

## Die erste, bereits von Mendel ausgeführte genanalytische Untersuchung der Testafarbe von *Phaseolus vulgaris*

Von

Herbert LAMPRECHT (Landskrona)

Mit 1 Abbildung

Eingelangt am 10. November 1965

In seiner bekannten Arbeit „Versuche über Pflanzenhybriden“ berichtet MENDEL 1866 über die Spaltung in folgenden drei Merkmalspaaren bei *Phaseolus vulgaris*: hoher — niedriger Wuchs, unreife Hülse grün — gelb und reife Hülse gewölbt — eingeschnürt, erwähnt aber nichts über eine Spaltung in der Farbe der Samenschale. Nun ist kürzlich eine „Iconographia Mendeliana“ 1965 erschienen, in der das einzige noch vorhandene „Notizblatt“ über MENDELS Experimente, die Spaltung einer Bohnenkreuzung in der Testafarbe betreffend, reproduziert ist (Abb. 1). Der Inhalt dieses Notizblattes soll nun vom Standpunkt unserer jetzigen Kenntnisse der Bohnengenetik aus gewürdigt und klargelegt werden.

Vorerst werden die Spaltungen in den drei oben angegebenen Merkmalspaaren in Übereinstimmung mit der jetzt gültigen Genterminologie kurz charakterisiert. Ohne Zahlen anzugeben, erwähnt MENDEL, daß diese Merkmalspaare wie bei *Pisum*, also monogen, spalteten, sowie daß auch die konstanten Verbindungen nach dem Gesetze der einfachen Kombination der Merkmale wie bei *Pisum* erhalten worden sind. Für die drei in Frage stehenden Merkmalspaare besteht folgende genische Grundlage:

**Fin — fin:** Stammwachstum unbegrenzt (hohe, rankende Stangenbohnen) — Stammwachstum begrenzt, finitis (Buschbohnen) (LAMPRECHT 1935).

**Y — y:** Farbe der unreifen Hülse grün — gelb (Wachsbohnen), (CURRENCE 1931, s. auch LAMPRECHT 1937).

**Fa — fa:** Zusammen mit **Fb** reife Hülse mit starker Membran, daher einfach gewölbt — ohne solche, um die Samen runzelig eingeschnürt (LAMPRECHT 1932 b).

Die Angaben über Spaltung in Testafarben sind in dem erwähnten „Notizblatt“ wiedergegeben. Ob es sich hierbei um dieselbe Bohnenkreuzung handelt, wie bei der mit Spaltung in den vorstehend genannten drei Merkmalspaaren, läßt sich, namentlich da für diese Zahlenangaben fehlen, nicht feststellen.

Die Angaben auf dem Notizblatt beziehen sich ganz zweifellos auf die in einer Bohnenkreuzung beobachtete Spaltung in Testafarben. Diese

scheint heute ohne Schwierigkeiten restlos erklärt werden zu können. MENDEL fand Spaltung in drei Testafarben: Violett, Gelb und Weiß, wobei für die Abgrenzung von Violett zu Gelb z. T. gewisse Schwierigkeiten bestanden haben. Um diese Spaltung und die vorhandene Unsicherheit bei der Klassifikation zu verstehen, sollen zuerst die diesbezüglichen seit längerem gut bekannten Verhältnisse besprochen werden.

Seit TSCHERMAK 1902 und 1904 ist bekannt, daß im Zusammenhang mit der Wirkung eines Grundgens eine Spaltung nach 3 pigmentiert: 1 Weiß zu beobachten ist. SHULL 1907 belegte dieses Grundgen mit dem Symbol **P** (von Pigment). Bei Rezessivität in **P** ist die Samenschale daher stets Reinweiß. Für die Ausbildung der zahlreichen Testafarben von *Phaseolus* ist die komplementäre Wirkung von wenigstens neun Farbgenen, sowie von drei Modifikationsgenen erforderlich. Erstere bedingen in wechselnden Kombinationen die verschiedenen Testafarben, letztere ändern gewisse dieser ab. Zusammen mit dem Grundgen **P** haben also Modifikationsgene allein keine die Testa färbende Wirkung, die solchenfalls daher Weiß verbleibt. Hinzu kommen noch Gene für Teilfarbigkeit und für farbige Abzeichen auf der Testa (s. LAMPRECHT 1951).

Lange war unbekannt, ob das Grundgen **P** allein, d. h. ohne gleichzeitige Anwesenheit eines Farbgens eine Färbung der Testa hervorrufen kann. LAMPRECHT 1932a konnte erstmals die Ergebnisse einer Kreuzung veröffentlichen, die diese Frage eindeutig beantwortete. Es wurden zwei Linien mit den Testafarben Rohseidengelb und Geschwefeltes Weiß (ein helles Schwefelgelb) gekreuzt. Die Samen der  $F_1$  hatten die Farbe Chamois (ein mattes Gelb). In  $F_2$  fand Spaltung statt im Verhältnis: 9 Chamois : 3 Rohseidengelb : 3 Geschwefeltes Weiß : 1 Weiß.

Damit war eindeutig bewiesen, daß das Grundgen **P** ohne gleichzeitige Anwesenheit eines Farbgens keine Färbung der Testa bedingt. In Genenformeln ausgedrückt resultiert:

$$\begin{aligned} P C J &= \text{Chamois} \\ P c J &= \text{Rohseidengelb} \\ P C j &= \text{Geschwefeltes Weiß} \\ P c j &= \text{Reinweiß} \end{aligned}$$

Hinzu kommt, daß alle Samen mit Dominanz in **J** einen gelbbraunen oder dunkel gefärbten Hilumrandwall haben. Samen mit der Testafarbe Geschwefeltes Weiß, die in **J** rezessiv sind, fehlt demnach dieser farbige Hilumrand. Zu erwähnen ist hier, daß es noch ein zweites Gen, **Ins** gibt, das ganz dieselbe Wirkung wie **J** besitzt (s. LAMPRECHT 1936). Im vorliegenden Zusammenhang ist das Bestehen zweier polymerer Gene, **J** und **Ins**, indessen ohne Interesse.

In einer in großem Umfang in mehreren Generationen durchgeführten Kreuzung konnte LAMPRECHT 1932a die Wirkung aller verschiedenen Kombinationen der drei Farbgene **G**, **B** und **V** auf Chamois, **P C J**, nachweisen. Es zeigte sich, daß nur das Gen **V** (von Violett) zusammen mit

Chamois rein violette Testa bedingt. Der violetten Samenschale kommt demnach die genotypische Konstitution **P C J V** zu.

Mit Hinblick auf die von MENDEL gefundene Variation der violetten Testafarbe und damit Unsicherheit bei ihrer Abgrenzung gegen Gelb ist Folgendes zu beachten. Durch Anbau von violettsamigen Linien mit verschiedener Reifezeit und unter verschiedenen Umweltverhältnissen (mehrere Jahre hindurch sowohl in Schweden wie in Ungarn) hat festgestellt werden können, daß, während die Wirkung der Farbgene **C** und **J** (sowie auch von **G** und **B**) sich während des Reifens etwa gleichzeitig geltend macht, die des Gens **V** immer deutlich später zutagetritt.

Dies hat zur Folge, daß auch auf ein und derselben Pflanze die zuletzt reifenden, oder auch die Reife nicht ganz erreichenden Samen nur schwach violett gefärbt sind. Zuweilen ist auf der gelben Grundfarbe solcher Samen nur ein Anflug von Violett vorhanden. Ganz dasselbe Verhalten können daher auch Linien mit verschiedener Reifezeit unter gleichen Umweltverhältnissen, wie auch ein und dieselbe Linie unter verschiedenen Umweltverhältnissen aufweisen.

Für die Ausbildung eines Anfluges in Bläulich bis Grünlichblau ist hier noch an die Wirkung der sogenannten **Corona** zu erinnern. Diese bildet einen stark farbigen Ring um den wallförmigen Hilumrand. Die **Corona** beeinflusst auch die Testafarbe Chamois, indem diese einen mehr weniger schwachen Anflug erhalten kann. Bedingt wird die **Corona** durch das Gen **Cor**. Bei Heterozygotie in diesem ist die Farbe der **Corona** schwach ausgebildet (LAMPRECHT 1934). Bei dunkler gefärbten Samen, wie z. B. bei violetten, ist sie oft nicht sicher zu erkennen.

Nun zu MENDELS Notizblatt mit der Spaltung in Testafarben. Es handelt sich um eine Kreuzung mit 601  $F_2$ -Individuen. Von diesen wurden 166 als Weiß klassifiziert. Da alle übrigen gelbe bzw. mehr oder weniger stark violette Testa haben, **P C J** bzw. **P C J V**, liegt eine klare Spaltung im Grundgen **P** vor. Für diese resultiert:

$$435 P : 166 p \text{ mit } D/m = 1.43.$$

Aus MENDELS Aufzeichnungen geht unmittelbar hervor, daß bei der Abgrenzung von violetten und gelben Samen eine gewisse Unsicherheit bestanden hat, die nicht durch Studien in  $F_3$  klargelegt worden ist. 250 Individuen werden als blaß Violett ( $V_1 W + G W$ ) und weitere 93 als rein Violett (**V**) angegeben (man vgl. die Abb. 1). Kein Zweifel kann darüber bestehen, daß diese zusammen 343 Pflanzen der Formel **P C J V** entsprechende Samen getragen haben. Außerdem gab es noch zwei Gruppen gelbsamige Individuen ( $65b B + 27d B$ ), von denen die ersteren höchst wahrscheinlich durch die Wirkung einer **Corona** einen bläulichen Anflug erhalten haben. Wie schon erwähnt, entsprechen die Gelbsamigen der Farbe Chamois und haben die Formel **P C J**.

Mit Hinblick auf das eben Angeführte ist eine Zweigenenspaltung im folgenden Verhältnis zu erwarten:

9 P C J V : 3 P C J v : 4 (p C J V + p C J v)

Die von MENDEL gefundenen Zahlen stehen mit dieser Erwartung wie folgt in guter Übereinstimmung:

Erwartet

für 9 : 3 : 4 : 338.06 P C J V : 112.69 P C J v : 150.25 p

Gefunden : 343 „ : 92 „ : 166 „

D/m für

9 : 3 : 4 = -0.41 -2.17 +1.43

$V_1 = 37$   
 $g = 37$   
 $gV_1 = 75$   
 $V_1W = 150$   
 $gW = 150$   
 $W = 150$

~~$V_1 + gV_1 = 112$  Produkt 75~~  
 $V_1W + gW = 300$  weiß Viol. 250 -50  
 $W = 150$  weiss 150 +15  
 $gV_1 = 75$  b B 65 -10  
 $g = 37$  dB 27 -10  
 $V = 37$  Viol 93 +56

343 bV & V 251  $\frac{1}{2}$  Noel  
 92 B 100  $\frac{1}{6}$   $\frac{7}{12}$  Loewie t  
 166 W 150  $\frac{1}{4}$   $\frac{3}{12}$  Traun  
 eras

Schae l  
 wenn durch die viel mill auch  
 Der sich hinsch bück

$x : 205 = 59 : 296$   
 $\frac{59}{2745}$   
 $\frac{1525}{17995} : 296 = 61$   
 $\frac{1235}{17995}$

$\frac{75}{150}$   
 $\frac{1}{4}$  löcher D. 16. 0

W 150  $\frac{1}{4}$  W  
 bB 75  $\frac{1}{8}$  gV  
 dB 37  $\frac{1}{16}$  g  
 bV 300  $\frac{1}{2}$  gW + V<sub>1</sub>W  
 V 37  $\frac{1}{16}$  V

Abb. 1. Das einzige, noch vorhandene Notizblatt über MENDEL'S Phaseolus-Versuche. (Reproduktion mit Erlaubnis des Moravian Museum in Brno aus Iconographia Mendeliana 1965: 38, Nr. 64, wofür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei).

Wird die Spaltung nur für die 435 Gefärbtsamigen in bezug auf das Gen **V** berechnet, so resultiert ein  $D/m$  von 1.86.

Die von MENDEL zu der oben besprochenen Kreuzung verwendeten Sorten können einer der beiden Kombinationen  $P C J v \times p C J V$  oder  $P C J V \times p C J v$  entsprochen haben. Mit Hinblick auf die Ergebnisse von mir mit Linien aus älteren Sorten ausgeführten Kreuzungen ist die erstere die wahrscheinlichere.

Durch die oben ausgeführte Analyse scheinen alle bisher bekannt gewordenen MENDELSchen Kreuzungsergebnisse mit Sorten von *Phaseolus vulgaris* mit unserer gegenwärtigen Kenntnis der Genetik dieser Spezies in Einklang gebracht worden zu sein.

Abschließend sei hier in bezug auf das von MENDEL erstmalig analysierte Gen **V** noch Folgendes erwähnt. Eine eindeutige Spaltung, durch die die Wirkung von **V** auf Chamois (Gelb) klargelegt worden ist, wurde von JOHANNSEN 1926 mitgeteilt. Er fand Spaltung in den beiden Genen **V** und **B** wie folgt:

9 **VB** (Schwarz) : 3 **Vb** (Violett) : 3 **vB** (Bronze) : 1 **vb** (Gelb).

Das Gen, das hier wie in der MENDELSchen Kreuzung zusammen mit Gelb (Chamois) Violett bedingte, wurde von JOHANNSEN mit dem Symbol **V** belegt. Zwecks Orientierung über die Wirkung des Gens **V** zusammen mit anderen Genen für Testafarbe sei auf LAMPRECHT 1951 verwiesen, in welcher Arbeit der komplementäre Effekt von **V** in nicht weniger als 27 Kombinationen nachgewiesen wird.

### Zusammenfassung

1. Das einzige noch vorhandene, in der Iconographia Mendeliana 1965 reproduzierte Notizblatt über MENDELS Experimente bezieht sich auf eine Bohnenkreuzung. Alle von MENDEL an *Phaseolus* beobachteten Spaltungen werden genanalytisch klargelegt.

2. Die Notizen betreffen die Spaltung in zwei Genen, dem Grundgen für die Ausbildung von Testafarbe, **P**, und dem Farbgen **V**. Die Gesamtspaltung entspricht dem Verhältnis 9 Violett,  $P C J V$  : 3 Chamois (ein Gelb),  $P C J v$  : 4 Weiß, **p**.

3. Es werden die Schwierigkeiten im Beurteilen der Manifestation des Gens **V** beleuchtet, die sowohl durch die Umweltverhältnisse wie durch die übrige genotypische Konstitution beeinflusst wird.

### Schrifttum

- CURRENCE T. M. 1931. A new pod color in snap beans. — J. Heredity 22: 21—23.  
 Iconographia Mendeliana. 1965. To the Memory of Gregor Johann MENDEL for the Centenary of the publication of his discovery of the principles of heredity. — Moravian Museum in Brno.  
 JOHANNSEN W. 1926. Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 3. Aufl. — Jena.

- LAMPRECHT H. 1932a. Beiträge zur Genetik von *Phaseolus vulgaris*. Zur Vererbung der Testafarbe. — *Hereditas* 16: 169—211.
- 1932b. Beiträge zur Genetik von *Phaseolus vulgaris* II. Über Vererbung von Hülsenfarbe und Hülsenform. — *Hereditas* 16: 295—340.
  - 1934. Zur Genetik von *Phaseolus vulgaris* VII. Zwei weitere Gene für Sameneigenschaften, Cor und Fast. — *Hereditas* 19: 163—176.
  - 1935. Zur Genetik von *Phaseolus vulgaris* X. Über Infloreszenztypen und ihre Vererbung. — *Hereditas* 20: 71—93.
  - 1936. Zur Genetik von *Phaseolus vulgaris* XIII. Ein neues Grundgen für Testafarben, ein weiteres Testafarbggen sowie etwas über Blütenfarben. — *Hereditas* 22: 241—268.
  - 1937. Über einen *Phaseolus*-Typus mit abwärts geneigten Blättern und seine Verzweigung. — *Botaniska Notiser*, 341—354.
  - 1951. Die Vererbung der Testafarbe bei *Phaseolus vulgaris* L. — *Agri Hort. Genet.* 9: 18—83.
- MENDEL G. 1866. Versuche über Pflanzenhybriden. — *Verh. naturforsch. Ver. Brünn* 4: 3—47.
- SHULL G. H. 1907. Some latent characters of a white bean. — *Science, N. S.*, 25 (646): 828—832.
- TSCHERMAK E. v. 1902. Über die gesetzmäßige Gestaltungsweise der Mischlinge. — *Zs. landw. Versuchsw. Österreich*, 81 p., 1 Taf.
- 1904. Weitere Kreuzungsstudien an Erbsen, Levkojen und Bohnen. — *Z. landw. Versuchsw. Österreich*, IV+106 p.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1966

Band/Volume: [11\\_3\\_4](#)

Autor(en)/Author(s): Lamprecht Herbert Anton Karl

Artikel/Article: [Die erste, bereits von Mendel ausgeführte genanalytische Untersuchung der Testafarbe von Phaseolus vulgaris. 218-223](#)