam aber dabei zu dem Schluß, daß sie züchterisch bei der Kombination der Eigenschaft alkaloidfrei mit anderen wertvollen Eigenschaften erhebliche Schwierigkeiten bereiten würden, und zwar deshalb, weil ihre Auffindung nur durch Rückkreuzung mit beiden Elternformen möglich erschien.

Im Laufe der letzten Jahre haben wir uns aber eingehend mit diesem Problem der Herstellung doppelt recessiver Süßlupinen beschäftigt und glauben, einen neuen Weg für die Auffindung gefunden zu haben. Durch die Entwicklung der unter 2. beschriebenen Methode, die bei der

Untersuchung von Stamm 8 und 80 eine deutliche Reaktion ergibt, gelang es, im  $F_2$ -Material der Kreuzungen  $8 \times 80$ ,  $8 \times 102$ ,  $8 \times$  russisch,  $80 \times 102$ ,  $80 \times$  russisch und  $102 \times$  russisch einzelne Pflanzen aufzufinden, die gegenüber den Elternformen keine Trübung mehr aufweisen. Das Zahlenverhältnis zwischen normal alkaloidfrei und völlig alkaloidfrei entsprach ungefähr dem theoretisch erwarteten.

Wir haben noch keine Nachprüfung vornehmen können, ob diese besonders alkaloidfreien Pflanzen bei Rückkreuzung mit den *beiden* Eltern Alkaloidfreiheit ergeben und damit doppelt recessiv sind. Diese Untersuchungen werden noch mindestens ein bis zwei Jahre beanspruchen. Da eine große Wahrscheinlichkeit dafür besteht, daß es sich bei den besonders alkaloidfreien Pflanzen um die doppelt recessiven handelt, glauben wir, diese Arbeitshypothese den Züchtern heute schon mitteilen zu müssen, damit sie diesen Weg bereits jetzt beschreiten können. Die früher geäußerten Bedenken bestehen nicht mehr zu Recht. Wir brauchen bei der Kombination der doppelt recessiven mit neuen wertvollen Eigenschaften nicht mehr die Rückkreuzung mit beiden Eltern anzuwenden, um die doppelt recessiven in Kombination mit der neuen Eigenschaft aufzufinden. Wir sind mit Hilfe der chemischen Methode in der Lage, unmittelbar die Doppelt recessiven auszulesen. Hierzu ein Beispiel:

Durch Kreuzung der nichtplatzenden Stämme 8 und 80 können nichtplatzende doppelt recessive, süße Typen in der  $F_2$  ausgelesen werden. Diese haben die Gene *inv*, *inv*, *dul*, *dul*, *am*, *am*. Diese werden mit weißsamigen bitteren Lupinen gekreuzt, um die Kombination weißsamig, nichtplatzend und doppelt süß zu erhalten. In der  $F_2$  dieser Kreuzung mit vier verschiedenen Genpaaren (256 Kombinationen) sucht man innerhalb der 64 nichtplatzenden nach den 16 weißsamigen; innerhalb dieser 16 nichtplatzenden, weißsamigen sind 4 süß und von diesen 4 nichtplatzend, weißsamig, süßen ist eine nichtplatzend, weißsamig und doppelt süß.

Es dürfte daher gar nicht so schwierig sein, die gewünschte Kombination nichtplatzend, weißsamig, doppelt süß in der  $F_2$  aufzufinden. Wenn wir den vorbezeichneten Weg beschreiten, ist es auch nicht einmal notwendig, übermäßig viele Alkaloiduntersuchungen durchzuführen, da wir ja zunächst die deutlich sichtbaren Eigenschaften voranstellen und erst innerhalb der Pflanzen, die die sichtbaren Eigenschaften in der gewünschten Kombination enthalten, nach den süßen bzw. doppeltsüßen suchen.

Vorläufig ungeklärt ist die Frage, welchen Einfluß die Kombination zweier Gene für Alkaloidfreiheit auf die absolute Höhe des Alkaloidgehaltes haben wird. Theoretisch nehmen wir an, daß bei der Kombination zweier Genpaare für Alkaloidfreiheit eine außerordentlich starke Senkung des Alkaloidgehaltes eintritt und zwar wird dieser Alkaloidgehalt unserer Ansicht nach geringer sein als der des alkaloidärmsten Elters. Wir erwarten, daß wir auf diesem Wege zu praktisch vollkommen alkaloidfreien Nachkommenschaften kommen.

Uns interessiert neben der Senkung des absoluten Alkaloidgehaltes aber noch eine andere Frage, und zwar die, inwieweit sich eine Senkung des Alkaloidgehaltes auf die Wuchsigkeit bzw. auf die Fertilität der Pflanzen auswirkt. Wir können einfach-, doppelt-, dreifach-, vierfach-recessiv süße Pflanzen herstellen und untersuchen, ob sich diese in ihren Leistungseigenschaften: Wuchsigkeit und Fertilität, unterscheiden. Außerdem werden wir bei diesen Untersuchungen feststellen können, ob die eventuelle Minderung der Leistungseigenschaften vom absoluten Alkaloidgehalt oder von der Zahl der Gene, die Alkaloidfreiheit bedingen, abhängt.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß es drei Wege gibt, auf denen wir zu besonders alkaloidfreien Süßlupinen kommen können, von denen wir erwarten, daß sie als menschliche Nahrungsmittel brauchbar sind:

1. Die Auslese von neuen süßen innerhalb der Landsorten.
2. Die Auslese von besonders alkaloidfreien Mutanten innerhalb der Süßlupinen.

3. Die Kombination von zwei verschiedenen bereits vorhandenen Genen für Alkaloidfreiheit.

Die chemischen Methoden zur Auffindung dieser besonders alkaloidfreien Individuen wurden ausgearbeitet. Alle drei Wege wurden nebeneinander beschritten. Endgültige Ergebnisse liegen noch nicht vor. Die Auffindung besonders alkaloidfreier Pflanzen in der  $F_2$  der Kreuzung verschiedener alkaloidfreier Stämme macht es wahrscheinlich, daß es möglich ist, doppelt recessiv süße mit besonders niedrigem Alkaloidgehalt herzustellen.

#### Schrifttum:

- HACKBARTH, J. u. H.-J. TROLL: Über die Zahl der Gene für Alkaloidfreiheit bei *Lupinus luteus*. Züchter 1941, H. 3. — SENGBUSCH, R. v.: Bitterstoffarme Lupinen III. Züchter 1938, H. 4. — SENGBUSCH, R. v.: Die Züchtung von Süßlupinen mit nichtplatzenden Hülsen. Züchter 1940, H. 6. — SENGBUSCH, R. v.: Süßlupinen und Öllupinen. Landw. Jb. 91, H. 5 (1942).