Die Sporen sind oben breiter abgerundet als unten, gewöhnlich schiefkeilförmig, im überreifen Zustande durch Anschwellung mehr oblong und stärker eingeschnürt, in jeder Abtheilung mit mehreren sehr kleinen glänzenden Tröpfchen.

Sphaerella polygramma. *Sphaeria polygramma* Fries s. m. II. p. 432 partim? *Perithecia minuta, seriata, conferta, subconfluentia, globosa, tecta, obscure papillata, atro-fusca, membranacea; ascis clavatis subsessilibus 8sporis, $\frac{30}{7-8}$, sporidiis fusiformibus vel paulo clavatis, rectis curvatisve, medio septatis, vix constrictis, hyalinis, $\frac{8-9}{2}$ (an maturis?).*

Bildet längliche oft strichförmig zusammenfliessende schwarzbraune Flecken, an dünnen Stengeln von *Ballota nigra* (im Juni noch nicht völlig reif gesammelt) bei Brünn. Sie sieht der *Sphaeropsis polygramma* sehr ähnlich und ist vielleicht die ihr entsprechende Schlauchform. Jedenfalls würde Fries sie für *S. polygramma* erklärt haben, und die Anwendung dieses Namens dürfte somit nicht ganz unpassend sein. Schläuche und Sporen gehören zu den schmäleren.

(Fortsetzung folgt.)

Vergleichende vegetabilische Chromatologie.

Von H. C. Sorby.

Mitgetheilt von Alfred Burgerstein,

Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität.

(Schluss.)

IV. Lichnoxanthingruppe.

Die Farbstoffe dieser Gruppe, welche in vielen Pflanzen auftreten, in grösserer Menge aber besonders in Flechten und Pilzen gefunden werden, sind ausgezeichnet durch Unlöslichkeit in Wasser und Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff. In einigen Fällen gehen sie leicht in Modifikationen über, welche in Schwefelkohlenstoff unlöslich sind, in absolutem Alkohol jedoch leicht gelöst werden. Ihre Spektren zeigen nicht scharfbegrenzte Absorptionsbänder. Gegen Licht und Säurewirkung haben sie einen permanenteren Charakter, als die bis jetzt besprochenen Farbstoffe, so dass sie in gemischten Lösungen oft als Rückstände übrigbleiben. Hieher gehören:

10. Das Orange-Lichnoxanthin. Dieser Farbstoff, auch in Pilzen vorkommend, von Sorby aber vorzüglich an Flechten studirt, kann am zweckmässigsten aus *Peltigera canina* gewonnen werden. Nachdem man den zerquetschten Thallus in Weingeist gekocht und

das ganze Chlorophyll in der früher beschriebenen Weise getrennt hat, wird die alkoholische Lösung bis zur Trockene eingedampft und diese, das (Orange) Lichnoxanthin und Phycoxanthin enthaltende Masse in Schwefelkohlenstoff gelöst. Setzt man nun die aus den zwei genannten Farbstoffen zusammengesetzte Lösung unter einem grünen Glase der Sonne aus, so wird das Phycoxanthin bald zersetzt (wie man sich leicht durch das Verschwinden seiner Absorptionsbänder überzeugen kann), und in der Lösung ist nur mehr das Orange-Lichnoxanthin enthalten. Seine Absorption umfasst das ganze Blau und Grün, allmählig gegen das Gelb sich verlierend.

Die oben erwähnte, in absolutem Alkohol lösliche Modifikation kann auch aus *Platysma glaucum* Nyl. (*Cetraria glauca* Ach.) und anderen Flechten gewonnen werden.

11. Das Lichnoxanthin ist der verbreitetste Farbstoff dieser Gruppe und kommt fast in allen Pflanzen, wenn auch manchmal nur in sehr kleinen Quantitäten vor. Am besten ist er aus *Clavaria fuciformis* und in Ermanglung dieser Pflanze aus der Wurzel von *Daucus carota* zu erhalten, und zwar wird die alkoholische Lösung zunächst mit Schwefelkohlenstoff geschüttelt, um das Orange-Xanthophyll und den grösseren Theil des Xanthophylls zu entfernen. Nach Abdampfen der alkoholischen Lösung wird durch Schwefelkohlenstoff das Lichnoxanthin gelöst, zugleich aber mit einem guten Theile von Xanthophyll und gelbem Xanthophyll. Um es von diesen beiden Stoffen zu reinigen, braucht man diese Mischung bloss der Sonne auszusetzen, wodurch dieselben zerstört werden, während das Lichnoxanthin übrig bleibt. In Schwefelkohlenstoff gelöst hat es eine schöne, oft orangegelbe Farbe und sein Spektrum zeigt eine sehr gleichförmige Absorption, die sich über das gesammte Blau ausdehnt und um die Mitte des Grün plötzlich endet.

12. Das Gelb-Lichnoxanthin stimmt in der Darstellung und im chemisch-optischen Verhalten mit dem vorhergehenden Farbstoffe ziemlich überein. Am besten gewinnt man es aus *Physcia parietina*.

V. Phycocyan-Gruppe.

Auf eine seiner früheren Arbeiten (Monthly microscop. Journ. 1870 and 1871) hinweisend, in welcher die zwei dieser Gruppe angehörigen Farbstoffe näher beschrieben sind, macht Sorby nur wenige Bemerkungen.

13. Das Phycocyan gibt ein wohlbegrenztes Absorptionsband im Orange und hat eine intensive rothe Fluorescenz.

14. Das blassrothe Phycocyan (pink phycoc.) besitzt ein Hauptabsorptionsband zwischen Gelb und Grün, und seine Fluorescenz ist von orangegelber Farbe.

Die Mischung dieser beiden Farbstoffe gibt Cohn's Phycocyan. Beide sind in Wasser löslich, kommen aber in der Pflanze, wie sich auf spektroskopischem Wege ergibt, entweder in fester Form oder in konzentrirter Lösung vor.

VI. Phycoërythrin-Gruppe.

Hierher gehören zwei in Algen gefundene Farbstoffe, welche Sorby schon früher (*Monthly microsc. Journ.* 1871) näher beschrieben hat.

15. Das blassrothe Phycoërythrin (pink phycoerythr.) gibt ein Spektrum mit einem Absorptionsbande am gelben Ende des Grün.

16. Das rothe Phycoërythrin (red phycoerythr.) zeigt ein dunkles Band am blauen Ende des Grün.

Keines fluorescirt, beide sind in Wasser löslich.

VII. Erythrophyll-Gruppe.

Wie gleich eingangs erwähnt wurde, scheinen die in diese Gruppe gehörigen Farbstoffe nicht wesentliche, sondern nur zufällige Pflanzensubstanzen zu sein. Sie sind in Wasser löslich, in Schwefelkohlenstoff unlöslich und werden durch Lichtwirkung nur langsam verändert*).

Ganz ähnlich verhalten sich auch die Stoffe der

VIII. Chrysotannin-Gruppe.

welche mehr oder weniger blassgelb gefärbt sind und bei der herbstlichen Färbung des Laubes theilhaftig sein sollen.

Nach der Charakterisirung der eben genannten Farbstoffe folgen nun in der vorliegenden Arbeit von Sorby eine Anzahl Kapitel, welche ich deshalb in einem Resumé folgen lasse, weil sie mitunter interessante und wichtige Resultate enthalten.

Vergleichung derselben Pflanzen, wenn sie unter verschiedenen Bedingungen wachsen.

Wollten wir annehmen, dass die einmal geformten Farbstoffe weiter sich nicht verändern, so würde manche Thatsache unverständlich bleiben, die sich bei einer entgegengesetzten Ansicht leicht erklären lässt. Sorby glaubt auf Grund seiner Untersuchungen in der That annehmen zu müssen, dass die Farbstoffe der Pflanzen einerseits wegen der bildenden Kraft (*constructive energy*) des Organismus und andererseits in Folge der zerstörenden Wirkung des Lichtes in Verbindung mit dem atmosphärischen Sauerstoff in einer beständigen Veränderung begriffen sind, und dass der jeweilige Zustand eines jeden Pflanzentheiles zu verschiedenen Jahreszeiten durch das Gleichgewicht dieser beiden einander entgegen wirkenden Kräfte bedingt ist**).

*) Das Nähere hierüber findet sich in früheren Arbeiten v. Sorby (*Proc. Roy. Soc.* 1867, p. 433 und *Quart. Journ. of Science* 1871.).

***) Fast zu gleicher Zeit und auf einem anderen Wege gelangte auch Wiesner (Untersuchungen über die Beziehungen des Lichtes zum Chlorophyll) zu demselben Resultate. — *Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. Wien.* LXIX. Band.

Lichtwirkung auf Chlorophyll.

Dass sich eine der Sonne und der Luft ausgesetzte Chlorophylllösung zersetzt, wurde schon angegeben, ebenso der Einfluss, welchen das Lösungsmittel, die Gegenwart oxydirender Substanzen, schützender Oele u. s. f. in dieser Beziehung haben. Ist das Chlorophyll in Schwefelkohlenstoff gelöst, so werden einige carmoisin (crimson) und roth (red) gefärbte Substanzen gebildet. Da dieselben durch die Wirkung der blauen Strahlen zerstört werden, so kann man sie leicht dadurch gewinnen, dass man eine Chlorophylllösung dem rothen Lichte aussetzt, welches anfangs zwar das Chlorophyll, nicht aber jene rothen Produkte zersetzt.

Entstehung rother Blätter.

Sorby glaubt, dass die in den Blättern gefundenen rothen Substanzen durch Lichtwirkung auf Chlorophyll aus diesem entstanden sind, und falls man diese Hypothese adoptirt, lassen sich viele diessbezügliche Erscheinungen erklären, z. B. jene, dass unter gewissen Bedingungen ein Theil eines Blattes roth wird, während der andere grün bleibt. Die bekannte (von Mohl, Kraus u. A. beobachtete) Erscheinung, dass die Blätter mancher Pflanzen im Sommer grün sind, bei Beginn des Winters roth werden und bei Wiederkehr des Frühjahres wieder ihre grüne Farbe bekommen, erklärt sich nach Sorby aus einem von der Temperatur abhängigen Verhältniss zwischen den konstruktiv und destruktiv in der Pflanze wirkenden Agentien.

Verlust und Ergänzung der Farbstoffe in den Pflanzen.

Aus verschiedenen Versuchen (Nichtentwicklung von Farbstoffen bei Pflanzen, welche im Finstern wachsen, Zerstörung von Chlorophylllösungen, welche dem Lichte ausgesetzt waren, etc.) ergab sich, dass das Licht sowohl eine zerstörende wie aufbauende Wirkung hat, und dass in den unthätigen, in den Eprovetten befindlichen Lösungen dieselben Veränderungen wie in den lebenden Pflanzen vor sich gehen.

Verschiedene comparativ-quantitative Analysen.

Sorby untersuchte bei verschiedenen Pflanzen (*Aucuba japonica*, *Ilex aquifolium*, *Platysma glaucum*, *Fucus serratus*) solche Blätter, respekt. Thallus, welche in der Sonne, und andere, welche im Schatten wuchsen, und bestimmte die relative Menge der in ihnen vorkommenden Farbstoffe. — Es zeigte sich, dass von jenen Substanzen, welche durch Lichtwirkung am wenigsten verändert werden, die in der Sonne stehenden Blätter fast ebensoviel enthielten, wie die im Schatten gewachsenen. Dagegen zeigte sich im relativen Gehalte solche Farbstoffe, welche durch Lichtwirkung leicht und schnell zersetzt werden, eine bedeutende Differenz.

Veränderungen in *Peltigera canina*.

Sorby nahm Exemplare von *Peltigera canina*, welche auf verschiedenen Standorten wuchsen, und theils sehr vollendete, theils

keine Fruktifikation zeigten, und untersuchte die relative Menge der einzelnen Farbstoffe, von denen in dieser Flechte mindestens sieben vorkommen sollen. Nebst anderen aus einer Tabelle (p. 472) zu ersehenden Ergebnissen zeigte sich das bemerkenswerthe Resultat, dass die im feuchten Schatten wachsenden und keine Fruktifikation zeigenden Exemplare die geringste Menge der Lichnoxanthine enthielten, welche Substanzen vorzugsweise in den Fruktifikationsorganen angetroffen werden (die in diesem Falle nicht entwickelt waren). Ein analoges Faktum ist jenes, dass das Orange-Xanthophyll fast den alleinigen Farbstoff der Spermatozoïden von *Fucus serratus* ausmacht, während es im Thallus bloss in geringen Quantitäten vorkommt.

Zusammenhang der verschiedenen Algengruppen.

Die verschiedenen Algen enthalten wenigstens zwölf verschiedene Farbstoffe. In einer Tabelle (p. 474) sind die relativen, in den einzelnen Algengruppen gefundenen Farbstoffmengen zusammengestellt und Folgendes zu erkennen: Die olivengrünen Algen sind charakterisirt durch eine relativ grosse Menge von Chlorofucin und Fucoxanthin und die gänzliche Abwesenheit von gelbem Chlorophyll, Xanthophyll, gelbem Xanthophyll, Phycocyan und Phycoerythrin; die rothen Algen unterscheiden sich von den eben genannten durch den grossen Gehalt der Phycocyan- und Phycoerythrin-Farbstoffe, sowie durch die geringe Menge des Chlorofucins und Fucoxanthins; die grünen Algen sind ausgezeichnet durch das Auftreten von gelbem Chlorophyll, sowie durch die gänzliche Abwesenheit des Chlorofucins, Fucoxanthins, Phycocyan und Phycoerythrins. — Blaues Chlorophyll, Orange-Xanthophyll und Lichnoxanthin treten in allen drei Algengruppen auf. Die Gruppe der rothen Algen steht daher in der Mitte zwischen der der olivenfarbenen und der der grünen Algen.

Zusammenhang zwischen den niedersten Klassen der Thiere und Pflanzen.

Wie wir gesehen haben, enthalten die olivengrünen Algen kein gelbes Chlorophyll, keines der beiden Xanthophylle, also keine Farbstoffe, welche für die höheren Pflanzen so charakteristisch sind, dagegen enthalten sie Chlorofucin und Fucoxanthin, welche beide in gewissen Aktinien gefunden werden.

Veränderungen, welche in Oscillatorien vorkommen.

Durch die Oscillatorien sind die olivengrünen Algen mit den Flechten verbunden. Sorby nahm *Fucus serratus*, Oscillatorien und *Peltigera canina*, welche theils im Schatten, theils an einem der Sonne ausgesetzten Orte wuchsen, und bestimmte die relative Menge der Farbstoffe dieser Pflanzen (siehe die Tabelle p. 476). Es ergab sich, dass die in Schwefelkohlenstoff löslichen Farbstoffe solcher Oscillatorien, die an einem schattigen Orte wuchsen, mit den in *Fucus* und anderen olivengrünen Algen gefundenen identisch sind. Waren sie aber während ihrer Entwicklung sehr der Sonne ausgesetzt, so

find eine grosse Reduktion dieser und zugleich eine grosse Zunahme solcher Farbstoffe statt, welche in Flechten, z. B. in *Peltigera canina* in grossen Quantitäten vorkommen.

Hauptzusammenhang der verschiedenen Pflanzenklassen.

Erinnern wir uns an das Chlorofucin und Fucoxanthin, welche beide in so grosser Menge in den olivengrünen Algen und in gewissen Aktinien, z. B. in *Anthea cereus* var. *smaragdina* vorkommen, vergegenwärtigen wir uns die Vertheilung der Farbstoffe in den olivengrünen, rothen und grünen Algen, berücksichtigen wir das soeben von den Oscillatorien Gesagte, so ergibt sich zwischen allen diesen Formen folgender Zusammenhang:

Die Aktinien zeigen in der *Anthea cereus* var. *smaragdina* einen chromatologischen Zusammenhang mit den olivengrünen Algen. Von diesen führt eine Reihe zu den rothen Algen und von hier durch *Porphyra* zu den grünen Algen, eine andere Reihe geht zu den Oscillatorien und von diesen durch *Peltigera* zu den Flechten.

Beziehung der Pilze zu anderen Pflanzen.

Die häufigsten Farbstoffe der Pilze stimmen genau überein mit jenen, welche in den Apothecien der Flechten gefunden werden; so-nach dürfen die Pilze nicht als vegetative, sondern als Fruktifikationsorgane eines niederen Pflanzentypus angesehen werden.

Zusammenhang zwischen den Farbstoffen der Blüten und denen der Blätter.

Die Zahl der in den Blumenblättern auftretenden Farbstoffe ist eine sehr grosse; manche von ihnen haben eine weite Verbreitung, andere werden nur in einzelnen Arten gefunden. In vielen Fällen sind die Farbstoffe der Blumenblätter dieselben wie in den Laubblättern, wenn das Chlorophyll verändert ist; in anderen Fällen sind aber besondere Farbsubstanzen entwickelt, welche in den Blättern fehlen. Die Farbstoffe der gelben Blüten bestehen meist aus einer Mischung von Lichnoxanthin und den drei Arten von Xanthophyll. Orangegefärbte Blüten enthalten bisweilen ausserdem noch andere Substanzen, analog dem Pezizaxanthin und Phycoxanthin. Die Entstehung rother Blüten hängt von Substanzen ab, welche zur Erythrophyllgruppe gehören.

Wirkung des Lichtes auf Blüten.

Sorby hat in dieser Beziehung wenige Versuche gemacht. Bei einer dunklen Varietät von *Cheiranthus Cheiri* wurde durch Verminderung der Aussetzung an's Licht eine vollständige Veränderung in der relativen Menge der Farbstoffe herbeigeführt.

So z. B. wurde kein Erythrophyll gebildet, welches in den der Sonne ausgesetzten Blüten reichlich vorhanden war.

Zusammenhang zwischen den Pilzen und Flechten.

In den höheren Pflanzenklassen sind die Blüthen mit den Blättern besonders durch Xanthophyll und gelbes Xanthophyll verbunden. Die Flechten enthalten sehr wenig oder gar nichts von diesen Substanzen, wohl aber eine grosse Menge der charakteristischen Lichnoxanthine. Von diesem chromatologischen Standpunkte betrachtet, zeigen die Pilze einigermassen dieselbe Beziehung zu den Flechten, welche die Blumenblätter eines blattlosen Parasiten zu den Laubblättern einer normalen Pflanze haben würden.

Gelbe Blattvarietäten.

Bekanntlich findet man bei manchen Pflanzen Blätter oder Blättertheile, welche nicht sattgrün, sondern gelb sind. Sorby fand nun auf spektroskopischem Wege, dass dieser Umstand in einer sehr grossen Differenz in der relativen Menge des blauen und gelben Chlorophylls begründet ist und gibt die Methode an, welcher er sich zu dieser Untersuchung bediente. Aus einer kleinen, die diesbezüglichen Resultate zusammenfassenden Tabelle ergibt sich, dass die relative Menge des gelben Chlorophylls in den grünen Blättern sehr variiert, wobei man wohl anzunehmen berechtigt ist, dass sie von der Dauer der Sonnen-Einwirkung abhängt. Wenn grüne Blätter in der Sonne gelb werden, so hat die relative Menge des gelben Chlorophylls zugenommen, übereinstimmend mit der grösseren Leichtigkeit, mit welcher das blaue Chlorophyll zersetzt wird, aber sie ist geringer als in dem Falle, wenn eine gemischte Lösung der Sonne ausgesetzt wird. Wenn dagegen Blätter gelb sind, weil sie fast im Dunklen wuchsen, so ist die relative Menge des gelben Chlorophylls viel geringer als die normale, als ob unter solchen ungünstigen Bedingungen das blaue Chlorophyll viel leichter als das gelbe geformt würde. Aus diesen beiden Thatsachen lässt sich aber der allgemeine Satz ableiten, dass das blaue Chlorophyll viel leichter gebildet und viel leichter zerstört wird, als das gelbe Chlorophyll.

Wenn auch trotz der vielen neuen und genauen Untersuchungen, deren Resultate Sorby in seiner Schrift niedergelegt hat, noch vieles auf diesem Gebiete zu beobachten bleibt, so dürften doch wohl die bis jetzt gewonnenen Ergebnisse ein hinreichender Grund dafür sein, dass die Natur und das relative Verhältniss der verschiedenen Farbstoffe in den Pflanzen eine sehr wichtige physiologische Bedeutung haben dürften, und dass von einer vollständigen Kenntniss der vegetabilischen Chromatologie erwartet werden darf, dass sie auf die Entwicklung der Pflanzen viel Licht verbreiten und uns in den Stand setzen wird, eine Anzahl der fundamentalsten Fragen der pflanzlichen Biologie von einem neuen, und von den früheren Anschauungen unabhängigen Gesichtspunkte aus prüfen zu können.

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: 1875

Band/Volume: [025](#)

Autor(en)/Author(s): Sorby Henry Clifton

Artikel/Article: [Vergleichende vegetabilische Chromatologie. 87-93](#)