ÖSTERREICHISCHE

BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

Herausgegeben und redigiert von Dr. Richard R. v. Wettstein,
Professor an der k. k. Universität in Wien.

Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

LIII. Jahrgang, N°. 8. Wien, August 1903.

Kleinere Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der Wiener Universität. XXXV.

Ueber Carotin in den Wurzeln von *Dracaena* und anderen Liliaceen.

Von **H. Schmied**, stud. phil. (Wien).

Ich habe bei einigen Liliaceen aus den Gattungen *Dracaena* *Aletris* und *Sanseviera* schön gefärbte Wurzeln gefunden, deren Farbenton von hellgelb bis orangegelb variierte. Die Färbung erinnerte lebhaft an die der gelben Rübe. Es war daher sehr naheliegend, den Farbstoff daraufhin zu untersuchen, ob er der Carotingruppe angehöre. Ich verstehe hier den Begriff Carotin so, wie er in der neueren Literatur aufgefasst wird. Man bezeichnet bekanntlich jetzt mit dem Worte Carotin nicht ein chemisches Individuum, sondern eine Gruppe gelber bis rother Farbstoffe, die in Bezug auf ihr Auftreten in der Zelle, auf ihre Krystallisation, ihre chemischen Reactionen und ihr optisches Verhalten übereinstimmen, wobei man von gewissen Verschiedenheiten im Absorptionsspectrum absieht. Für diese Farbstoffe ist auch der Name Eucarotine in Gebrauch, womit man die reinen Kohlenwasserstoffe von der Formel $C_{26}H_{38}$ im Gegensatz zu den sauerstoffhaltigen, den Carotininen, bezeichnen will. Bekanntlich hat sich bereits eine Reihe von Forschern älterer und neuerer Zeit dem Studium dieser in mehrfacher Beziehung interessanten Körper zugewendet. Unter anderen haben Arnaud[1]), Immendorf[2]), Marchlewski[3]) und Tschirch[4]) durch ihre Forschungen den Carotinbegriff begrenzt,

[1]) M. Arnaud, Recherches sur les matières colorantes des feuilles; identité de la matière rouge orangé avec la carotine $C_{18}H_{24}O$. Compt. rend. I. C. 1885, p. 751, ferner Recherches sur le composition de la carotine, sa fonction chimique et sa formule. Compt. rend. I. CII, p. 1119 u. 1319.

[2]) Immendorf, Carotin im Pflanzenkörper etc. Landw. Jahrb. Bd. 18, p. 507.

[3]) Marchlewski, Die Chemie d. Chlorophylls, 1895.

[4]) Tschirch, Untersuchungen üb. d. Chlorophyll. Berlin, 1884, p. 92.

während Wiesner[1]) zuerst das genetische Verhältnis des Etiolins (Carotin) zu dem wichtigsten Pflanzenpigment, dem Chlorophyll, klarlegte. In neuester Zeit haben Molisch[2]), Tammes[3]) und Kohl[4]) sehr wichtige Beiträge zur Carotinfrage geliefert. Das Carotin, das nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse als identisch mit dem Etiolin, Xanthophyll, Chlorophyllgelb, Erythrophyll, Chrysophyll, Xanthin u. a. m. gilt, wurde nahezu in allen Gruppen des Pflanzenreiches und in den verschiedensten Organen nachgewiesen. Man findet es meist als Chloroplasten-, resp. Chromoplasten-Farbstoff in den grünen, etiolierten, gelben und herbstlich verfärbten Laubblättern, in zahlreichen Blüten, in Früchten und Samen, in der Spadix von *Anthurium Scherzerianum* und, wie seit langem bekannt, in der Wurzel der gelben Rübe. In anderen Wurzeln wurde Carotin meines Wissens noch nicht gefunden. Das Daucus-Carotin ist das am besten gekannte und gilt als Repräsentant für die Eucarotine.

Um ein Organ auf das Vorhandensein von Carotin zu prüfen, bedient man sich bestimmter Methoden[5]), die ohne specielle chemische Analyse eine relativ sichere Diagnose ermöglichen. Diese Methoden beruhen auf der Blaufärbung der carotinführenden Zellen durch den Einfluss bestimmter Reagentien, ferner auf der Krystallisationsfähigkeit, die das Carotin innerhalb der Zelle unter bestimmten Verhältnissen besitzt. Ich wandte diese Methoden auf das in Untersuchung stehende Material an und kam, wie ich gleich jetzt bemerken will, zu einem Resultate, das mit dem erwarteten nur zum Theile übereinstimmte.

Gegenstand meiner Untersuchung waren die Arten *Dracaena Draco*, *reflexa* und *glabra*, ferner *Aletris fragrans* und *Sanseviera arborea*. Da sich der Farbstoff bei sämmtlich genannten Species in Bezug auf die Art und Weise seines Auftretens in der Zelle vollständig gleich verhält, so erschien mir die eingehende Prüfung einer einzigen Art hinreichend, um ein auch für die anderen Arten giltiges Resultat zu erlangen. Ich wählte zur speciellen Untersuchung *Dracaena reflexa*, deren Wurzeln am lebhaftesten gefärbt sind.

Die Färbung beginnt 2—3 cm von der Wurzelspitze entfernt mit einem röthlichen Anflug und entwickelt sich allmählich zu einem intensiven Orangegelb. Sie findet sich, wie das mikroskopische Bild eines Querschnittes darlegt, im Periderm vor und

---

[1]) J. Wiesner, Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze, eine physiol. Untersuchung, Wien, 1877. — Dsb. Ueber d. Vorkommen u. d. Entstehung v. Etiolin u. Chlorophyll in d. Kartoffel. Oest. bot. Zeitschr. 27. 1877.

[2]) H. Molisch, Die Krystallisation u. d. Nachweis d. Xanthophylls (Carotins) im Blatte. Ber. d. Deutsch. botan. Ges. 1896, Bd. XIV, Heft 1.

[3]) T. Tammes, Ueber d. Verbreitg. d. Carotins im Pflanzenreiche. Flora od. Allg. bot. Zeitg. 1900. 87. Bd., p. 205—247.

[4]) F. G. Kohl, Untersuchg. üb. d. Carotin u. seine physiol. Bedeutg. in der Pflanze. Leipzig, 1902.

[5]) Vgl. die Zusammenstellg. bei Kohl, l. c., p. 44.

stellt sich bei der Betrachtung eines Flächenschnittes als eine Combinationsfärbung dar, deren Zustandekommen zwei verschiedene Farbstoffelemente bewirken. Die Peridermzellen sind nämlich von einem gelben Zellsaft erfüllt, in dem zahlreiche rubinrothe Tröpfchen bald einzeln, bald in Gruppen suspendiert erscheinen. Das Periderm geht aus der dem Epiblem anliegenden Zellschicht des Grundgewebes hervor und führt langgestreckte, stark verkorkte, relativ dickwandige Zellen. Solange es drei bis vier Zellschichten umfasst, sind sämmtliche Zellen farbstofführend, später, in den mehrschichtigen Stadien, findet sich stets eine Zweitheilung in ein inneres, pigmenthältiges Saftperiderm[1]) und ein äusseres pigmentloses Trockenperiderm mit kollabierten, luftführenden Zellen. Die übrigen untersuchten Species unterscheiden sich nur dadurch von der eben beschriebenen, dass der Farbenton des Zellsaftes und der Tröpfchen ein hellerer ist, woraus auch eine hellere Combinationsfärbung resultiert.

Um den Farbstoff der Tröpfchen und des Zellsaftes auf Carotin zu prüfen, wurde zunächst sein Verhalten gegenüber der directen Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure, Salpetersäure. Salzsäure + Phenol und Bromwasser beobachtet. Das sonst übliche Verfahren, wonach die auf Carotingehalt zu untersuchenden Pflanzentheile oder -Schnitte vor der Behandlung mit den Reagentien im Exsiccator getrocknet und dann in ihrem Verhalten makroskopisch beobachtet werden, konnte hier nicht eingehalten werden, da die dickwandigen, verkorkten Peridermzellen eine Einwirkung der Reagentien theils verhinderten, theils modificierten. Ich verwendete überall frische Schnitte, denen ich vorher mittels Filtrierpapier so viel als möglich Wasser entzogen hatte, und beobachtete unter dem Mikroskope die Einwirkung des Reagens auf die angeschnittenen Zellen. Diese Methode war auch der einzige Weg, um den Farbstoff des Zellsaftes und der darin suspendierten Tröpfchen getrennt beobachten zu können.

Concentrierte Schwefelsäure färbte Zellsaft und Tröpfchen schön indigoblau. Die Färbung hielt relativ lange an und gieng dann in dunkelviolett über. Bei Anwendung von concentrierter Salpetersäure wurden die Tröpfchen im Allgemeinen dunkel, einige Male ganz deutlich blau; in beiden Fällen gieng die Färbung nach kurzer Dauer in Schwefelgelb über. Merkwürdig ist, dass an Stelle des gleichmässig tingierten Zellsaftes im ersten Stadium der Einwirkung des Reagens zahllose sehr kleine Tröpfchen vor das Auge treten, die eine ähnlich rothe Färbung wie die schon früher vorhandenen besitzen und in der Folge auch dieselbe Reaction zeigen, indem sie vorübergehend dunkel, schliesslich schwefelgelb werden. Bei der Anwendung von concentrierter Salzsäure, der etwas Phenol beigegeben war, erzielte ich wohl die eben beschriebene Aenderung in der Tinction des Zellsaftes, die erwartete Blaufärbung blieb hingegen aus. Mit Bromwasser erhielt ich eine schöne Blaufärbung,

[1]) Betreffs der Unterscheidung von Saft- und Trockenperiderm vergl. Wiesner, Ueber das Saftperiderm. Oest. botan. Zeitg. 1890.

wenn ich das Reagens auf die nur tröpfchenführenden, jungen Zellen aus der Nähe der Wurzelspitze einwirken liess. Die Tröpfchen färbten sich vorübergehend blau, dann wurden sie farblos. In den älteren Zellen kam es zu keiner deutlichen Blaufärbung, wohl aber entfärbten sich Tröpfchen und Zellsaft nach kurzer Zeit. Es hat sich also, wenn man von dem negativen Resultat, das sich bei der Anwendung von Salzsäure + Phenol ergab, absieht, überall die für Carotin charakteristische Blaufärbung ergeben. Ferner ist klar geworden, dass die Rothfärbung der Tröpfchen und die Gelbfärbung des Zellsaftes auf denselben Farbstoff zurückzuführen ist, nachdem die angeführten Reactionen für beide Theile gleich verliefen.

Um den Farbstoff weiter zu charakterisieren, unterwarf ich Schnitte der von Molisch eingeführten Kalimethode. Dabei zeigte sich ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem für Carotin angegebenen Verhalten. Es kam nicht zur Bildung von deutlichen, in Wasser unlöslichen Krystallen, sondern nach zwei bis drei Tagen zu einer formlosen, körnigen Abscheidung des Farbstoffes, die sich im Wasser nach 24stündigem Verweilen löste. Da sonst eine Lösung in Wasser weder in der Kälte, noch in der Siedehitze erzielt werden konnte, so lässt sich annehmen, dass das Kali mit dem Farbstoff eine Verbindung eingegangen ist, die eben in Wasser löslich ist. Denselben Effect wie mit alkoholischer Kalilauge erhielt ich auch bei Verwendung von reiner Kalilauge.

Ich untersuchte den Farbstoff weiters in seinem spectroskopischen Verhalten. Da die Herstellung einer Farbstofflösung in genügender Concentration auf Schwierigkeiten stiess, so prüfte ich einen Flächenschnitt und fand im violetten Theil des Spectrums eine deutliche Absorption, die bis zur Linie *E* im Grün reichte.

Um die Lösungsverhältnisse des Farbstoffes zu ermitteln, wandte ich der Reihe nach die für Carotin charakteristischen Lösungsmittel an. Ich liess die Reagentien auf Schnitte aus dem jüngsten farbstofführenden Gewebe, dessen Zellen noch keinen tingierten Zellsaft, sondern nur die roten Tröpfchen enthalten, einwirken und beobachtete unter dem Mikroskope den Erfolg. Die Lösung erfolgte entweder in der Weise, dass sich die Tröpfchen entfärbten, indem ihr Farbstoff in das umgebende Lösungsmittel übergieng, oder es vergrösserten sich die Tröpfchen auf Kosten des Lösungsmittels in ganz enormer Weise und wurden zu grossen Kugeln, die den Farbstoff in der für das betreffende Reagens charakteristischen Lösungsfarbe gelöst enthielten. Diese beiden Vorgänge spielten sich in der Regel nicht gesondert ab, sondern waren meist gleichzeitig in derselben Zelle bei Anwendung desselben Reagens zu beobachten. Mit gelber Farbe lösen Aether, absoluter Alkohol, Benzol, Chloroform, Eisessig und Nelkenöl ziemlich rasch, Cedernöl etwas langsamer, Chloralhydrat gibt beim Erwärmen eine orangefarbige Lösung, während Schwefelkohlenstoff gleich den früher erwähnten Lösungsmitteln schon in der Kälte mit purpurrother, concentrierte Schwefelsäure mit dunkelblauer Farbe lösen. Mit Wasser wurde, wie schon bemerkt, keine Lösung erzielt.

Ich will nun im Folgenden das Ergebnis meiner Untersuchung zusammenfassen. Der Farbstoff im Wurzelperiderm von *Dracaena reflexa* stimmt in seinen chemischen Reactionen, in seinem spectroskopischen Verhalten, sowie in seinen Lösungsverhältnissen mit dem unter dem Namen Carotin beschriebenen gelben bis rothen Pigment der Möhre und der Chloroplasten, resp. Chromoplasten überein, unterscheidet sich aber darin, dass er in alkoholischer Kalilauge nicht auskrystallisiert, sondern vielmehr mit dem Kali eine in Wasser lösliche Verbindung einzugehen scheint. Man kann daher den beschriebenen Farbstoff nicht ohneweiters als mit dem Daucus-Carotin identisch ansprechen, wohl aber ist man auf Grund der thatsächlich vorhandenen Uebereinstimmungen vollauf berechtigt, ihn allgemein in die Gruppe der Carotine zu stellen, insofern man unter diesem Namen sämmtliche carotinartige Körper, Eucarotine und Carotinine, begreift.

Wie bereits erwähnt, beginnt die Färbung äusserlich 2—3 cm von der Wurzelspitze entfernt mit einem röthlichen Anflug. Sehen wir einen Flächenschnitt aus diesem Theil unter dem Mikroskope an, so finden wir in dem Zellkern und den plasmaführenden Zellen des Saftperiderms den Farbstoff nur in den Tröpfchen gelöst vor, die hier sehr klein und gewöhnlich in Gruppen gelagert sind. Bei zunehmender Entfernung von der Wurzelspitze stellen sich dann allmählich die Zellen mit dem gefärbten Zellsaft, in dem die rothen Tröpfchen suspendiert sind, ein, die in den älteren Stadien die ausschliesslichen Elemente des Saftperiderms darstellen. Es hat sich mit zunehmendem Alter entweder im Zellsaft ein Lösungsmittel für die Tröpfchen ausgebildet, oder es erfährt der Farbstoff eine Veränderung, die seine Löslichkeit im sauern Zellsaft ermöglicht.

Schliesslich komme ich zur Frage, was die Tröpfchen ihrer Natur nach darstellen. Es ist nun eine Thatsache, dass das Carotin ausserordentlich häufig im Vereine mit Fetten vorkommt, worauf schon die Bezeichnung Lipochrome oder Fettfarbstoffe hindeutet, womit man nebst anderen Farbstoffen auch die Eucarotine und die Carotinine bezeichnet. Kommt das Carotin als Chloroplasten, resp. Chromoplasten-Farbstoff vor, so ist es in der ölartigen Substanz der Grana, die nach Kohl[1]) aus Fettsäure-Phytosterin-Estern bestehen, gelöst. Ausserdem findet es sich auch, ohne an Protoplasten gebunden zu sein, in fetten Oelen gelöst vor, und dies scheint hier der Fall zu sein. Die Tröpfchen sind in Alkohol unlöslich, färben sich mit Osmiumsäure braun, mit Alkannin tiefroth bis rothbraun und verschwinden bei längerer Einwirkung von Kalilauge durch Verseifung. Eine Granasubstanz kann hier nicht vorliegen, nachdem die Behandlung der durch Bromwasser entfärbten Tröpfchen mit Schwefelsäure nicht die für Phytosterin (Cholesterin) charakteristische Rothfärbung ergab.

[1]) Kohl, l. c., p. 121.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 053

Autor(en)/Author(s): Schmied H.

Artikel/Article: Ueber Carotin in den Wurzeln von Dracaena und anderen Liliaceen. 313-317