

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik)

Haecker, Valentin

Jena, 1918

9. Kapitel. Farbenrassen der Pflanzen

9. Kapitel.

Farbenrassen der Pflanzen.

Endziel der Eigenschaftsanalyse ist bei den Farbenrassen der Tiere die Zurückführung der chemischen oder quantitativen Unterschiede der Pigmente auf Verschiedenheiten im Chemismus des Protoplasmas. Eine der wichtigsten Aufgaben auf diesem Wege wird die Ermittlung der chemischen Konstitution der Pigmente selbst und ihrer Bausteine sein.

Auf zoologischem Gebiete sind, wie wir gesehen haben, zunächst nur einige Ansätze in dieser Richtung gemacht worden. Viel weiter ist dagegen neuerdings die chemische Physiologie der Blatt- und Blütenfarbstoffe der Pflanzen gelangt und ihre allgemeineren Ergebnisse sind bei der großen Ähnlichkeit, welche die tierischen und pflanzlichen Farbenrassen im vererbungsgeschichtlichen Verhalten zeigen, auch für die zoologische Erbllichkeitsforschung von Wichtigkeit.

Die Farben der Pflanzen beruhen z. T. auf dem Vorhandensein besonderer pigmentierter, im Zellplasma eingeschlossener Plasmagebilde, der Chromatophoren, z. T. auf einer Färbung des Zellsaftes.

In den Chromatophoren der Blätter, den Chlorophyllkörnern oder Chloroplasten, sind ein grüner Farbstoff, das Chlorophyll, in zwei Modifikationen und außerdem zwei gelbe, das Karotin und das Xanthophyll, enthalten. Letztere treten nach Zerstörung des Chlorophylls in der Herbstfarbe der Blätter hervor.

Die Chromatophoren der Blütenblätter enthalten entweder gelbe bis rote Farbstoffe (in welchem Fall sie als Chromoplasten bezeichnet werden) oder sie sind farblos (Leukoplasten).

Die rote, violette oder blaue Zellsaftfärbung ist durch die Anwesenheit des Anthocyans bedingt. Auf ihr beruhen die Farben von Blüten und Früchten, z. B. das Rot der Rose und Preiselbeere und das Blau der Kornblume und Heidelbeere, das Blau der Kleberschicht im Maiskorn u. a. Auch die Rotfärbung der vegetativen Organe mancher Pflanzen, z. B. der Wurzeln, Wurzelstöcke, Stengel, Blatt- und Blütenstiele mancher Rassen von *Primula sinensis*, vor allem auch die Rötung junger Triebe und Keimpflanzen und die rote Herbstfärbung der Laubblätter beruht auf dem Vorhandensein von Anthocyanen. Die Anthocyanfärbung kann die gelbe Farbe der Chromatophoren, sei es der nämlichen Zelle (Blüten von Wicken, Levkojen u. a.), sei es der darunter liegenden Schichten (Endosperm des Maiskorns) unterdrücken, so wie z. B. in der Vogelfeder ein intensives Struktur-Blau die Wirkung der darunter liegenden Melaninschicht oder bei weißen Tauben das Gelb des Irisstromas die dunkle Farbe der hinteren Augenteile verdecken kann..

Gelbe Zellsaftpigmente, Anthoxanthine, kommen sowohl in Blüten (gelbe und elfenbeinfarbige Blüten von *Antirrhinum* u. a.), als auch in vegetativen Organen vor.

Von den Ergebnissen der Erbllichkeitsforschung seien folgende hervorgehoben. Für die Farben der Kotyledonen hat schon MENDEL die Dominanz von Gelb über Grün und reine Zahlenverhältnisse in F_2 festgestellt. Bei Kreuzung von Rassen mit verschiedenfarbigen Blüten treten im ganzen ebenfalls sehr reine Zahlenverhältnisse zutage, die an die Ergebnisse bei den Farbenrassen der Mäuse erinnern. MENDEL selbst, CORRENS, BAUR u. a. haben hierfür lehrreiche Beispiele geliefert, und BAUR ist wohl hauptsächlich durch seine Befunde bei den Farbenrassen von *Antirrhinum* veranlaßt worden, den nach seiner Meinung allgemein giltigen Satz aufzustellen: eine „unreine“ Spaltung kennen wir nicht.

Ungewöhnliche Zahlenverhältnisse, wie sie BATESON und PUNNETT¹⁾ bei der spanischen Wicke (*Lathyrus*), GREGORY²⁾ bei *Primula sinensis*, BAUR³⁾ bei *Antirrhinum* beobachtet haben, sind in der Weise erklärt worden, daß bestimmte Färbungsfaktoren mit andern Färbungsfaktoren oder mit den Anlagen morphologischer Merkmale, z. B. der Form der Pollenkörner, „partiell gekoppelt“ sind, d. h. bei den Spaltungsprozessen mit Vorliebe in dieselben Gameten eintreten, oder daß sie umgekehrt eine „partielle Repulsion“ zeigen, also verhältnismäßig selten in die nämlichen Gameten gelangen. Im ersten Fall würde z. B. der *Lathyrus*-Bastard $Bb \cdot Ll$ (wo B der Violettfaktor, L der Faktor für lange Pollenform ist) die Gameten von der Zusammensetzung BL, Bl, bL, bl nicht in gleicher Zahl, sondern, infolge stärkerer Affinität zwischen B und L einerseits und zwischen b und l andererseits, im Verhältnis

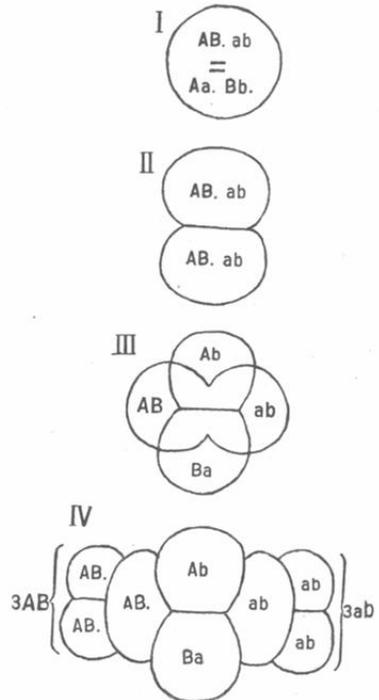


Fig. 75. Schema der Reduplikation. Nach BATESON und PUNNETT. I u. II Keimzelle eines Bastards in Teilung. III Folgende Teilung mit Anlagenspaltung (noch vor der Reifungsperiode). IV Eigentliche Reduplikation.

¹⁾ J. Gen., 1, 1911.

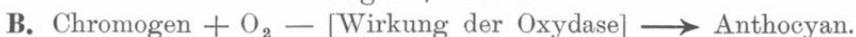
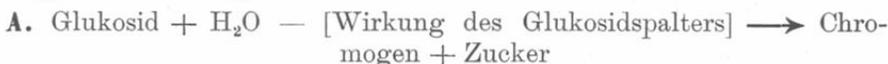
²⁾ Ebenda.

³⁾ Vgl. Einführ. Ver., 2. Aufl., 1911, S. 158.

15:1:1:15 bilden. Bei anderen Kreuzungen sind die Gametenreihen 3:1:1:3, 4:1:1:4 usw. anzunehmen.

Nach BATESON und PUNNETT könnten derartige Proportionen, wie z. B. 3:1:1:3, auch darauf zurückgeführt werden, daß die vier Sorten Gameten bereits in einer der Gametogenesis oder Keimzellenreife vorangehenden Entwicklungsphase durch zwei Teilungsakte gebildet werden (Fig. 75, I—III) und daß zwei von den vier Sorten bei einem späteren Teilungsakt durch „Reduplikation“ eine nachträgliche Vermehrung erfahren (IV). Vom Boden dieser Hypothese aus könnte man allerdings nur von einer scheinbaren Verkoppelung bzw. Repulsion bestimmter Faktoren sprechen, da ja sämtliche vier Sorten von Gameten gebildet werden. Vorläufig kann diese Hypothese noch nicht durch tatsächliche Beobachtungen gestützt werden¹⁾ und man wird zur Zeit noch mit der Möglichkeit rechnen müssen, daß beim Zustandekommen derartiger Zahlenverhältnisse Dinge eine Rolle spielen, die in das Gebiet der „unreinen Spaltung“ gehören.

Auch auf botanischem Gebiete ist versucht worden, die Unterschiede der Farbenrassen und ihre entwicklungsgeschichtliche Entstehung mit Hilfe der Ferment-Chromogen-Hypothese zu erklären. Nach dem schon seit langem²⁾ angenommen worden war, daß bei der Bildung von Pflanzenpigmenten oxydierende Fermente oder Oxydasen eine Rolle spielen, gelangte Miß WHELDALÉ hinsichtlich der Anthocyanbildung zu folgender Vorstellung: ein das Chromogen enthaltendes Glukosid wird durch Fermente vom Emulsintypus hydrolysiert und das so befreite Chromogen unter der Wirkung einer Oxydase oxydiert. Der ganze Prozeß würde sich also durch folgende Gleichungen darstellen lassen:



Wir hätten also auch hier drei chemische „Faktoren“, ein Chromogen und zwei Fermente, deren Anwesenheit für die Bildung des Anthocyans notwendig ist. In einigen Fällen soll das Verhältnis noch verwickelter sein, indem statt einer „kompletten“ oder „direkten“ Oxydase, welche eine unmittelbare oxydierende Wirkung ausübt, „Peroxydasen“ vorliegen, welche ihrerseits erst durch ein organisches „Peroxyd“ (im Experiment durch H_2O_2) aktiviert werden müssen³⁾.

¹⁾ Die Möglichkeit, daß die Spaltungsvorgänge schon vor der Reifungsperiode stattfinden, habe ich im letzten Kapitel der Allg. Ver. zu begründen versucht.

²⁾ PRICK, Biol. Centrbl., 16, 1883.

³⁾ Nach KEEBLE u. ARMSTRONG (1912 und Proc. R. Soc. Lond., B 85, 1912) auf Grund einer Hypothese von A. BACH u. R. CHODAT (vgl. deren Sammelreferate im Biochem. Centrbl., 1, 1903, und in ABDERHALDEN'S Fortschr. Naturw. 1912). Ein organisches Peroxyd ist übrigens bisher nicht bekannt geworden.

Glukosidspaltende Fermente können bei zahlreichen anthocyanhaltigen, aber auch bei andern Pflanzen nachgewiesen werden. Auch komplette Oxydasen und Peroxydasen sind in der Pflanzenwelt weit verbreitet. So enthalten bei *Prunus* und *Pyrus* diejenigen Spezies, deren weiße Blüten beim Welken weiß bleiben, nur Peroxydasen, diejenigen, deren Blüten braun werden, direkte Oxydasen¹⁾.

Um die Anwesenheit von Oxydasen in Pflanzengewebe nachzuweisen, wird den aus den Pflanzen gewonnenen Lösungen oder Extrakten ein farbloses „Chromogen“ (Pyrogallol, Guajacol, Phthenolphthalein u. a.) zugesetzt. Bildet sich ein Farbstoff, so wird auf das Vorhandensein einer Oxydase geschlossen. Entsteht der Farbstoff erst nach Zusatz von H_2O_2 , so nimmt man an, daß eine Peroxydase wirksam sei. Eine andere (mikrochemische) Methode, welche in der Durchtränkung der Gewebe mit α -Naphthol oder Benzidin in alkoholischer Lösung besteht, gestattet, die Lokalisation der Oxydasen in bestimmten Geweben (Epidermis, Gefäßbündel) nachzuweisen: Blau- bzw. Braunfärbung der Zellen zeigt an, daß sie Oxydase enthalten²⁾.

Erste Voraussetzung für die Entstehung einer Färbung würde also das Vorhandensein des Chromogens sein, die einzelnen Farbtöne würden nach Miß WHELDALD auf der Anwesenheit verschiedener spezifisch wirksamer Glukosidspalter beruhen, während die Farbenintensitäten verschiedene Oxydationsstufen darstellen. Im Gegensatz dazu nehmen KEEBLE und seine Schüler³⁾ verschiedene Glukoside und damit verschiedene Chromogene, aber nur einen Glukosidspalter und eine Oxydase an. Die verschiedenen Farbtöne würden durch die Gegenwart von spezifischen Aminokörpern, also Spaltprodukten von Eiweißsubstanzen, bedingt sein.

Fehlt einer der genannten chemischen Faktoren, insbesondere das Chromogen, so wird beiden Annahmen zufolge ein rezessives Weiß entstehen. Dominantes Weiß kann dadurch zustande kommen, daß die Anthocyanbildung, trotz Anwesenheit von Oxydase und Chromogen, durch einen Hemmungsfaktor (inhibitor) verhindert wird, der entweder die Spaltung des Glukosids oder die Oxydierung des Chromogens unterdrückt, doch sind auch andere Möglichkeiten denkbar⁴⁾.

Zeichnungsformen, wie die unregelmäßige Streifung bei weißen („ever-sporting“) Varietäten von Azaleen, Primeln, Bartnelken u. a. dürften auf einer unregelmäßigen Verteilung der Oxydase innerhalb der Blumenblätter beruhen⁵⁾.

Die Aussichten der Rassenanalyse, von diesen Hypothesen aus auf sicheren Boden zu gelangen, sind neuerdings vor allem durch die Arbeiten WILLSTÄTTERS und seiner Mitarbeiter über die Konsti-

¹⁾ KEEBLE u. ARMSTR. 1912, S. 305.

²⁾ KEEBLE u. ARMSTR., S. 280 ff.

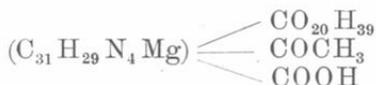
³⁾ KEEBLE, ARMSTRONG und JONES VI, 1913.

⁴⁾ Vgl. E. SCHIEMANN 1915, S. 88.

⁵⁾ KEEBLE und ARMSTRONG 1912, S. 292.

tution der pflanzlichen Pigmente gefördert worden. Die für uns wichtigsten Ergebnisse WILLSTÄTTERS sind folgende:

Das Chlorophyll¹⁾ hat die Formel:



Bemerkenswert ist, daß bei Substitution des Magnesium durch 2 Atome H Phäophytin entsteht, welches seinerseits bei Alkalibehandlung Phylloporphyrin liefert. Dieses Spaltprodukt zeigt aber eine große Ähnlichkeit mit einem Abkömmling des Blutfarbstoffs, dem Hämatoporphyrin, insbesondere treten bei weiterer Spaltung der beiden Substanzen Pyrrolderivate und zwar z. T. identische auf. Es scheint also, daß das Chlorophyll mit dem Blutfarbstoff, bzw. dessen Farbenkomponente, dem Hämatin, verwandt ist und daß beim Aufbau beider Körper Pyrrolderivate eine Rolle spielen.

Karotin und Xanthophyll sind Kohlenwasserstoffe mit den Formeln $C_{40}H_{56}$ und $C_{40}H_{56}O_2$. Erstere Substanz kommt auch im Corpus luteum der Kuh vor, während letztere mit dem Lutein, dem gelben Farbstoff des Eidotters, isomer ist.

Unter den Anthocyanen oder, wie WILLSTÄTTER sie nennt, den Anthocyaninen ist zuerst das Zellsaftpigment der Kornblume (*Centaurea cyanus* L.) genauer bekannt geworden²⁾. Es kommt in mehreren Modifikationen vor: als freie Säure von violetter Farbe oder Cyanin in den Scheibenblüten, als blaues Kalisalz in den Randblüten, sowie, bei überschüssiger Säure im Zellsaft, als rotes Oxoniumsalz, eine Verbindung des Cyanins mit einer Pflanzensäure. Aus dem zunächst isolierten blauen Kalisalz wurde Cyanin als Chlorid von der Formel $C_{27}H_{31}O_{16}Cl$ ³⁾ hergestellt. Diese Verbindung ist ein Glukosid und kann durch Säuren in die eigentliche Farbstoffkomponente, das Cyanidin $C_{15}H_{11}O_6Cl$, und zwei Molekel Glukose gespalten werden. Mit dem Cyanin bzw. Cyanidin der Kornblume ist der Farbstoff der Rose identisch: die Farbvarianten der Rosenblüte ergeben sich aus quantitativen Verschiedenheiten des Farbstoffes, aus Beimischungen mit andern Anthocyanen oder mit gelben Farbstoffen und aus der sauren, neutralen oder alkalischen Reaktion des Zellsaftes. Auch die Farbstoffkomponente der Preißelbeere ist mit dem Cyanidin der Kornblume und Rose identisch, doch ist das Cyanidin hier mit einem Molekel Galaktose verbunden. Die Farbstoffkomponenten der Scharlachpelargonie und des Rittersporns (*Delphinium*) weichen nur im Sauerstoffgehalt vom Cyanidin ab.

¹⁾ Vgl. WILLSTÄTTER u. STOLL.

²⁾ R. WILLSTÄTTER und H. L. EVEREST, Liebigs Ann., 401, 1913; 408, 1915.

³⁾ Die anderslautende Formel der ersten Arbeit (1913) hat sich als unrichtig erwiesen.

Über Anthoxanthine liegen Untersuchungen von Miß WHELDALÉ¹⁾ vor. Es sind Flavonfarbstoffe oder aromatische Substanzen mit phenyliertem Pyronkern, und speziell der Elfenbein-Farbstoff und der gelbe Farbstoff von *Antirrhinum* konnte mit bekannten Substanzen, nämlich mit dem aus dem Apiin der Petersilie darstellbaren Apigenin und dem in *Genista*, *Digitalis* u. a. vorkommenden, vom Apigenin durch eine Hydroxylgruppe unterschiedenen Luteolin identifiziert werden.

Im ganzen besteht zurzeit noch keine Möglichkeit, diese Zusammenhänge und überhaupt die von der Chemie gewonnenen neuen Kenntnisse und Vorstellungen mit den Ergebnissen der Mendelforschung in sicherer Weise zu verbinden. Nur so viel kann gesagt werden, daß es zweifelhaft geworden ist, ob die von Miß WHELDALÉ aufgestellte Oxydationshypothese auch weiterhin bei den Versuchen, die beiden Gebiete miteinander zu verbinden, als Führer dienen kann²⁾.

Literatur zu Kapitel 9.

- BATESON, W., u. PUNNET, R. C., On gametic series involving reduplication of certain terms. *J. Gen.*, 1, 1911.
 BAUR, E., Einführung in die exp. Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin 1914.
 GREGORY, R. P., Experiments with *Primula sinensis*. *J. Gen.*, 1, 1911.
 KEEBLE, F., und ARMSTRONG, E. F., The rôle of oxydases in the formation of Anthocyan pigments of plants. *J. Genet.*, 2, 1912.
 —, —, und JONES, W. N., The formation of Anthocyan pigments IV u. VI. *Proc. R. Soc. Lond.*, B 86 und B 87, 1913.
 SCHEMANN, E., Neuere Arbeiten über Bildung der Blütenfarbstoffe. *Zeitschr. Ind. Abst.*, Bd. 14, 1915.
 Miß M. WHELDALÉ, Plant Oxydases and the Chemical Inter-Relationships of Colour Varieties. *Progr. Rei Böt.*, V. 3, 1910.
 —, On the formation of Anthocyanin, *Journ. Gen.*, V. 1, 1911.
 WILLSTÄTTER, R., und STOLL, A., Untersuchungen über Chlorophyll, Methoden und Ergebnisse. Berlin 1913.

10. Kapitel.

Albinismus und Albinoidismus.

Unter Albinismus im strengen Sinne des Wortes versteht man den vollkommenen Mangel an melanotischem Pigment in Haut, Hautgebilden und Augen. Durch das Fehlen des Pigmentes in der Haut, in Iris, Pigmentepithel und Chorioidea ist der Albinismus in

¹⁾ M. WHELDALÉ und H. L. BASSET, *Biochem. J.*, 7, 1913, und *Proc. R. Soc. Lond.*, B 87, 1913.

²⁾ Vgl. E. SCHEMANN, S. 94 ff.