

# Das $\beta$ -Xantophyll als Blütenfarbstoff in der Gattung *Oenothera*

von

Dr. J. A. HONING. — Medan-Sumatra.

(Mit Tafel II.)

Als Herr Dr. L. Blaringhem aus Paris einige photographische Aufnahmen von *Oenothera*-Arten im Versuchsgarten des Herrn Prof. Dr. Hugo de Vries gemacht hatte und die Projectionsbilder auf dem Tuche standen, sah man, dass die Blüten ein „schwarzes Herz“ zeigten. Und ältere Photographien, wie z. B. in der Mutationstheorie (Bd. I, S. 152 und 227) liessen, wenn auch etwas weniger deutlich, dasselbe sehen.

Was war die Ursache? Denn an den lebenden Blüten kann das Auge an der Basis der Blütenblätter kaum eine etwas grünlich gelbe Stelle erkennen.

Weil es mir ganz gut gelang, auf einer Photographie die Basis der Petalen schwarz gegen einen fast weissen Randteil abgegrenzt zu erhalten, wenn nur die gewöhnlichen, nicht-isochromatischen Platten verwendet, aber weniger gut, wenn Erythrosin-Platten verwendet wurden, so war es klar, dass „etwas“ in der Basis die chemischen Strahlen stark absorbierte.

Frische Blütenblätter, oder trockene, bei durchfallendem Licht mit Milchglas, oder bei auffallendem Licht mit

schwarzem Sammet als Hintergrund photographiert, geben immer dasselbe Bild. Obwohl die dunklen Flecken über kleine Strecken die Nerven entlang laufen, so sind die an der Basis dicht nebeneinander fächerförmig auseinander gehenden Gefäßbündel doch nicht die Ursache. Denn die erwähnten dunklen Ausläufer sind einige Male breiter als diese letzteren, was am besten gesehen werden kann, wenn man ein in Alcohol entfärbtes Blütenblatt als Negativ auf Bromsilberpapier kopiert und den Abdruck mit demjenigen eines nicht entfärbten Blütenblattes vergleicht, oder mit einer Photographie. (Siehe die Fig. 1, 2 und 3.)

Da solche in Alcohol entfärbten Blütenblätter nicht rein weiss waren, besonders die Gefäßbündel nicht, und an einem Querschnitt der Holzteil der Fibrovasalbündel und auch das Collenchym unter der Epidermis sich gelblich zeigten, versuchte ich mit Säuren die letzten Spuren dieses Farbstoffes wegzunehmen, aber umsonst. Mit Alkalien, Ammoniak und Kalilauge, wurde die Farbe plötzlich orange-gelb. Das war keine Carotinreaktion und so wusste ich, dass ausser dem Carotin im Alcoholauszug auch noch ein anderer Stoff zu finden war.

Verdünnte Kalilauge oder Ammoniak — noch schneller wirken alcoholische Kalilauge oder ammoniakalischer Alcohol — rufen an frischen Blütenblättern dieselbe Orangefärbung zum Vorschein und genau an jener Stelle, welche den auf der Photographie schwarzen Basalflecken mit schwarzen Ausläufern die Nerven entlang entspricht.

Die Färbung, die sich auf die Epidermis beschränkt, auch wenn man diese losreisst und so die Lösungen auf das unterliegende Parenchym einwirken lässt, erinnerte an die von Kohl<sup>1)</sup> mitgeteilten  $\beta$ -Xanthophyllreaktionen

1) Kohl, F. G. Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze. 1902. S. 142.

und darum versuchte ich auch als dritte Reaktion jene mit Schwefelsäure. Eine Braunfärbung trat unmittelbar als positives Resultat ein. Man braucht nur ein Stückchen Epidermis abzuziehen, trocken auf ein Objektglas auszubreiten und einen Tropfen starker Schwefelsäure zuzusetzen und der Basalteil wird braun. Zugleich zeigt der Randteil die für das Carotin charakteristische Blaufärbung, also zwei Reaktionen mit einem Reagenz an demselben Präparat.

Zuverlässiger für die Erkennung als solche Färbereaktionen ist das Spectrum. Das  $\beta$ -Xanthophyll gibt nur Endabsorption, anfangend etwa bei  $G$  Fraunhofer, aber abhängig von dem Lösungsmittel, der Concentration und der Schichtdicke; das Carotin zeigt drei Bänder zwischen  $F$  und  $h$ . Ein Alcoholauszug der Basalteile zeigte mir beide, die drei Carotinbänder und Endabsorption, ein solcher der Randteile nur die Bänder.

Dass das  $\beta$ -Xanthophyll nur auf den Basalteil beschränkt ist, zeigt sich auch bei der Capillaranalyse.<sup>1)</sup> Aus dem Randteilauszug steigt nur ein gelber Farbstoff auf in das Fliesspapier, welches sich nach dem Trocknen, mit  $H_2SO_4$  blau färbt. Aus dem Basalteilauszug steigt das  $\beta$ -Xanthophyll am höchsten und gibt sofort die genannten Färbereaktionen; das Carotin ist viel weniger schnell und bleibt weit zurück.

In Abweichung von der Regel ist das  $\beta$ -Xanthophyll an Chromatophoren gebunden, der Zellsaft ist farblos oder rot, niemals gelb. Plasmolyse macht die Farbstoffträger noch deutlicher, besonders wenn man *Oenothera*-Arten

1) Goppelesroeder, Fr. Capillaranalyse beruhend auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen, 1901, oder: Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse. 1906.

wöhl — wie z. B. *O. campylocarpa* — mit Anthocyan in der Epidermis. Dann sieht man die nach und nach intensiver rot werdenden Vacuolen umgeben von den gelben Chromatophoren. Wenn aber die Zellen getötet sind mit Ammoniak verbreitet sich sofort die mehr dunkle Farbe über die ganze Zelle, auch durch die Vacuolen.

Man muss annehmen, dass der, nur eine Zelle dicke, Farbenfilter schon hinreicht, um die activen Strahlen zu absorbieren und dass die grösste Quantität des auf die Blüten fallenden Lichtes erst in die Blütenblätter eindringt und dann zurückgeworfen wird. Letzteres ist sicher der Fall, sonst gäbe es keine weisse und dunkelgefärbte Blumen. Und dass wirklich die einzige Zellschicht so kräftig das Blau und Violett absorbiert, zeigte ich dadurch dass ich die leicht abtrennbare Epidermis gesondert photographierte. Am besten gelingt es, wenn die Oberhaut auf ein Objektglas gestreckt wird wie Paraffinschnitte, aber nicht mit Wasser, weil dieses zu langsam verdunstet, das  $\beta$ -Xanthophyll löst und über das ganze Präparat verbreitet. Alcohol löst zu schnell, mit Xylol geht es ganz gut. (Fig. 4, a und b).

Sehr deutlich wird auch das Bild von der Epidermis von *O. Drummondii nana alba*, welche als eine Verlust-Varietät der gelben *O. Drummondii nana* aufzufassen ist: ihr fehlt nämlich das Carotin, sie hat aber das  $\beta$ -Xanthophyll behalten. (Fig. 4, c).

An einem im Wasser gelegten Querschnitt durch ein frisches Blütenblatt absorbieren die Stärkekörner der unvollständigen Stärkescheidé ausserhalb der Gefäßbündel das  $\beta$ -Xantophyll und sie werden grünlich. Weizenstärke absorbiert ebenso.

Bei Arten mit roten Basalflecken — wie *O. campylocarpa* — kann man, wie oben mitgeteilt, plasmolytisch in der Zelle das Anthocyan und das  $\beta$ -Xantophyll scheiden. (Fig. 6). Auch ist es möglich, die sonst vom Anthocyan verdeckte

Orangefärbung mit Ammoniak zu bekommen wenn man die Epidermis kurze Zeit in Alcohol legt, bis das schneller lösliche Anthocyan verschwunden ist, und dann in ammoniakalischen Alcohol überträgt.

Es gibt auch noch eine Art, *O. Sellowi*, bei welcher der rote Basalfleck klein ist, kleiner als der  $\beta$ -Xanthophyllfleck, sodass mit Ammoniak der Basalteil um einen grünlich-blauen Fleck einen orangen Rand mit Ausläufern zeigt.

Ein Umstand, der vielleicht auch noch den Randteil ein wenig heller macht, ist das Vorkommen von zerstreuten helleren Zellen mit blasseren Chromatophoren, welche auch mit Schwefelsäure blau werden, also Carotin enthalten, und vielleicht auch eine Spur  $\beta$ -Xanthophyll; wenigstens mit Ammoniak werden sie ein wenig dunkler; aber die Farbe teilt sich nicht an die Umgebung mit. Es mag sein, dass auch die übrigen stark carotinführenden Chromatophoren verdeckt noch solche ganz geringe Quantitäten  $\beta$ -Xanthophyll besitzen und dass der Unterschied nur quantitativ ist; weitere Beweise dafür habe ich bis jetzt nicht. Eigentümlicherweise sind die blassen Zellen breiter als die mehr gelben, anscheinend auf Kosten dieser letzteren. Sie besitzen denn auch höheren Turgor; sie plasmolysieren immer später als die schmalen Nachbarzellen.

Ebenso wie die Epidermis an beiden Seiten der Petalen enthält jene der Staubfäden  $\beta$ -Xanthophyll und die Fäden werden auch beim Photographieren dunkel. Aber die Pollenkörner, obwohl sie auch dieselben Reaktionen zeigen, werden doch hell infolge des grossen Quantums Luft zwischen den Körnern.

Während das Licht beim Photographieren der Epidermis nur einmal durch die absorbierende Schicht geht, haben die Strahlen beim Anfertigen einer Blütenaufnahme

dieselbe zweimal passiert. Darum kann der Unterschied zwischen Rand- und Basalteil an einem Blütenbild auch grösser sein.

Die untersuchten Arten sind:

- Oenothera Lamarckiana* Ser.
- biennis* L.
- muricata* L.
- cruciata*.
- biennis* „Chicago“ d. V.
- gigas* d. V.
- rubrinervis* d. V.
- lata* d. V.
- speciosa* Nutt.
- macrocarpa*.
- missouriensis* Sims.
- Drummondi*.
- Drummondi nana*.
- Drummondi nana alba*.
- campylocarpa*.
- campylocarpa grandiflora*.
- Sellowi*.

Also Arten sowohl aus der Untergattung *Onagra* als aus *Euoenothera*.

In seiner Liste auf Seite 143 nennt Kohl die *Oenotheren* nicht.

## L I T E R A T U R.

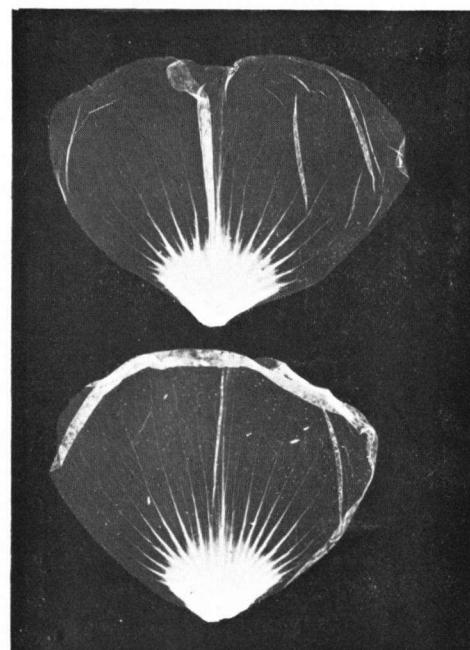
1871. PRANTL. Notiz über einen neuen Blütenfarbstoff.  
Bot. Ztg. Jahrg. 29.
1879. HILDEBRAND. Die Farben der Blüthen. Bot. Abhandl.
1885. SCHIMPER. Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde.  
Jahrb. f. w. Bot.
1887. ARNAUD. Dosage de la carotine contenue dans les feuilles des végétaux. Compt. rend. T. 104.
1889. ——— Recherches sur la carotine. Son rôle physiologique probable dans la feuille. Compt. rend. T. 109.
1896. TSCHIRCH. Der Quarzspektrograph und einige damit vorgenommene Untersuchungen von Pflanzenfarbstoffen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XIV.
1901. GOPPELSROEDER. Kapillaranalyse.
1902. KOHL. Untersuchungen über das Carotin.
1903. SCHUNCK. The Xanthophyl Group of yellow colouring matters. Proc. Roy. Soc. 72.
1904. TSCHIRSCH. Vergleichend spektralanalytische Untersuchungen der natürlichen und künstlichen gelben Farbstoffe mit Hilfe des Quarzspektrographen. Ber. d. deutsch. bot. Ges.
1905. CZAPEK. Biochemie der Pflanzen.

## ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

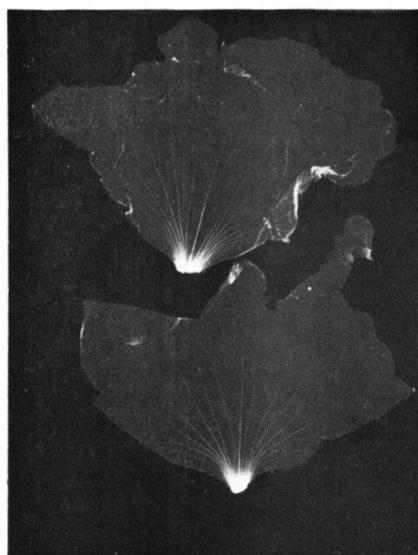
- Fig. 1. *Oenothera rubrinervis*.
- Fig. 2. Abdruck von trockenen Blütenblättern von *O. rubrinervis* (oben) und *O. Lamarckiana* (unten).
- Fig. 3. Abdruck von in Alcohol entfärbten Blütenblättern von *O. gigas*.
- Fig. 4. a. Epidermis von einem *O. gigas*-Blütenblatt, gestreckt mit Wasser.  
b. dasselbe, gestreckt mit Xylool.  
c. dasselbe von *O. Drummondii nana alba*.  
d. einige Kubikcentimeter eines verdünnten Alcoholauszuges aus Basalteilen von *O. gigas*-Blütenblättern in einem Uhrglas eingedämpft.
- Fig. 5. Epidermis der Oberseite des Randteils eines Blütenblattes von *O. gigas*.
- Fig. 6. Epidermis der Oberseite des Basalteils eines Blütenblattes von *O. campylocarpa*. Plasmolyse mittelst 10% KNO<sub>3</sub>.



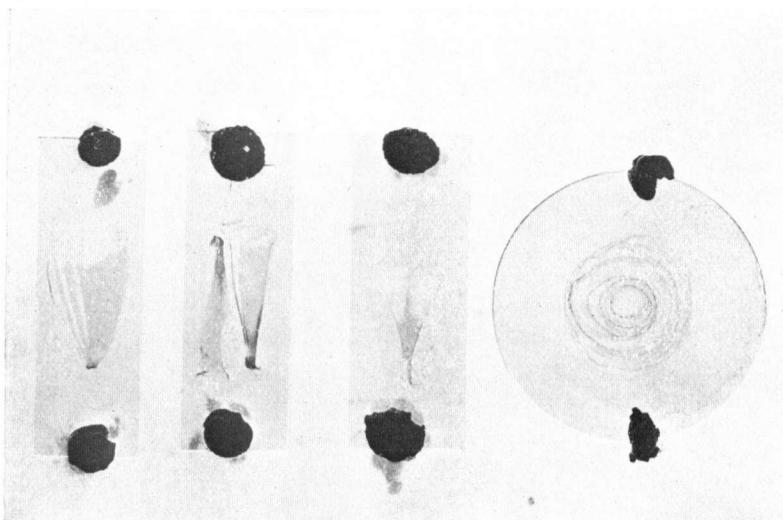
1.



2.



3.



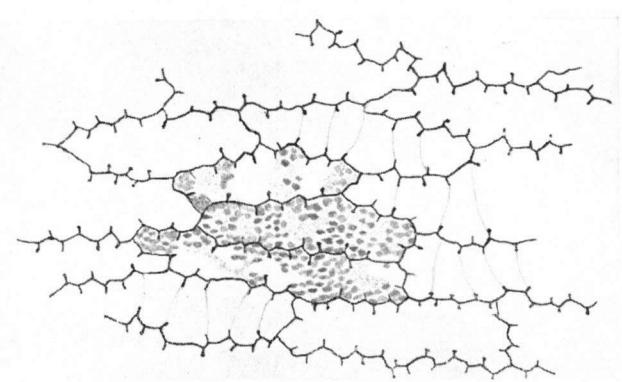
a.

b.

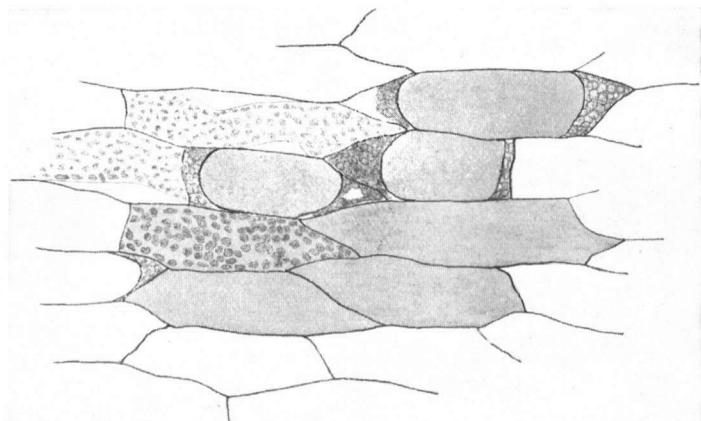
c.

d.

4.



5.



6.