

cum timopheevi. Heredity 7, 49—58 (1953). — 17. SEMENIUK: Chromosomal stability in certain rust resistant derivatives from a *Triticum vulgare* × *Triticum timopheevi* cross. Scientific. Agr. 27, 1 (1946). — 18. SHANDS: Disease resistance of *Triticum timopheevi* transfers to common winter wheat. Journ. Am. Soc. Agr. 33, 709 bis 712 (1941). — 19. UNRAU, J.: Report of work with aneuploids, chromosome substitutions and species building at the University of Alberta. Pl. Br. A. 24, 253 (1953). —

20. VALLEGA und FAVRET: Physiological races of *Puccinia tritici* which attack *T. timopheevi*. Rev. Inverst. Agr. B. Aires 1, 113—18 (1947). — 21. WELLS und RAMSEY: Seedling and adult plant reactions to leaf rust in a cross of a *Trit. timopheevi* common wheat derivative with Yorkwin. Pl. Br. A. 24, 943 (1953). — 22. WU und AUSEMUS: Inheritance of leaf rust reaction and other characters in a spring wheat cross. Agron. Journ. 45, 43—48 (1953).

(Aus dem Institut für Vererbungs- und Züchtungsforschung. Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. H. Kappert)

Über einige weitere Blütenfarbfaktoren bei *Matthiola incana*

Von E. JUNGFER

Seit den grundlegenden Veröffentlichungen KAPPERTS über die die Blütenfärbung bedingenden und modifizierenden Faktoren bei *Matthiola incana* ist meines Wissens nur von SCHNACK über Farbumtersuchungen an dieser Pflanze berichtet worden. KAPPERT behandelt die Frage nach den Blütenfarben nur beiläufig, erhielt jedoch bei der Untersuchung der Genetik des Immerspaltes wichtige Ergebnisse zu diesem Problem, die die Angaben älterer Autoren wie CORRENS, v. TSCHERMAK und SAUNDERS bestätigen und ergänzen.

KAPPERT zeigte durch „Ringkreuzungen“ zwischen drei weißen Levkojensorten, daß drei dominante, freispaltende Faktoren zur Farbausbildung nötig sind. Er benannte den durch den Stamm 707 (weiße Busch glabra) bekannten Faktor mit E (Entwickler), den aus dem Stamm 958 (Schneeflocke) stammenden mit G (Grundfaktor) und den aus der weißen Stange 58 entnommenen mit F (Farbfaktor). Während E und G auffallend pleiotrop wirken, nämlich in rezessivem Zustand gleichzeitig die Ausbildung der Behaarung unterbinden, also glabra-Charakter hervorrufen, wirkt F nur auf die Farbausbildung. An F gekoppelt fand KAPPERT ein Modifikationsgen B, das in dominanter Form violette, rezessiv dagegen rote Blütenfarbe bedingt. Eine weitere Modifikation der Farbe in leuchtend oder stumpf wurde als durch das Genpaar L (leuchtend) und l (stumpf) verursacht festgestellt. Der Stumpf faktor ist an den Entwickler E gekoppelt. Auf dem Chromosomenpaar, das das Gen für einfache (S) oder gefüllte Blüte (s) trägt, wurde ein dominant wirksamer Aufhellungsfaktor (H) gefunden und ebenfalls auf diesem Chromosomenpaar das Gen W festgestellt, das den Farbumtergrund der Blüten als weiß im Gegensatz zu gelb (w) festlegt.

SCHNACK konnte durch seine Untersuchungen ebenfalls die Angaben von SAUNDERS bestätigen und wie KAPPERT die Koppelung des Intensitätsfaktors P (= H bei KAPPERT) an das S- bzw. s-Chromosom feststellen. Daneben fand er einen an B gekoppelten rezessiv wirksamen Aufhellungsfaktor mo, dessen Wirkung sich zu der von P addiert.

Der Vielfalt der Farben, die bei den zu anderen Zwecken am Institut ausgeführten Kreuzungen herauspaltete, wurde erst in den letzten Jahren wieder erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt, und es gelang, durch Nachweis eines weiteren Modifikationsfaktors und eines zweiten die Helligkeit beeinflussenden Faktors, der wahrscheinlich dem mo SCHNACKS entspricht, sowie durch Studium des Zusammenwirkens der beiden

Intensitätsfaktoren etliche Farbspaltungen zu analysieren.¹

Wie auch unsere papierchromatographischen Untersuchungen ergaben, wird die Blütenfarbe der *Matthiola* durch Komplexanthocyane hervorgerufen, als deren nach Hydrolyse erhaltene Anthocyanidine bei Anwesenheit von B Cyanidin, unter der Wirkung von b Pelargonidin festgestellt wurde. Der Faktor u läßt bei Anwesenheit von Cyanidin eine rotbraune Färbung entstehen, die phänotypisch der Wirkung von ee (stumpf) auf rote Blütenfarbe entspricht. Ist Pelargonidin vorhanden, entsteht unter der Wirkung von u die als „pfirsich-“, „fleischfarbig“ oder „ziegelrot“ beschriebene Blütenfärbung.

Der Faktor u läßt sich bisher keiner bekannten Koppelungsgruppe zuordnen. Lediglich für die violette Lackblattlevoje Stamm 294 muß eine Koppelung von U an das Füllungschromosomenpaar angenommen werden. Das erscheint uns nicht abwegig, da auch von einem anderen Faktor aus unveröffentlichten Versuchen KAPPERTS teils ans Füllungschromosom gekoppelte teils freispaltende Weitergabe bekannt ist.

Den rezessiv wirksamen Aufhellungsfaktor fanden wir auf dem den Blütenfarbfaktor F tragenden Chromosomenpaar.

An dieser Stelle soll über die genetischen Versuche berichtet werden, die zur Annahme der oben angegebenen Faktoren führten, während die Ergebnisse aus papierchromatischen Versuchen später veröffentlicht werden sollen.

„Der Braunfaktor uu“

Die F₂-Spaltungen der aus den Ringkreuzungen bekannten Versuchsnummern 958 (Schneeflocke) und 707 (weiße Busch glabra) führten zur Annahme des epistatischen Faktors für die Blütenfarben braun und pfirsich.

Es wurde gefunden:

	violett leucht.	violett stumpf	karmin	braun	pfirsich	weiß
1952	38	17	15	22	7	73
1953	36	26	10	24	6	67
1955	81	35	40	67	12	176
1956	40	21	14	27	4	66
195	99	79	140	29	382	

¹ Für das Überlassen des Materials und die stete Anteilnahme und Förderung der Untersuchung sei Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. KAPPERT, herzlich gedankt. Ganz besonderer Dank gebührt Fräulein ELBONORE LANGE, ohne deren aufopferungs- und einsichtsvolle Mitarbeit die Arbeit nicht hätte durchgeführt werden können.

Die Homogentität der Reihen ist gesichert. $P=0,66$
 Farbwert-Angaben nach den Ostwaldschen Farbtafeln:

violett leuchtend	11 ra
violett stumpf	10 ri/ni
karmin	10 ra
braun	10 ne
pfirsich	10 ea

Braun und pfirsich sind augenscheinlich stumpfe Farben und dem roten Bereich zugeordnet.

Es ist bekannt, daß die Stämme 958 und 707 sich in den Faktoren E_1E_1 und e_1e_1 , ferner in gg und GG und weiterhin in den mit dem Farbgen F gekoppelten Faktoren BB und bb unterscheiden. Das Spalten dieser Faktoren erklärt das Verhältnis:

1. der farbigen zu den weißen Pflanzen als 9:7
 gefunden: 542:382 ideal: 519,75:404,25
 $\chi^2 = 2,2$ $P = 0,14$
2. der leuchtenden zu den stumpfen Farben bei violett als 2:1 infolge der Koppelung mit E bzw. e
 gefunden: 195:99 ideal: 196:98
3. der violetten zu den roten innerhalb der leuchtenden als 3:1
 gefunden: 195:79 ideal: 205,5:68,5
 $\chi^2 = 2,15$ $P = 0,14$

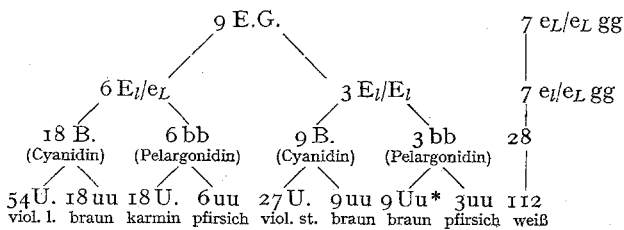
Nicht mit Hilfe dieser Faktoren allein kann erklärt werden

1. das Verhältnis der leuchtenden zu den stumpfen innerhalb der roten (und damit auch der Gesamtsplattung)
 karmin: braun + pfirsich = 79:169
 leuchtend:stumpf (Gesamt) = 274:268
2. das Verhältnis der violetten zu den roten innerhalb der stumpfen (und damit der Gesamtsplattung)
 violettstumpf:braun + pfirsich = 99:169
 violett:rot = 294:248

Die Annahme eines rezessiven Faktors uu, der jede vorhandene Farbe in braun bzw. pfirsich umwandelt, gibt eine Erklärung der angegebenen Verhältnisse.

- U. = die auf Grund der anderen Faktoren entstandene Farbe tritt in Erscheinung
 B.uu = braun
 bbuu = pfirsichfarbig

Ohne zu berücksichtigen, aus welchem Stamm der Faktor u in die Kreuzung eingebracht wird, läßt sich für die Kreuzung 707×958 die Spaltungspopulation für die Faktoren E_1/e_1 G/g F_B/F_b U/u ableiten.



* Diese Pflanzen sind durch Wirkung des Stumpffaktors auf Pelargonidin braun.

	viol. leu.	viol. stu.	karmin	braun	pfirs.	weiß
Grundzahlen:	54	27	18	36	9	112
Befund	195	99	79	140	29	382
ideal:	194,8	97,5	65,0	130,0	32,5	404,2
Differenz:	+0,2	+1,5	+14,0	+10,0	-3,5	-22,2
D ² /id.	—	0,02	3,02	0,77	0,38	1,22
		$\chi^2 = 5,41$	FG = 5			$P = 0,36$

Die als pfirsich bonitierten Pflanzen müßten als uubb-Genotypen nach Selbstung konstant sein und das Anthocyanidin Pelargonidin führen, während die als braun bonitierten Pflanzen uuBB oder uuBb-Genotypen sein können und teils konstant bleiben, teils pfirsich abspalten müssen. Diese braunen müssen Cyanidin enthalten. Es müssen auch braune Pflanzen vom Genotyp llbbU. angenommen werden, die auf Grund von bb Pelargonidin führen. Ihre Zahl beträgt $\frac{1}{4}$ der eben genannten. Auf sie wird später noch eingegangen werden (707×58).

Aus einer Spaltungspopulation der Kreuzung 707×958 wurden zwei pfirsichfarbige Pflanzen isoliert. Sie spalteten:

$$N_{20} = 12 \text{ pfirsich} \quad 8 \text{ weiß}$$

$$N_{21} = 31 \text{ pfirsich} \quad 13 \text{ weiß}$$

Die Abspaltung der weißen ist auf die für diese Frage belanglose Heterozygotie in den Faktoren E/e und (oder) G/g zurückzuführen. Erwartungsgemäß erfolgt keine Farbspaltung.

Aus der gleichen Spaltungsgeneration wurden sechs braune Pflanzen isoliert. Außer der auf Heterozygotie in den Faktoren G und E beruhenden Aufspaltung in farbige und weiße spalteten sie in der Farbe erwartungsgemäß entweder nicht mehr oder brachten neben braunen auch pfirsichfarbige im Verhältnis 3:1.

- N10 (1952) 28 braun — pfirsich
 N12 (1952) 49 braun 16 pfirsich fast ideal
 N14 (1952) 18 braun 10 pfirsich ideal: 21:7

An geselbsteten Pflanzen aus N14/52 ergab sich das gleiche Bild:

- N14,4 (1953) 27 braun 6 pfirsich ideal: 25: 8
 N14,6 (1953) 40 braun 12 pfirsich ideal: 39:13

Auch die Selbstungsnachkommen aller anderen geprüften farbigen Pflanzen dieser Spaltungspopulation, insgesamt 23, brachten mit Hilfe der Annahme des Faktors u erklärable Spaltungen. Bei den folgenden Beispielen ist von der Abspaltung weißer Pflanzen abgesehen.

karmin:

- N1 (1952) 18 karmin 9 braun 4 pfirsich
 N2 (1952) 14 karmin 8 braun — pfirsich
 N1 spaltet in E_1/e_1 sowie U/u und hat die Grundzahlen 6:3:3. Mit $\chi^2 = 2,38$ und $P = 0,3$ besteht kein Einwand gegen die Annahme.

N2 spaltet in den Faktoren E_1/e_1 und hat die Grundzahlen 2:1.

Die Differenzen sind gering.

Violett stumpf:

- N15 (1952) 29 viol. st. 11 braun 2 pfirsich
 N16 (1952) 20 viol. st. 6 braun 2 pfirsich
 N15 und N16 müssen als heterozygot in den Faktoren U und B angenommen werden. Die Grundzahlen sind 9:6:1. Zusammengefaßt ergibt sich für beide Nachkommenschaften $P = 0,07$.

Auch die fünf leuchtend violetten Pflanzen, deren Nachkommenschaften wir prüften, folgten alle einem unserer Annahme gemäßen Spaltungsschema. Es brachte — hier als Beispiel angeführt —

- N5 (1952) 49 viol. l. 16 viol. st. 12 karmin 12 braun.
 Bei einer Spaltung in den Faktoren E_1/e_1 und B/b ergeben sich die Grundzahlen 6:3:2:1, mit denen die gefundenen Zahlen übereinstimmen ($P = 0,14$).

Es sei nur erwähnt, daß Kreuzungen der Elternsorten und aller Farbtypen der F_2 auf pfirsichfarbige

Pflanzen ebenfalls mit unserer Annahme sich deckende Ergebnisse brachten.

N_{21,3} (pfirs.) × N_{14,1} (braun) brachte 15 braun 15 pfirsich.

Diese Spaltung ist durch Heterozygotie im B- oder U-Faktor zu erklären.

Pfirsich × karmin

N_{21,7} × N_{3,2} brachte 5 karmin 3 braun 8 pfirsich

N_{21,6} × N_{4,3} 5 karmin 7 braun — pfirsich

Karmin N_{3,2} spaltet in E₁/e_L und U/u, die Grundzahlen sind 1:1:2. N_{4,3} muß bei UU in E₁/e_L spalten. Die Grundzahlen der Spaltung sind 1:1:

Pfirs. × viol. st.

N₂₁ × N₁₉: 14 viol. l. 17 viol. st. 12 karm. 6 braun

Für stumpf violett N₁₉ muß man Homozygotie in E₁ und U annehmen, dazu Heterozygotie in B/b, so daß bei Rückkreuzung auf pfirsich mit Heterozygotie in E₁/e_L die vier Farbtypen in gleichem Verhältnis entstehen müssen (P = 0,055).

Der Faktor u in anderen Stämmen

Die Stämme 958 (Schneeflocke) und 707 (weiße Busch glabra) wurden mit anderen Stämmen des Institutssortiments gekreuzt, um zu prüfen, in welchen Stämmen der Faktor zu finden ist.

Die Kreuzung der 958 mit der 304 (gelbweiße Busch incana), über die bekannt ist, daß sie auf Grund des Faktors f weiß ist, jedoch das Gen für violette Blütenfarbe und den Faktor für leuchtend (L) besitzt, brachte in der F₁ zartbraune Pflanzen, die F₂ spaltete in braune und weiße.

Dieses Ergebnis läßt sich durch die Homozygotie von uu in beiden Stämmen erklären; erst auf Grund des Zusammentreffens von F und G in der F₁ kann die Farbausbildung zustande kommen: sie wird braun, weil u über den Bläuungsfaktor B epistatisch ist.

Es tritt keine Pfirsichspaltung auf, weil beide Stämme B haben. Diese Tatsache steht in Einklang mit der oben angeführten Beobachtung, daß B Cyanidin bedingt, auf dessen Grundlage der Faktor u braun entstehen läßt.

Wird 707 mit 304 gekreuzt, spaltet erwartungsgemäß pfirsich heraus. Die F₁ ist leuchtend violett.

Wie erhielten in der F₂:

54 violett 30 rot 12 braun 8 pfirsich 64 weiß

Bei ähnlicher Ableitung wie in der Kreuzung 707 × 958 ergeben sich bei Spaltung in den Faktoren E_L/e_L, F_b/f_B und U/u folgende Idealzahlen:

47,2 viol. 23,6 r. 15,7 br. 7,9 pfirs. 73,4 weiß

Die Differenzen ergeben $\chi^2 = 3,8$ bei 4 FG; P = 0,42 spricht nicht gegen die Annahme.

Kreuzt man 707 mit der weißen Stange 58, von der die Faktoren f, l und B bekannt sind, so erhält man, obgleich 707 den Pelargonidinfaktor b mitbringt, keine pfirsichfarbigen Pflanzen in der Spaltungspopulation.

Wie erhielten (1955):

56 viol. leu. 31 viol. stu. 22 rot leu. 16 braun 85 weiß.

Bei der Annahme einer Spaltung in den Faktoren F_b/f_B, E₁/e_L beträgt P = 0,56. Das Ausbleiben der pfirsichfarbigen trotz Vorhandenseins brauner Pflanzen und des Faktors b kann nur so erklärt werden, daß hier die braunen den Genotyp ll (stumpf) haben, die Farbe pfirsich jedoch nur durch uu auftreten kann.

Auch in den Kreuzungen der violetten Lackblattlevkoje (294) mit Schneeflocke (958) tritt die Pfirsichfarbe nicht auf, obgleich hier eine Spaltung nach u

erfolgen muß. Da aber beide Eltern nur Cyanidin besitzen und die Pfirsichfarbe an das Vorhandensein des Pelargonidinfaktors gebunden ist, blühen die uu-Genotypen braun. Bemerkenswert ist, daß in dieser Kreuzung Braunfärbung und Blütenfüllung gekoppelt erscheint. Offenbar liegt, da u aus 958 sonst frei spaltet, das Normalallel bei 294 im Einfachchromosom, so daß eine strukturheterozygote F₁ entstehen muß, aus der etwa 50% einfache von leuchtend oder stumpf violetter Farbe und 50% gefüllt braune Individuen hervorgehen. Die erhaltenen Spaltungszahlen:

$$\begin{array}{r} \text{einfach 147 :} \quad 176 \text{ gefüllt} \\ \hline \text{III leu viol. : 36 stu viol. : 176 braun} \end{array}$$

würden dem Verhältnis 3:1:4 mit den Idealzahlen:

$$121,1 : 40,4 : 161,5$$

durchaus entsprechen. Der χ^2 -Wert wäre 2,64 und gäbe ein P = 0,26.

Der u-Faktor wurde bisher in keinen weiteren Institutsstämmen als 958 und 304 beobachtet, dazu treten die Handelssorten „Pfirsich“, „Ziegelrot“ und „Fleischfarben“, deren Farbausbildung uu voraussetzt.

Die Handelssorten „Pfirsich auf Gelb“ und „Ziegelrot“ zeigten sich bis auf geringe Helligkeitswerte und anderen Untergrund als identisch mit unseren isolierten pfirsichfarbigen Pflanzen aus der Kreuzung 707 × 958.

Alle Stämme mit dem Faktor b können nach Einkreuzung des u-Faktors pfirsichfarbige abspalten. So ergibt z. B. der Stamm „Karmin“ nach Kreuzung mit der weißgelben Busch 304 in der F₂ (1955):

31 viol. leu. 20 rot 14 braun 8 pfirsich 32 weiß.

Für die Annahme einer Spaltung in den Faktoren F_b/f_B und U/u beträgt P = 60%.

Die gelbe Busch glabra 323, die sehr nahe verwandt ist mit der weißen Busch glabra 707, brachte nach Einkreuzung von u durch den Stamm 304 im Jahre 1955 folgende Aufspaltung:

69 viol. leu. 22 rot 25 braun 8 pfirsich 116 gelb.

Für die Annahme einer Spaltung in den Faktoren F_b/f_B, E_L/e_L und U/u ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von P = 0,16.

Der Stamm P-07 (konstant einfach, behaart, zartrot auf gelbem Grund) brachte nach Kreuzung mit der Sorte Pfirsich in der Spaltungspopulation keine braunen Pflanzen; statt dessen traten, weil beide Eltern b mitbrachten, nur pfirsichfarbige Pflanzen neben leuchtend roten auf. Da diese Kreuzung besonders aufschlußreich in bezug auf die Intensitätsfaktoren war, soll sie in einem anderen Zusammenhang eingehender dargestellt werden.

Aufhellungsfaktoren

Die Bonitierung der Farben bei *Matthiola* wird durch verschiedene Eigenarten dieser Zierpflanze erschwert. Außer auf gelbem oder weißem Untergrund kann jede Farbe auch unter der Wirkung einer Reihe von Intensitätsfaktoren stehen. Verschiedene Blühzustände lassen dazu Helligkeitsunterschiede auftreten, die nur altersbedingt sind, während die Witterung verschiedener Jahre wirkliche genotypische Unterschiede sichtbar machen oder verdecken kann. Bei der Analyse des Erbganges und beim Aussuchen der Kreuzungseltern ist der auf die ♂ Gonen wirkende Letal-

faktor zu berücksichtigen, der auf dem Chromosom mit dem Gen für einfachen Blütenbau liegt und das Immerspalten der Kulturlevkojen verursacht.

In der Kreuzung der weißen Busch glabra 707 mit der Schneeflocke 958 sind keine stark aufhellend wirkenden Faktoren beteiligt, so daß von ganz geringen Tönungsunterschieden abgesehen alle Farben auf intensiver Stufe auftreten, was die Bonitur wesentlich erleichterte.

Die oben erwähnte Kreuzung des Stammes P-07 mit der Sorte Pfirsich erleichterte durch das Fehlen des Letalfaktors und das Fehlen des violetten Farbfaktors die Analyse der Aufhellungsfaktoren. P-07 ist sehr hell rot und konstant einfach, also +S/+S. Pfirsich ist zwar heterozygot $\lambda S/+s$, wird die Sorte aber als Vater benutzt, befruchtet nur +s-Pollen, so daß die F_1 +S/+s ist.

Die Aufspaltung dieser F_1 brachte Aufschluß über das Zusammenwirken der beiden Aufhellungsfaktoren, die im Anfang erwähnt wurden.

Die F_1 ist mittelrot. Wir zählten in der F_2 (1953+54)

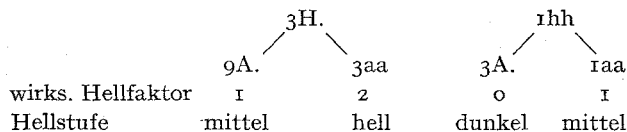
karminrot	mittelrot	hellrot	pfirsich	lachs.	hellachs
48	155	47	16	55	11

Es sind sechs Farben des roten Bereiches vorhanden: karminrot, mittel- und hellrot als leuchtende Farben; pfirsich, lachsfarben (pfirsich mittel) und hellachs (pfirsich hell) als entsprechende stumpfe Farben. Es liegen also leuchtendes Rot und gebrochenes Rot in je drei verschiedenen Helligkeitsstufen vor. Dabei entsprechen sich karminrot und pfirsich als dunkelste Stufe, mittelrot und lachsfarben auf der mittleren und hellrot und hellachs auf der hellsten Stufe. Mit Hilfe des eben dargestellten Faktors u konnten wir die Spaltung wie folgt erklären. Beide Kreuzungseltern bringen b mit, die Sorte Pfirsich dazu noch u, so daß eine U/u-Spaltung vorliegt. Die gebrochene Farbe darf folglich nur 25% der entsprechenden leuchtenden betragen. Die Ergebnisse entsprechen der Annahme:

ideal: karmin : pfirsich = 49,5 : 16,5
 mittelrot : lachsfarben = 157,5 : 52,5
 hellrot : hellachs = 43,5 : 14,5

Die drei Helligkeitsstufen lassen sich durch das Zusammenwirken eines dominanten und eines rezessiven Aufhellungsfaktors erklären, die sich in der Wirkung addieren und unabhängig voneinander spalten. Sind beide in wirksamer Form vorhanden, wird die hellste Stufe (hellrot, hellachs) erreicht. Kommt einer zur Wirkung, treten die Farben der mittleren Stufe (mittelrot, lachs) auf und ist keiner wirksam, findet sich die tiefe Ausfärbung (karmin, pfirsich). Die Verhältnisse der F_2 lassen sich im einfachen Schema ableiten.

H = dominant aufhellend wirkender Faktor
 a = rezessiv aufhellend wirkender Faktor



Das ergäbe die Grundzahlen 3 dunkel 10 mittel 3 hell. Wir fanden in oben angegebener Spaltungspopulation:

ideal	64 dunkel	210 mittel	58 hell
	62,25	207,5	62,25

Eine statistische Prüfung erübrigt sich.

Zur weiteren Prüfung der Annahmen wurden mehrere Einzelpflanzen aller Farben der F_2 geerntet. * In keiner der 16 Nachkommenschaften traten irgendwelche Unstimmigkeiten zu unserer Annahme auf. Der Stamm P-07 hatte also die beiden Faktoren H und a in die Kreuzung hereingebracht.

Lokalisation der Aufhellungsfaktoren

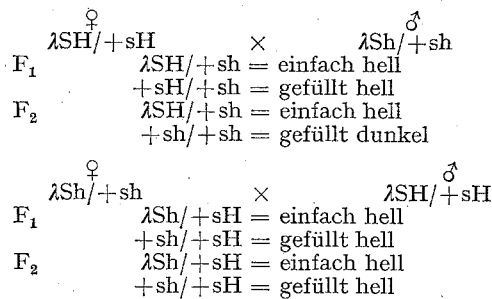
Von der Stange 58 ist bekannt, daß sie einen dominanten Hellfaktor auf dem Chromosom besitzt, das einfache oder gefüllte Blüten zur Ausbildung kommen läßt ($\lambda S/+s$). Wir kreuzten P-07 \times Stange 58, um zu erfahren, ob P-07 den gleichen Faktor trägt. Die F_1 war mittelviolett, deutete also auf die Wirkung eines Hellfaktors.

In der F_2 fanden sich rote der hellsten Stufe und violette der mittleren Stufe im Verhältnis 1:2. Dieses Ergebnis deutet auf eine Spaltung nur des rezessiven Aufhellungsfaktors und auf eine Koppelung dieses rezessiven Hellfaktors an den Modifikator b, der wiederum mit dem Farbgen F gekoppelt ist. Es läge also eine Spaltung von Fba/fBa vor. Nach Abspaltung von 25% weißen werden 50% Fba/fBA = mittelviolette und 25% Fba/Fba = hellrote (P-07) erwartet. Wir fanden (1955):

violett Mittelstufe	87 ideal	88
rot Hellstufe	45 ideal	44

Die fast vollkommene Übereinstimmung bedarf keiner statistischen Überprüfung.

Bisher konnte a nur in der P-07 nachgewiesen werden, während H in unserem Sortiment weit verbreitet ist. Dieser Faktor ist recht gut nachzuweisen, weil er am Unterschied der reziproken Spaltungspopulationen sichtbar wird, denn infolge der Lage des dominanten Aufhellungsfaktors auf dem $\lambda S/+s$ -Chromosom ist er auch mit dem Letalfaktor gekoppelt, der die ihn tragende ♂ Gone befruchtungsunfähig macht, und es gibt verschiedene Aufspaltungen in der F_2 , je nachdem ob er durch das ♂ oder das ♀ in die Kreuzung hereingebracht wird. Das Schema möge die Verhältnisse verdeutlichen (S = einfach, s = gefüllt).



Ist das den Hellfaktor tragende Elter die Mutter, so sind in der Spaltungspopulation die einfachen eine Stufe heller als die gefüllten. Bringt der Vater den Hellfaktor mit, ist die F_2 einheitlich hell. Ein Beispiel möge angeführt werden. Die F_2 von Stange 58 \times Karmin brachte 1955 (wieder von der F/f-Spaltung abgesehen):

	viol. leu.		viol. stu.		rot leu.		rot stu.	
	dunkel	mitt.	dkl.	mitt.	dkl.	mitt.	dkl.	mitt.
einfach	2	30	2	7	7	8	1	2
gefüllt	29	5	10	3	17	2	5	1

* (Matthiola ist Selbstbefruchter)

Im allgemeinen sind die einfachen mittelhell, während die gefüllten intensiv gefärbt sind. Die Austauscherscheinungen werden anschließend besprochen.

Wird dagegen die H bringende Stange 58 als ♂ eingeführt, wie in der Kreuzung „blauer Riesenbaum“ (69) × 58, findet man erwartungsgemäß nur mittlere Helligkeitswerte.

Die F₂ (1956) brachte:

	viol. leu. mittel	viol. stu. mittel	weiß
einfach	34	18	19
gefüllt	50	20	20

Austauscherscheinungen

In der Kreuzung 304 × Karmin, in die 304 (weißgelbe Busch incana) den dominanten Hellfaktor H mitbringt, während Karmin keinen Aufhellungsfaktor besitzt, müssen der eben besprochenen Ableitung nach die gefüllten Pflanzen in der Spaltungspopulation dunkel sein, während die einfachen Pflanzen vom mittleren Hellton sein müßten. Wie die Spaltungszahlen zeigen, ist das im allgemeinen auch der Fall, es gibt jedoch auch einige einfache dunkle und gefüllte mittelfarbige Pflanzen. 1955 wurde die F₂ von 304 × Karmin wie folgt bonitiert:

	viol. leu.		rot leu.		braun		pfirsich		weiß
	dkl.	mit.	dkl.	mitt.	dkl.	mit.	dkl.	mitt.	
einfach	2	9	3	9	—	8	2	3	12
gefüllt	18	1	7	1	4	2	2	1	20

Hier müssen zur Erklärung Austauschvorgänge angenommen werden: die Koppelungen λSH aus der 304 und +sh von Karmin wurden ausgetauscht, so daß aus den neuen Keimzellen λSh und +sH und ihrer Kombination mit den unveränderten normalen Keimzellen auch einfache dunkle und gefüllte helle auftreten können.

Wird Stange 58 mit der Sorte Karmin gekreuzt, zeigt sich, wie oben bereits angedeutet, die gleichen Erscheinungen. Wir fanden 1955:

	viol. leu.		viol. stu.		rot leu.		braun		farblos
	dkl.	mitt.	dkl.	mitt.	dkl.	mitt.	dkl.	mitt.	
einfach	2	30	2	7	7	7	1	2	15
gefüllt	29	5	10	3	17	2	4	1	30

Der Austausch findet in derartigen Spaltungen etwa gleich häufig statt, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	S. H.	(A) S. hh	(A) ssH.	sshh
304 × Karmin	29	7	5	31
Stange 58 × Karmin	46	12	11	60
304 × 958	36	10	16	45

Eine Berechnung der Höhe des Austausches bringt ein x von 0,14, ist aber des zu kleinen Zahlenmaterials wegen recht unsicher. Es wird von KAPPERT aus umfangreichen Versuchen mit etwa 10% angegeben.

Austausch Fba

Der Stamm P-07 besitzt, wie oben erwähnt, als einziger unseres Sortiments den rezessiven Aufhellungsfaktor a. Er wurde als an F_b gekoppelt angenommen. In der Kreuzung der P-07 mit der Stange 58, die diesen

Hellfaktor nicht besitzt und den Bläuungsfaktor trägt, also fBA ist, fanden wir eine Bestätigung, indem Austausch beobachtet werden konnte. Wir notierten 1956 neben 45 erwarteten hellroten Fba auch 4 mittelrote Pflanzen FbA, und, neben 87 mittelvioletten Fba/fBA, auch eine hellviolette Pflanze Fba/fBa. Während uns die Austauschform der mittelroten schon längst bekannt ist, und auch Austauschpflanzen geprüft werden konnten, gelang es erst in diesem Sommer, die hellviolette Austauschpflanze zu finden und in Bearbeitung zu nehmen. Der durch a zwischen mittel und hell verursachte Wechsel ist bei rot viel deutlicher wahrzunehmen als bei violett. Man muß annehmen, daß diese Form, die bislang bei uns nicht gefunden wurde, erst durch die eigenartige Witterung dieses Jahres überhaupt sichtbar werden konnte. Jedenfalls wurden hellviolette Pflanzen in diesem Jahr nicht nur in oben angeführter Kreuzungsnachkommenschaft, sondern auch erstmalig in der seit Jahren zu Demonstrationszwecken angebauten Kreuzung P-07 × 304 gefunden.

Uns scheint, daß mit den oben beschriebenen Modifikationsgenen der Blütenfarbe zwar ein weiterer, jedoch noch nicht der letzte Schritt getan ist zur Erklärung des Farbenreichtums der *Matthiola incana*. Konnten wir selbst doch einen schwach wirkenden Hellfaktor, der in der Kreuzung 707 × 958 vorhanden ist, nur schlecht beim Bonitieren fassen und seiner erst recht nicht in anderen Kreuzungen im Zusammenspiel mit den beiden bekannten Aufhellungsfaktoren habhaft werden. Erst die Witterung des Sommers 1956 und papierchromatographische Untersuchungen gaben Sicherheit über sein wirkliches Vorhandensein.

In der weißen 2880, die in ihren Faktoren der Stange 58 sehr ähnlich ist, muß sich ein Faktor befinden, der die Blütenfarbe mit zunehmendem Alter von der Mitte der Petalen her aufhellt, ähnlich der Erscheinung, die KAPPERT bei dem semi-incana-Faktor beschrieben hat. Zählt man Spaltungen aus Kreuzungen mit dieser Sorte zu verschiedenen Zeitpunkten, so findet man mit fortschreitendem Alter immer deutlicher die aufgehellten Pflanzen.

Schließlich sei noch der rotviolette Stamm 1701 erwähnt, den wir aus dem Zuchtmaterial von Frl. E. PAULY vom Institut für praktische Pflanzenzüchtung, Quedlinburg; zum Zweck einer genetischen Analyse erhielten. Nach Hydrolyse zeigt er bei der papierchromatographischen Untersuchung Cyanidin. Für ihn muß ein weiterer Farbmodifikator angenommen werden, der den vorliegenden Spaltungen nach zu urteilen, ebenfalls über B und b epistatisch zu sein scheint. Wir fanden 1956 in der Aufspaltung der Kreuzung 707 × 1701 und reziprok:

viol. leu.	rotviolett	karmin	farblos
199	79	70	88

Die Abspaltung der farblosen beruht auf der Heterozygotie im Faktor E/e. Die Aufspaltung der farbigen kann als 9:3:4 gedeutet werden, wenn man einen epistatischen Faktor V annimmt, der in rezessivem Zustand rotviolette Farbe erzeugt. $\frac{1}{4}$ aller farbigen wäre vv, $\frac{3}{4}$ wären zu $\frac{3}{16}$ rot und zu $\frac{9}{16}$ violett, da auch eine B/b-Spaltung vorliegt. Der unter dieser Annahme errechnete P-Wert beträgt 0,56, wobei die Abspaltung der weißen durch E/e nicht berücksichtigt ist.

In der Kreuzung der 1701 mit der weißen 2880 lassen die Ergebnisse eine Koppelung von v an das F tragende Farbchromosomenpaar vermuten.

Wir zählten:

	viol. leu.	rotviolett	farblos
1955	75	47	36
1956	85	42	48

Bei der Annahme einer Koppelung von *v* an *F* und einer Spaltung in den Faktoren *FBv/fBV* ergeben sich die Grundzahlen 2:1:1, denen die Spaltungen beider Jahre recht gut entsprechen. Wie oben angedeutet, steht die Annahme, daß ein Faktor einmal gekoppelt, einmal frei vererbt wird, bei *Matthiola* nicht vereinzelt da. Durch weitere geeignete Kombinationen der 1701 mit bekannten Stämmen muß eine Bestätigung gefunden werden.

Es sei schließlich nicht verschwiegen, daß wir, ehe wir zu der Überzeugung kamen, daß *u* sich bei Anwesenheit des von *B* erzeugten Cyanidins anders zeigt als bei dem durch Anwesenheit von *b* auftretenden Pelargonidin, einen von *u* unabhängigen selbständigen Faktor *p* (pfirsich) annahmen, der die Farbe pfirsich nur bei Anwesenheit von *uu* entstehen läßt. In der Tat stehen unsere genetischen Ergebnisse zu dieser Annahme nicht im Widerspruch. Sie machten jedoch eine enge Verbundenheit zwischen *b* und *p* wahrscheinlich. Der Annahme einer Koppelung steht entgegen, daß wir in keinem unserer Versuche einen Austausch fanden. Die papierchromatographischen Untersuchungen der letzten Jahre zwangen jedoch zu der in der vorliegenden Arbeit dargelegten Annahme.

Wir fanden nämlich trotz besonderen Augenmerks niemals eine pfirsichfarbige Pflanze, die Cyanidin enthielt, während unter den bearbeiteten braunen $\frac{1}{4}$ Pelargonidin aufwies. Aus verschiedenen Spaltungspopulationen wurden 20 pfirsichfarbige untersucht und bei ihnen nur Pelargonidin festgestellt. Von 49 braunen aus in Frage kommenden Spaltungen zeigten 37 Cyanidin und 12 Pelargonidin, während braune aus der Kreuzung Stange 58×707, in der nur das auf stumpf (*ll*) beruhende braun auftritt, auch immer nur Pelargonidin zeigten.

Zusammenfassung

Im Anschluß an die durch die Veröffentlichungen KAPPERTS bekannten Blütenfarbfaktoren konnte ein

weiteres Modifikationsgen nachgewiesen und ein rezessiver Aufhellungsfaktor, den SCHNACK mit *mo* bezeichnet, bestätigt werden. Der Faktor *uu* ist epistatisch über *B* (violett) und *b* (rot) und ruft eine der Wirkung des Stumpffaktors (*ll*) auf rot phänotypisch gleiche braune Farbe hervor. Dieser Faktor verursacht bei Vorhandensein des durch *B* entstehenden Cyanidins eine rotbraune Färbung, während unter seiner Wirkung bei Anwesenheit des durch *b* bedingten Pelargonidins pfirsichfarbige Petalen entstehen.

Der besprochene Aufhellungsfaktor *a* ist rezessiv und schließt sich der Koppelungsgruppe *Fb* an. Der Aufhellungsfaktor *a* und der von KAPPERT mit *H* bezeichnete dominante Hellfaktor auf dem für einfache oder gefüllte Blüten verantwortlichen Chromosom wirken additiv. Durch Kombination der beiden Aufhellungsfaktoren konnten drei Helligkeitsstufen erklärt werden, auf denen jede Farbe erscheinen kann.

Über zwei weitere Aufhellungsfaktoren und einen zusätzlichen Modifikator liegen zur Zeit Vermutungen vor.

Literatur

1. BENL, G.: Die genetischen Grundlagen der Blütenfarben. (Sammelreferat) *Z. f. Vererbungsf.* **74**, 273 (1938).
2. KAPPERT, H.: Die Genetik der immerspaltenden Levkoje. *Z. f. Vererbungsf.* **73**, 233—281 (1937).
3. KAPPERT, H.: Austauschbesonderheiten im S-Chromosom der immerspaltenden Levkoje. *Z. f. Vererbungsf.* **78**, 273—293. (1940)
4. KAPPERT, H.: Die Genetik des incana-Charakters und der Anthozyanbildung bei der Levkoje. *Züchter* **19**, 289—297 (1949).
5. LESLEY u. FROST: Chromosome Shape in *Matthiola*. *Genetics* **XII** 449—460, (1927).
6. SCHNACK u. FERNANDEZ: Nuevos Resultados De la Genetica De Los Pigmentos Florales Del Aleli. *Publicaciones del Instituto Fitotecnica Revista de Invest. Agric. t. I. n°3* 103—112 (1947).
7. SCHNACK u. WURZELDORF WARDEN: Genetica de la Intensidad De La Pigmentacion Antocianica En *Matthiola Incana*. *Revista de Invest. Agr. t. II. n°2* 65—79 (1948).
8. SCHNACK u. FEHLEISEN: Un Caso De Dominancia Parcial En „*Matthiola Incana*“ R. Br. *Revista Facultad Agronomia XXXI* 93—96 (1955).
9. TSCHERMAK, E. v.: Bastardierungsversuche an Levkojen, Erbsen und Bohnen mit Rücksicht auf die Faktorenlehre. *Z. f. Vererbungsf.* **81**—234. (1912)

(Aus dem Max-Planck-Institut für Bastfaserforschung, Köln-Vogelsang)

Standfestigkeitsprüfungen an etiolierten Keimpflanzen von Lein

Von HANS DIETRICH HILLMANN

Mit 3 Textabbildungen

Einleitung

Bei Faser- und Öllein ist die Erlangung ausreichender Standfestigkeit eines der wichtigsten Zuchtziele. Neuerdings haben DORST (1953) und SIEBEN (1953) die Aussichten für eine Verbesserung der Standfestigkeit untersucht und nachgewiesen, daß die Verbesserung der Standfestigkeit bei Faserlein nicht auf Kosten einer Einbuße an Fasergehalt zu erfolgen braucht.

Dem Züchter stehen bei der regelmäßigen Feststellung der Standfestigkeit mit Hilfe von Feldversuchen manche Schwierigkeiten entgegen. Wählt er Vorrucht, Aussaatstärke und Düngung so, daß bei durchschnittlicher Witterung totales Lager vermieden wird, so bringt ein niederschlagsarmer Sommer gar

kein Lager. Wird dagegen die Stickstoffdüngung erhöht, um auf jeden Fall Differenzen in der Standfestigkeit zu erhalten, so kann schon ein einziger stärkerer Gewitterschauer den ganzen Versuch zum totalen Lagern bringen. In beiden Fällen ist ein Jahr für die Bonitierung von Standfestigkeitsunterschieden verloren.

Eine andere Schwierigkeit bei der Erkennung der Standfestigkeit ist die Notwendigkeit, die Prüfparzellen mindestens einen, besser mehrere Quadratmeter groß anzulegen. Die Prüfung von Einzelpflanzen oder deren Nachkommenschaften auf Standfestigkeit ist im Felde kaum möglich.

Zufällige Feststellungen an Leinkeimpflanzen, die im Gewächshaus im Halbdunkel standen, und ein