

der Umstand betrachtet werden, dass unverdaute Stücke des Pilzes mit dem aus dem gräflichen Schlosse stammenden Dünger in den Garten gekommen sind und sich dort weiter entwickelt haben.

A. Mahner.

Ueber das Verhalten des Chlorophylls und Xanthophylls im Lichte verschiedener Brechbarkeit.

Von Prof. Jul. Wiesner.

Bekanntlich hat Sachs zuerst den interessanten Nachweis geführt, dass alkoholische Chlorophylllösungen nur sehr langsam durch die sog. chemischen Strahlen des Lichtes, welche das Auge als blau, indigofarben und violett empfindet, hingegen rasch durch die orangen, gelben und grünen Theile des Sonnenspectrums verfärbt werden.

Diese Beobachtung und eine Reihe anderer, welche lehrten, dass auch die Entstehung des Chlorophylls und die Assimilation der Kohlensäure und des Wassers im Chlorophyllkorn durch die gelben und beiderseits benachbarten Strahlen des Spectrums am energischsten vollzogen wird, haben zu dem Satz geführt, dass die in der Pflanze statthabenden, vom Lichte abhängigen chemischen Vorgänge vorwiegend durch die Strahlen der schwächer brechenden Hälfte des Spectrums vollzogen werden.

Ich werde in nachfolgenden Zeilen einige Beobachtungen anführen, welche zeigen, dass dieser Satz nicht allgemein richtig ist, indem selbst im Chlorophyllkorn chemische Vorgänge stattfinden, welche durch die Strahlen der stärker brechenden Hälfte des sichtbaren Sonnenspectrums, welche dem Auge blau, indigofarben und violett erscheinen, am ausgiebigsten hervorgerufen werden.

Bekanntlich hat Kraus*) vor einiger Zeit die wichtige Entdeckung gemacht, dass, wenn man ein alkoholisches Chlorophyllextract mit sogenanntem Benzol oder Benzin der Apotheken schüttelt, eine sattgrüne Substanz in das Benzol diffundirt, während im Weingeist ein gelber Körper gelöst zurückbleibt. Im letzteren erkannte Kraus das auch in vielen gelben Blüten, in ebenso gefärbten Samen und Früchten und auch in

*) Zur Kenntniss der Chlorophyllfarbstoffe. Stuttgart 1872.

vergeilten Pflanzentheilen auftretende Xanthophyll, während er den in's Benzol übergegangenen Körper, seiner angeblich blaugrünen Farbe halber, als Kyanophyll bezeichnete.

Ich habe an anderer Stelle*) gezeigt, dass man durch zahlreiche andere Körper, durch Benzol (Phenylwasserstoff), Toluol, Xylol, durch ätherische Oele (Terpentinöl, Rosmarinöl, Wintergrünöl u. s. w.) durch fette, sowohl trocknende als nicht trocknende Oele (Nussöl, Leinöl, Mandelöl, Olivenöl etc.) durch Schwefelkohlenstoff und noch durch andere Körper ein alkoholisches Extract von Chlorophyll in Xanthophyll, welches im Weingeist zurückbleibt, und in das Kraus'sche Kyanophyll, welches in die Zusatzflüssigkeit diffundirt, zu zerlegen im Stande ist; ferner dort den Nachweis geliefert, dass das Kraus'sche Kyanophyll nichts anderes, als ein reineres, vielleicht chemisch-reines Chlorophyll ist. In der That, alle charakteristischen Eigenthümlichkeiten einer (alkoholischen) Chlorophylllösung finden sich in dem Kraus'schen Kyanophyll wieder: die grüne Farbe, die rothe Fluorescenz, die Zerstörbarkeit durch das Licht, die Haltbarkeit im Finstern, ferner, wie ich gleich zeigen werde, die Eigenschaft, durch dieselben Strahlen, welche eine rasche Verfärbung weingeistigen Chlorophyllextractes einleiten, am energischsten zerlegt zu werden, u. a. m.

Ich werde im Nachfolgenden den Nachweis liefern, dass das reine Chlorophyll — so will ich das Kraus'sche Kyanophyll zum Unterschiede von der grünen Substanz nennen, welche in Chlorophyllextracten mit Xanthophyll gemengt vorkömmt — sich gegen die einzelnen Spectraltheile anders verhält als das Xanthophyll; vorerst sei es aber gestattet, über den Vorgang der Verfärbung des Chlorophylls und Xanthophylls selbst einige erklärende Bemerkungen zu machen und ferner wenigstens anzudeuten, dass die Erscheinung der Zerstörung des Chlorophylls im Lichte nicht nur ein physikalisches, sondern auch ein physiologisches Interesse besitzt.

Die Verfärbung des Chlorophylls ist eine Oxydationserscheinung, welche bei Gegenwart von gewöhnlichem nicht activem Sauerstoff bloss im Lichte stattfindet. Lösungen des Chlorophylls in Alkohol, Aether und allen jenen Lösungsmitteln, welche eine Umwandlung des gewöhnlichen Sauerstoffes in Ozon nicht auszuüben vermögen, bleiben im Finstern so lange unverändert, als das Lösungsmittel selbst keine chemische Veränderung erleidet. Es halten sich beispielsweise alkoholische Chlorophyll-extracte im Dunkeln so lange, als der Weingeist intact bleibt; wie dieser

*) In einer demnächst in der „Flora“ erscheinenden Abhandlung.

aber anfängt durch Oxydation in Essigsäure überzugehen, tritt sofort eine Entfärbung des Chlorophylls ein. Ist das Chlorophyll aber in einem Lösungsmittel aufgelöst, welches, wie z. B. das Terpentinöl, den absorbirten Sauerstoff in Ozon umwandelt, so tritt alsbald auch im Dunkeln eine Entfärbung des Chlorophylls ein. Wird eine, bloss mit inactivem Sauerstoff in Berührung stehende Chlorophylllösung dem Lichte ausgesetzt, so verfärbt sie sich nach kürzerer oder längerer Zeit, und zwar desto rascher, je verdünnter die Lösung und je intensiver das wirkende Licht ist. Die Art des Lösungsmittels hat indess ebenfalls einen grossen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Chlorophyllzerstörung. Beispielsweise geht die Verfärbung des Chlorophylls rascher in einer ausgekochten als in einer unausgekochten alkoholischen Chlorophylllösung vor sich; erstere ist, wenn die Auskochung genügend lang andauerte, sauerstofffrei, letztere kann bis zu 28 Volumprocente Sauerstoff absorbirt enthalten. Im allgemeinen verfärben sich alkoholische Chlorophyllextracte viel rascher als ätherische; sehr langsam entfärben sich die Lösungen des Chlorophylls in fetten Oelen. Concentrirte Lösungen von Chlorophyll in Olivenöl erhalten sich im Sonnenlichte einige Tage, im hellen diffusen Tageslichte einige Wochen völlig unverändert. Wird eine Chlorophylllösung durch Auskochen sauerstofffrei gemacht und, über Quecksilber aufgestellt, vor dem Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes geschützt, so verändert sie sich nicht, auch wenn sie dem intensivsten Sonnenlichte ausgesetzt ist. Lässt man Luft zutreten, so wird von der Lösung sofort Sauerstoff absorbirt und es tritt eine Verfärbung der Flüssigkeit ein. — Macht man den Versuch mit reinem Chlorophyll, so erhält man dasselbe Resultat, nur geht die Verfärbung des Chlorophylls bei gleichem Lösungsmittel und gleicher Concentration noch rascher vor sich. — Auch Xanthophyllösungen entfärben sich im Lichte bei Zutritt von Sauerstoff, aber viel langsamer als Chlorophylllösungen, und bleiben unverändert, wenn sie, sauerstofffrei gemacht, gegen den Zutritt der atmosphärischen Luft geschützt sind. — Der Process der Verfärbung des Chlorophylls, des reinen Chlorophylls und des Xanthophylls kann selbst im Lichte in jedem Stadium zum Stillstand gebracht werden, wenn die betreffende Lösung durch Auskochen sauerstofffrei gemacht und weiter Sorge getragen wird, dass Luft nicht zutreten kann.

Aus diesen Thatsachen ergiebt sich, dass die Verfärbung (und die schliessliche Entfärbung) von Chlorophyll und Xanthophyll im Lichte, von Anfang bis Ende, ein Oxydationsprocess ist.

Dass auch im lebenden Chlorophyllkorn eine Zerstörung des Chlorophylls stattfindet, lässt sich thatsächlich erweisen. Sattgrüne, völlig entwickelte, noch im Gewebe eingeschlossene Chlorophyllkörner verfärben sich im Sonnenlichte, allerdings erst nach mehrtägiger Einwirkung des Lichtes, aber genau in derselben Weise wie Chlorophylllösungen; die Körner werden nämlich zuerst olivengrün, dann gelb, schliesslich farblos. Junge, halbergrünte Chlorophyllkörner entfärben sich im Sonnenlichte sehr rasch, schon nach einer oder wenigen Stunden. Da, wie ich gefunden habe, die Bildung des Chlorophylls bei geringeren Lichtintensitäten erfolgt, als die Zerstörung desselben im Lichte, so wird die bis jetzt niemals noch richtig interpretirte Thatsache erklärlich, warum vergeilte Keimlinge im diffusen Lichte rascher ergrünen als im Sonnenlichte, ja bei sehr hoher Lichtintensität sogar das Ergrünen gänzlich unterbleiben kann: bei hohen Helligkeiten wird nämlich ein Theil, unter Umständen sogar alles Chlorophyll, welches gebildet wurde, wieder zerstört. —

Um zu zeigen, dass das Xanthophyll von anderen Lichtstrahlen am kräftigsten zerstört wird, als das Chlorophyll, nahm ich folgende Versuche vor:

Eine Lösung von Chlorophyll in Alkohol, aus Spinätblättern bereitet, wurde in zwei Portionen getheilt; eine blieb unverändert, die andere wurde mit Benzol geschüttelt, und die Benzol-Lösungen des reinen Chlorophylls von den Lösungen des Xanthophylls getrennt.

Hierauf bereitete ich mir folgende, durch Verdünnung auf gleiche Durchsichtigkeit gebrachte Flüssigkeiten:

1. Eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali (gelbe Lösung).
2. Eine ätherische Auflösung von Chlorophyll (grüne Lösung).
3. Eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak (blaue Lösung).
4. Eine Flüssigkeit, bestehend aus Wasser, in welchem eine nebelige Trübung durch ausgefälltem oxalsauren Kalk hervorgerufen wurde, so dass auch diese Flüssigkeit mit den drei übrigen gleiche Durchsichtigkeit besass (weisse Flüssigkeit).
5. Endlich verwendete ich noch eine Lösung von Aescorcin, die ich der Güte meines verehrten Collegen, Regierungsrath Rochleder verdanke (rothe Lösung).

Durch die weisse Flüssigkeit ging das Licht des ganzen sichtbaren Spectrums.

Durch die gelbe Lösung: Roth, Orange, Gelb und etwas Grün.

Durch die rothe Lösung, wie Grailich zuerst zeigte, bloss Roth.

Durch die grüne Lösung das gesammte Licht bis auf die bekannten 7 Absorptionsstreifen.

Endlich durch die blaue Lösung: etwas Grün, ferner Blau, Indigo, Violett und eine Spur von Roth.

Jede dieser fünf Flüssigkeiten wurde in drei Glaszylinder gebracht und in jede dieser fünfzehn Flüssigkeiten eine Epruvette eingesenkt, welche entweder eine Lösung von Chlorophyll in Weingeist, oder von reinem Chlorophyll in Benzol oder von Xanthophyll in Weingeist enthielt. Alle Apparate wurden dem Sonnenlichte ausgesetzt. Hierbei wurde Folgendes beobachtet:

I. Gleichmässige Verfärbung der weingeistigen Chlorophylllösungen trat ein:

in der weissen Flüssigkeit nach	1·08 Stunden
gelben Lösung	1·18
grünen	1·30
rothen	2·50
blauen	4·08

II. Gleichmässige Verfärbung der Benzol Chlorophylllösungen trat ein:

in der weissen Flüssigkeit nach	1·25 Stunden
gelben Lösung	1·95
grünen	2·28
rothen	3·35
blauen	6·95

III. Entfärbung der weingeistigen Xanthophylllösung*) trat ein:

in der weissen Flüssigkeit nach	1·00 Stunden
gelben Lösung	9·35
grünen	5·71
rothen	9·68
blauen	1·20

*) Um den Versuch auf eine nahezu gleiche Dauer mit den beiden übrigen zu bringen, war es nothwendig, die concentrirte Xanthophylllösung mit dem vierfachen Volum Weingeist zu verdünnen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die hellsten Strahlen des Lichtes, nämlich die gelben und beiderseits benachbarten wohl die grösste chlorophyllzerstörende Kraft besitzen; dass hingegen bei der im Lichte erfolgenden Zerlegung des Xanthophylls die sog. chemischen Strahlen, oder um den Rahmen des Versuchs nicht zu überschreiten, die blauen, indigofarbenen und violetten Strahlen am meisten betheiligt sind.

Literatur-Berichte.

Palaeontologie. * J. Barrande, Systéme silurien de la Bohéme. Vol. II, Texte III, Prague 1874. — Der besonderen Liberalität des Verfassers verdanken wir auch diesmal den neuesten Band seines umfangreichen Werkes, welches in Grossartigkeit der Anlage, vollendeter Durchführung und Ausstattung wohl von keinem anderen in der paläontologischen Literatur übertroffen wird. Der vorliegende 804 Quartseiten umfassende Band ist der dritte des Textes, welcher die silurischen Cephalopoden Böhmens behandelt; in seinem grössten Theile (678 S.) ist er der Beschreibung der Orthoceratiten gewidmet, von welchen Barrande, in den beiden Hauptabtheilungen der brévicones und longicones, nicht weniger als 526 Arten unterscheidet. Von den 1006 Arten der Cephalopoden überhaupt, welche Barrande nach seinen neuesten Forschungen heute in den böhmischen silurischen Schichten annimmt. — 1870 betrug die Gesamtzahl derselben 979 — gehören demnach mehr als die Hälfte den Orthoceren an. Die ferneren Abtheilungen des besprochenen Bandes enthalten: a) Beschreibungen von Cephalopoden aus anderen palaeozoischen Gebieten, b) die Darlegung der Beobachtungen, welche Barrande veranlassten, 17 von anderen Autoren als eigene Geschlechter aufgestellte Formen theils mit Orthoceras, theils mit Endoceras zu vereinigen, c) die Aufstellung eines neuen Geschlechtes, des Adelploceras, so wie die vollständige Beschreibung des Geschlechtes Bathmoceras und d) Bemerkungen, welche sich auf einige Formen beziehen, die zu Tretoceras und Bactrites gerechnet wurden, deren Bestimmung aber nicht ganz sichergestellt erscheint. — Die Abbildungen der Formen, welche in dem eben erschienenen Bande besprochen werden, sind in der zweiten, dritten und vierten Serie der Tafeln, die in den Jahren 1866, 1868 und 1870 veröffentlicht wurden, enthalten; von diesen sind 226 Tafeln allein bestimmt, die wichtigsten Typen der Orthoceren darzustellen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Wiesner Jul.

Artikel/Article: [Ueber das Verhalten des Chlorophylls und Xanthophylls im Lichte verschiedener Brechbarkeit. 81-86](#)