© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es weisen also die Wurzeln dieser untersuchten Wasserpflanzen eine viel grössere Wachstumsbeschleunigung im Dunkeln auf als alle bis jetzt untersuchten Erdwurzeln.

II. Die grössten Unterschiede in den Längen der im Dunkeln gewachsenen Wurzeln gegenüber denen der im Licht gewachsenen zeigten sich bei den erstgenannten vier Pflanzen beim Abschluss der Versuche, der nach 12 bis 25 Tagen erfolgte, während in den ersten Tagen ein Unterschied nur in geringem Masse vorhanden war. Das umgekehrte Verhalten wies *Elodea canadensis* auf, indem sich hier die grössten Wachstumsdifferenzen gerade in den ersten Tagen geltend machten.

III. Bei den letzten beiden der untersuchten Pflanzen, *Glyceria fluitans* R. Br. und *Tradescantia virginica* L., konnte nur eine geringe Wachstumsbeschleunigung konstatiert werden. Die Verhältnisse der mittleren Wurzellängen der im Dunkeln gezogenen Wurzeln zu denen der im Licht gezogenen schwankten zwischen 1 : 1 (Dunkel : Licht) bis 1,3 : 1 (Dunkel : Licht). Diese Zahlen stimmen ungefähr mit den von KNY für Erdwurzeln gefundenen, zu denen die Wurzeln dieser beiden Pflanzen wohl gerechnet werden müssen, überein.

Zum Schlusse erübrigt es mir noch, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. MOLISCH, in dessen Institute vorliegende kleine Arbeit ausgeführt wurde, für seine gütige Unterstützung meinen wärmsten Dank auszusprechen, ebenso auch Herrn Assistenten Dr. OSWALD RICHTER für seine freundlichen Ratschläge bestens zu danken.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. deutschen Universität.

---

69. N. Gaidukov: Die Farbenveränderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation.

Eingegangen am 25. November 1903.

Den Gang der Veränderung der Färbung und der Spektra der Zellen der *Oscillaria sancta* Kütz. und der *Oscillaria caldariorum* Hauck bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation[1])

1) Vgl. N. GAIDUKOV, Über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung lebender Oscillarien, Anh. zu den Abhandl. Preuss. Akad. Wissensch., V, 1902. Weitere Untersuchungen über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stellt folgende Tabelle[1]) dar. In dieser Tabelle sind die charakteristischen Helligkeits-Maxima (Max.) und Minima (Min.) durch die römischen Ziffern I, II, IIa, III, IIIa, IV, V[2]) bezeichnet. Die

Oscillaria sancta.

		Im gelben und (teils) im roten und violetten Lichte					Im grünen und blauen Lichte		
		Intensiv blaugrün	Graugrün, hellblaugrün und spangrün	Grau	Hellviolett	Violett	Braunviolett	Braun und gelbbraun	Orangerot
		λ	λ	λ	λ	λ	λ	λ	λ
I	Max.	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)	710(1)
	Min.	675(3,4)	675(2)	675(2)	675(2)	675(3,5)	675(2)	675(3,5)	675(1)
II	Max.	655(5)	655(5,6)	655(5)	645(4)	645(4)	645(3)	645(3)	615(2)
	Min.	625(2)	625(3)	625(4)	625(4)	625(6)	625(6)	625(6)	—
IIa	Max.	618(6)	618(5,6)	618(4)	—	—	—	—	—
	Min.	610(3,4)	610(4)	610(7)	—	—	—	—	—
III	Max.	585(4)	585(3,4)	585(3)	595(3)	595(2)	595(2)	595(2)	—
	Min.	575(6)	575(6)	575(5) 565(6)	575(3)	575(1,2)	573(4)	563(4,5)	565(4)
IIIa	Max.	—	—	558(6)	558(6)	558(6)	558(6)	558(4)	557(5)
	Min.	—	—	550(5,6)	550(6)	550(3,4)	550(5)	550(3,4)	550(2)
IV	Max.	525(2)	525(2)	525(2)	525(2)	525(3)	525(4)	525(5)	525(3)
	Min.	495(5)	495(5)	495(3)	495(4)	495(4,5)	495(3)	495(2)	495(3)
V	Max.	485(3)	485(3,4)	485(7)	485(5)	485(5)	485(5)	485(6)	485(4)
	Min.	425(1)	425(1)	425(1)	425(1)	435(1,2)	425(1)	425(1)	430(1)

Im grünen Lichte.

Oscillaria caldariorum.

relative Lage der Zentra dieser Maxima und Minima sind durch die Wellenlängen (λ λ) und deren Intensitäten (nach quantitativer Bestimmung) durch in Klammer geschlossene arabische Ziffern bezeichnet.

diese Berichte, Oktober 1903. Über den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien, Scripta botanica horti Petropolitani, fasc. XXII, 1903. Th. W. Engelmann, Über experimentelle Erzeugung zweckmässiger Änderungen der Färbung pflanzlicher Chromophylle durch farbiges Licht, Arch. für Anat. und Physiol., Physiol. Abt. 1902, S. 333. Über die Vererbung künstl. erzeugter Farbenänderungen bei Oscillarien. Verh. physiolog. Gesellsch. Berlin 1902/03.

1) Vgl. Gaidukov, l. c., Tab. I, II, III, I, II, I–V, fig. I—VIII, 9—12.

2) In meiner ersten Arbeit wurde das Helligkeitsminimum IIIa und das Helligkeitsmaximum IIIa als IV, IV als V und V als VI bezeichnet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mit I ist das absolute Maximum der Helligkeit bezw. der Dunkelheit bezeichnet.

Dieser Gang der Farbenveränderung bestätigt zuerst den alten Spruch: „natura non facit saltus". Zwischen den verzeichneten typischen Färbungen konnte man hunderte von Zwischennuancen und Übergängen beobachten, welche eine Färbung mit der anderen verbanden. Die Farbenveränderung bestand nicht in einer radikalen Metamorphose des Spektrums des Chromophylls, der Verteilung der Energie des Spektrums des einwirkenden Lichtes gemäss, sondern nur in stufenmässigen und zweckmässigen, dieser Verteilung entsprechenden Änderungen der 5 (7) für die Chromophylle typischen[1]) Helligkeits-Maxima und Minima. Nur die Helligkeitsminima II, IIa, und IIIa können verschwinden und wiedererscheinen; die anderen verschwinden nie. Im allgemeinen sei bemerkt, dass die frühesten und stärksten Änderungen in dem mittleren Teile des sichtbaren Spektrums, etwa von Orangerot bis Blaugrün, stattfinden. Die äusseren Teile dieses Spektrums sind weniger variabel: das Helligkeitsmaximum I und das Helligkeitsminimum V sind immer absolute.

Bei der Umwandlung der ursprünglichen, violetten Färbung in die blaugrüne, hervorgerufen durch die Einwirkung des roten und des gelben Lichtfilters, bemerkt man zuerst eine Abschwächung der Dunkelheit in den gelben und grünen Strahlen. Helligkeitsminima III und IIIa werden bedeutend geschwächt, Helligkeitsminimum IV wird dagegen stärker als III. Die Färbung mit diesem Spektrum bleibt noch violett, ist aber sehr ungesättigt, blass, weisslich oder gräulich. Bei der weiteren Umwandlung dieser Färbung in die graue und graugrüne verschwindet das Helligkeitsminimum IIIa ganz; es erscheint aber ein neues Helligkeitsminimum, IIa. Auch die Absorption in den blauen Strahlen wird schwächer und im Orange stärker. Doch bleibt die Absorption im mittleren Teile immer so schwach, dass alle diese Färbungen ganz auffallend ungesättigt und blass sind. Bei der weiteren Umwandlung des Chromophylls in mehr gesättigte Nuancen der blaugrünen Färbungen bemerkt man eine sehr bedeutende Verstärkung der Helligkeitsminima II und IIa; Helligkeitsminimum II kann sogar stärker sein wie Helligkeitsminimum I (stark blaugrüne und spangrüne Färbungen). Die Absorption in den roten und orangen Strahlen ist sehr stark, in den grünen und blauen dagegen sehr schwach.

Die Umwandlung desselben violetten Chromophylls in braunes, gelbes oder rötliches durch Einwirkung des blauen oder grünen Lichtfilters ist nicht von Übergängen mit ungesättigten Färbungen

1) Vgl. GAIDUKOV, Scripta botanica, l. c., S. 66.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

begleitet. Wenn hier auch ein sehr grosser Verlust der Absorption in den schwach brechbaren Strahlen des Spektrums zu bemerken ist, findet doch in dieser Zeit noch ein grösseres Wachstum der Absorption im stark brechbaren Teile statt. Beim Anfang der Veränderung werden die Helligkeitsminima IIIa, IV und V sehr verstärkt und demgemäss die Helligkeitsmaxima IV und V geschwächt. Helligkeitsminimum III wird, wenn es auch ein wenig näher zum violetten Ende neigt, schwächer wie das IIIa, das bei den rötlichen Zellen besonders stark ist, und auch schwächer wie das Helligkeitsminimum IV, das bei den gelbbraunen Zellen besonders stark ist. Die rötlichen und orangen Strahlen sind besonders in den Spektra der rötlichen Zellen stark durchgelassen.

Der Übergang des ursprünglich blaugrünen Chromophylls in das braune, mittelst Einwirkung des grünen Lichtfilters, wird von denselben Färbungen begleitet, doch vollzieht sich dieser Übergang in umgekehrter Reihenfolge. Zuerst werden die Maxima II und IIa geschwächt, wodurch eine graugrüne und graue Färbung entsteht, die ganz auffallend blass und ungesättigt ist. Mit dem Verschwinden des Helligkeitsminimums IIa und mit dem Erscheinen des Helligkeitsminimums IIIa wird die Färbung hell oder gräulichviolett. Nach der Verstärkung des Helligkeitsminimums III und des Helligkeitsmaximums III, welche nur schwächer werden wie das absolute Helligkeitsminimum V, wird die Farbe ganz ähnlich der der normalen violetten Zellen. Die weitere Umwandlung dieser Zellen in Braun ist dieselbe, wie bei den genannten Zellen.

Die beschriebene Farbenveränderung widerspricht nach meiner Ansicht der Meinung von Prof. OLTMANNS[1]), welcher behauptet, dass die blauen Färbungen, die bei seinen Versuchen durch die Einwirkung des gelben Lichtes bei den Florideen entstanden, nur durch die quantitative (BERTHOLD[2]) und nicht qualitative (ENGELMANN[3]) u. a.) Wirkung des Lichtes zu erklären sind. Wenn, wie OLTMANNS ausführt, die wenig brechbaren Strahlen den roten bezw. purpurnen und violetten Farbstoff (Phycoerythrin und Phycocyan[4])

1) Über die Kulturen und Lebensbedingungen der Meeresalgen. PRINGSH. Jahrb. 23, 1893.

2) Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen, ibid. 13, 1882. Über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel, Mitteil. Zool. Station Neapel, 3, 1882.

3) Farbe und Assimilation, Bot. Zeit. 1883, Nr. 1, 2, und folg.

4) Diese Farbstoffe bezeichne ich mit dem gemeinsamen Namen „Phycochrom". (Siehe GAIDUKOV, Über den Algenfarbstoff, Tagebl. XI. Versamml. russ. Naturf. und Ärzte in Petersb., S. 475). Die Tatsache, dass das rote und das blaue, besonders aber, dass das blaue und das violette einerseits, und das violette und rote Phycochrom andererseits sehr nahe verwandt sind, war schon längst bekannt. (Vgl. KÜTZING, Phycologia generalis, 1843, S. 17, NAEGELI, Gattungen einzelliger Algen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Algen vernichten, die stark brechbaren Strahlen dagegen diesen Farbstoff erhalten, warum tritt dann auch im grünen und im blauen Lichte diese Farbenveränderung vor?

Die Blässe der Färbungen im gelben, besonders aber im roten und violetten Lichtfilter kann man dadurch erklären, dass diese Lichtfilter nur einen sehr geringen Teil der Strahlen des Spektrums in genügender Menge durchlassen[1]). In den Spektra der Chromophylle der in diesen Lichtfiltern gezüchteten Algen wird nur dieser geringe Teil stark absorbiert; alle anderen Strahlen (darunter komplementäre: gelbe und blaue) dagegen werden sehr schwach, und zwar fast alle gleich schwach absorbiert. Von der mehr oder weniger gleichen Mischung der letzteren Strahlen hängt nun diese ungesättigte, weissliche oder gräuliche Färbung ab[2]). Bei der blaugrünen *Oscillaria caldariorum* hat auch der grüne Lichtfilter mehrere sehr blasse und ungesättigte Färbungen verursacht.

Wie ich schon früher sagte, widerspricht die Beobachtung von OLTMANNS, dass die Florideen im starken weissen oder im gelben Lichte die gelbe und braune Färbung annehmen, auch unseren Ansichten nicht und wird durch die stufenmässige Farbenveränderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation erklärt. BERTHOLD[3]) hat sogar beobachtet, dass gewisse Florideen (*Gracilaria*, *Hypnea*, *Laurencia*) an der Oberfläche nicht nur bräunlich oder schwärzlich, sondern auch grünlichgrau gefärbt werden können. In letzterem Falle findet mithin schon die echte komplementäre chromatische Adaptation statt.

Zum Schlusse bemerke ich, dass, wenn die BERTHOLD-OLTMANNS-sche Theorie das Verschwinden der Florideen auf der Oberfläche durch die schädliche Einwirkung des starken Lichtes erklärt, wie ist dann das Verschwinden der grünen Algen in den Tiefen mit Hilfe dieser Theorie zu erklären? Die letztere Erscheinung kann diese Theorie nicht begründen; mit Hilfe der ENGELMANN'schen

---

1849, S. 5; NAEGELI und SCHWENDENER, Das Mikroskop, 1877, S. 496, ROSANOFF, Mém. sc. natur. Cherbourg, 13, 1867, S. 145, Morphologische und Physiologische Untersuchungen usw., 1867, COHN, M. SCHULTZE's Archiv, 3, 1867, S. 1, ASKENASY, Bot. Zeit., 1867, S. 226, SORBY, Monthly microscop. Journ., 6, 1871, S. 124, Proceed. Roy. soc. London, 1873, S. 442, Journ. Linn. soc. 15, 1877, S. 34, NEBELUNG, Bot. Zeit., 1878. Nr. 25, SCHÜTT, diese Berichte, V, 1888, S. 36, 305, NADSON, Scripta botanica 4, 1893, S. 1, HANSEN, Mitteil. Zool. Station Neapel, 1893, S. 293, usw.) Die farbenanalytischen Eigenschaften des violetten Farbstoffes der *Oscillaria sancta* waren nach meinen Beobachtungen dem roten Farbstoff des *Ceramium* sehr ähnlich und dem violetten oder purpurnen des *Chondrus crispus* fast vollkommen gleich. (Vgl. GAIDUKOV, Scripta botanica, l. c., S. 66).

1) Vgl. GAIDUKOV, Abh. Akad. Wiss., l. c., Tab. III, Fig. Vc, VIc, VIIc.

2) Vgl. auch NOLL, Flora, 77, 1893, S. 27.

3) l. c.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Theorie und des Gesetzes der komplementären chromatischen Adaptation aber ist diese Erscheinung vollkommen erklärt: die grünen Algen wachsen nicht in grösseren Tiefen, weil die roten Strahlen, welche diese Strahlen am meisten absorbieren, in diesen Tiefen nicht vorhanden sind.

---

70. N. Gaidukov: Über die Kulturen und den Uronema-Zustand der Ulothrix flaccida[1]).

Mit einer Figur im Text.

Eingegangen am 25. November 1903.

Die *Ulothrix flaccida* Kütz. a *genuina* Hansg.[2]) ist an den Wänden der Gewächshäuser des Botanischen Gartens in St. Petersburg sehr reich verbreitet. Im Jahre 1899 erreichte die Entwickelung dieser Alge das Maximum im Juni; im August begann das Wachtum schwächer zu werden. Die von diesen Wänden genommene *Ulothrix flaccida* wurde auf Agar-Agar mit 0,3 pCt. Knop'scher Lösung kultiviert. In den Petri-Schalen, die sich auf einem nach Norden gerichteten Fenster befanden, entwickelten sich schon eine Woche nach dem Säen (zweite Hälfte des Juli 1899) schöngrüne, runde, krause Kolonien, welche aus langen, stark gekrümmten Fäden bestanden. Aus diesen Kolonien wurden die Algen in Reagensgläschen auf die schiefe Ebene des Agar-Agar übertragen. In diesen Reagensgläschen, die auf einem nach Südosten gerichteten Fenster standen, entwickelten sich gegen Ende September prachtvolle Reinkulturen der *Ulothrix flaccida*, die aus sehr langen, gekrümmten Fäden bestanden. In allen diesen Fällen war die kultivierte *Ulothrix flaccida* der in der Natur wachsenden vollkommen gleich.

Anfang Oktober wurde die genannte Alge in Erlenmeyer'sche Kolben übertragen, die ebenfalls auf einem nach Südosten gerichteten Fenster standen. Von dieser Zeit ab wuchs *Ulothrix flaccida*, sowie auch die anderen auf demselben Substrat kultivierten Algen (*Porphyridium cruentum*[3]), *Stigeoclonium Pseudopleurococcus*[3]), Oscillarien,

1) Vorläufig mitgeteilt: Gaidukov, Über die Algen *Ulothrix flaccida* und *Uronema*, Tagebl. der XI. Versamml. russisch. Naturf. und Ärzte, St. Petersburg, 1901, S. 476.

2) Hansgirg, Prodromus der Algenflora usw., I, 1886, S. 61.

3) Vergl. Gaidukov, Zur Morphologie der Alge *Porphyridium cruentum*, Arbeit. St. Petersb. Gesellsch. Naturf., 30, 1899, S. 173. Einige Bemerkungen über die Alge *Pseudopleurococcus* Snow, ebenda, S. 220. Über die Algen *Stigeoclonium*, *Pseudopleurococcus*, *Pleurococcus* und *Protoderma*, Tagebl. XI. Versamml. russisch. Naturf. und Ärzte, l. c.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 21

Autor(en)/Author(s): Gaidukov Nikolay

Artikel/Article: Die Farbenveränderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation. 517-522