

АСТА  
HORTI PETROPOLITANI.

TOMUS VI.  
Fasciculus II.

ТРУДЫ  
ИМПЕРАТОРСКАГО  
С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО БОТАНИЧЕСКАГО САДА.

ТОМЪ VI.  
ВЫПУСКЪ II.

СОДЕРЖАНИЕ:

- E. Regel,** Descriptiones plantarum novarum et minus cognitarum. Fasciculus VII. Pag. 287—538.
- E. B. a Trautvetter.** Rossiae arcticae plantas quasdam a peregrinatoribus variis in variis locis lectas. Pag. 539—554.
- E. Regel,** Breviarium relationis de horto Imperiali botanico petropolitano anno 1879. Pag. 555—569.
- A. Batalini* *Einwirkung des Lichtes auf die Bildung des rothen Pigmentes pag 279. 286.*

**АСТА**  
**HORTI PETROPOLITANI.**

---

**TOMUS VI.**  
**Fasciculus II.**

---

**ТРУДЫ**  
**ИМПЕРАТОРСКАГО**  
**С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО БОТАНИЧЕСКАГО САДА.**

---

**ТОМЪ VI.**  
**ВЫПУСКЪ II.**

---

**С.-ПЕТЕРБУРГЪ.**

Типографія БРАТЬЕВЪ ШУМАХЕРЪ. Вас. Остр. Загибенный переулокъ. № 1.

**1880.**

DIE EINWIRKUNG DES LICHTES

AUF DIE BILDUNG

DES ROTHEN PIGMENTES

VON

A. BATALIN.



Der Einfluss des Lichtes auf die Pigmentbildung in wachsenden Pflanzentheilen ist noch wenig erforscht. Die ersten Versuche haben gezeigt, dass das Licht bei der Entstehung normaler Blütenfärbung entbehrlich ist. Im Dunkeln gezogene Blumenzwiebeln entwickelten normale Blüten mit normaler Färbung, nur die Laubblätter erschienen blass. Sachs zeigte, dass in einen dunkeln Kasten eingeführte fortwachsende Sprossen beleuchteter Pflanzen normale Blüten entwickelten. Solche Versuche hat nach derselben Methode in neuerer Zeit Askensy\*) wiederholt und auf eine grössere Zahl der untersuchten Arten ausgedehnt. Er fand, dass die verschiedenen Arten sich nicht übereinstimmend zur Abwesenheit des Lichtes verhalten. Im Einklange mit den erwähnten Versuchen entwickelten die einen im Dunkeln ganz normal gefärbte Blüten, während die Blüten der andern im directen Gegensatze hiezu eine schwächere Färbung zeigten, ja sogar derselben ganz erman- gelten. Diesen Umstand bemerkte Askensy allerdings nur an einzelnen Theilen, auch konnte er ihn nicht als für alle Pigmente geltend constatiren. Auf der andern Seite sind in Russland von Weretennikoff und Schell drei Arbeiten publicirt worden, in welchen die Autoren, von der Beobachtung vegetativer Organe ausgehend, deutlich beweisen, dass das Licht zur Ausbildung des rothen Farbstoffes unbedingt nothwendig sei.

---

\*) E. Askensy. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Farbe der Blüten. Botan. Ztg. 1876. Seiten 1 und 27.

J. Weretennikoff \*) war der erste, welcher zeigte, dass Samen von *Celosia* sp. und *Polygonum tataricum* L., die er im Dunkeln hatte keimen lassen, farblose Pflänzchen lieferten, welche nachträglich aber — nachdem er sie an's Licht gebracht hatte — sich rötheten, und zwar trat die Färbung streng local auf: nur jene Stellen rötheten sich, welche unmittelbar dem Lichte ausgesetzt waren.

Im Jahre 1877 bestätigte J. Schell \*\*) Weretennikoff's Beobachtungen, indem er an Adventivwurzeln, die sich an in Wasser gestellten Zweigen verschiedener *Salix*-Arten unter Einfluss des Lichtes ausbildeten, Röthung wahrnahm, während die Röthung ausblieb, sobald zu den unter sonst ganz gleichen Bedingungen wachsenden Wurzeln das Licht nicht gelangen konnte. Unter Einfluss von orangefarbenen oder blauen Strahlen wachsende Wurzeln bildeten auch kein Pigment.

Während also einerseits Weretennikoff und Schell an vegetativen Organen die unbedingte Nothwendigkeit des Lichteinflusses zur Ausbildung des Pigments behaupten, zeigen andererseits Sachs und Askensy dessen negative Bedeutung für die Färbung der meisten Blumenkronen, und dieser Widerspruch veranlasste mich die folgenden Untersuchungen auszuführen.

Alle meine Versuche habe ich an den «Silberbuchweizen» *Polygonum Fagopyrum* var. (*argentea*?) angestellt, da seine Samen den doppelten Vortheil der schnellen Keimung und der starken Röthung der Keimlinge darboten.

Sobald die in einen Topf ausgesäeten Buchweizensamen unter Lichteinwirkung keimten, konnte die rothe Färbung an den Keimlingen wahrgenommen werden; sie steigerte sich unter verstärktem Lichte zu einem intensiven Roth. Diese rothe Färbung rührt von einem in Wasser löslichen Pigmente her, welches sowohl in den Epidermiszellen des hypocotylen

---

\*) Arbeiten der St. Petersburger Gesellschaft der Naturforscher. Band I, Heft 1. Seiten 37—38. 1870.

\*\*) Beilagen zu den Protocollen der Sitzungen der Naturforscher-Gesellschaft an der Universität zu Kasan. Referirt in Just's Botan. Jahresb. IV und V. 1876 und 1877.

Gliedes, als auch in vielen Rindenparenchymzellen vorhanden ist; da es im Wasser leicht löslich ist, so entfärben sich mikroskopische Schnitte in einem Wassertropfen rasch.

Bei Zusatz von Ammoniak geht das rothe Pigment in eine grünlich gelbe Farbe über, welche nach Behandlung mit Salzsäure verschwindet, um der rothen Farbe wiederum Platz zu machen. Nach wiederholtem Zusatz von Salzsäure röthet sich die Lösung etwas mehr. Aether nimmt das Pigment aus der wässerigen Lösung nicht auf, sogar beim Schütteln nicht. Die salzsäurehaltige wässerige Lösung des Pigmentes entfärbte sich bei freiem Luftzutritt monatelang nicht (Kyanin).

Wenn die Samen im Dunkeln keimen, so entwickeln sie ein stark verlängertes hypocotyles Glied, welches aber vollständig farblos bleibt. Die Keimlinge gehen zuletzt, ohne sich zu röthen, zu Grunde.

Auf die bekannten Beobachtungen sich stützend, dass die Blätter etc. im Herbst und auch im Frühling beim Eintritt von Temperaturerniedrigung sich röthen und dass diese Röthung wahrscheinlich also durch Kälte hervorgerufen sein könne, setzte ich zwei mal etiolirte farblose Keimlinge 24 Stunden lang einer Temperatur von beinahe 0° im Dunkeln aus, doch rötheten sie sich nicht. Die Keimlinge waren übrigens ganz gesund, was daraus hervorgeht, dass sie hernach, nachdem ich sie den unten beschriebenen Bedingungen ausgesetzt hatte, auf's Deutlichste die rothe Färbung aufwiesen.

Etiolirte Keimlinge röthen sich im weissen Lichte bald. Im gewöhnlichen zerstreuten Licht erscheinen sie schon am folgenden Tage mehr oder weniger intensiv roth gefärbt. Junge Keimlinge färben sich stärker als ältere, besonders am Gipfel, wo die Cotyledonen gebogen sind. Alte Keimlinge bilden überhaupt sehr wenig, sogar gar kein Pigment, das, wenn es vorhanden, stets in sehr ungleicher Menge und Vertheilung in ihnen auftritt. Dem Lichte angesetzt bleibt gewöhnlich die untere Hälfte oder sogar  $\frac{2}{3}$  des Keimlings vollständig farblos, der übrige obere Theil des Pflänzchens erscheint von einem sehr blassen Roth ausgehend um so stärker gefärbt, je mehr er sich der Spitze nähert.

Da mit einer gewissen Altersperiode des Keimlings das Wachstum nur noch in seinem obersten Theile stattfindet, so geht aus der Eigenthüm-

lichkeit dieser Farbenvertheilung mit Evidenz hervor, dass die Fähigkeit, Pigment zu bilden, mit dem zunehmenden Alter der Zellen erlischt. Ist das Pigment einmal gebildet, so bleibt es intact, d. h. verschwindet nicht, selbst wenn die Keimpflänzchen wieder in die Finsterniss gestellt wurden. Verblieben sie lange im Dunkeln, so starben sie unter Zusammenschrumpfung und Welkwerden ab, ohne die rothe Farbe zu verlieren. Dabei tritt nicht selten die Erscheinung auf, dass die vor diesem Absterben am oberen Ende des hypocotylen Gliedes neu gewachsenen Theile sich ungefärbt zeigen, eine Erscheinung, die leicht aus dem Vorhergehenden zu erklären ist, da auf diese neu gewachsene Theile das Licht noch nicht gewirkt hat.

Es ist ein sehr schwaches weisses Licht genügend, um in den etiolirten Keimlingen die Rothfärbung hervorzurufen, dennoch muss seine Intensivität grösser sein, als diejenige, welche zur Chlorophyllbildung nothwendig ist. Es gelang mir nämlich, eine Lichtintensivität herzustellen, unter deren Einfluss die Chlorophyllbildung vor sich ging, aber die des rothen Pigments unterblieb.

Die Temperatur der umgebenden Luft hat Einfluss auf die Ausbildung des Pigmentes in den der Wirkung des Lichtes ausgesetzten etiolirten Keimlingen. Bei 6—7° C. geht die Pigmentbildung zwar noch vor sich, aber sehr langsam, bei einer Temperatur von 12—17° C. wurde sie rascher und energischer. Keimlinge, welche 20 Stunden in künstlich abgekühlter Atmosphäre gewachsen waren, zeigten eine weniger intensive Rothfärbung, als gleich alte Keimlinge, welche bei höherer Sommer-temperatur dieselbe Zeit hindurch dem Lichte ausgesetzt waren.

Aber nicht nur unverletzte Keimlinge weisen den rothen Farbstoff auf, sondern auch solche, bei denen unmittelbar bevor sie der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt wurden, der obere Theil des hypocotylen Gliedes sammt den Cotyledonen entfernt war. Dieser Versuch zeigt, dass das Material zur Pigmentbereitung in den Zellen des Stengels selbst enthalten ist.

Was die Wirkung der verschieden-brechbaren Licht Strahlen auf diese Erscheinung betrifft, so ist sie mir räthselhaft. Meine Versuche mit den verschiedenen Theilen des Spectrums habe ich derart angestellt, dass ich Töpfe mit Samen oder mit etiolirten Keimlingen unter sogenannte Prillieux'sche Glocken stellte. Diese Glocken sind mit doppelten Glas-

wänden versehen; in den Zwischenraum giesst man die entsprechende farbige Flüssigkeit. Für die minder brechbaren Strahlen benutzte ich eine Lösung von saurem chromsaurem Kali, für die stärker brechbaren in Aetzammoniak gelöstes Kupfervitriol. Um das Eindringen fremder Strahlen zu vermeiden, senkt man die Glocken tief in Sand. Selbstverständlich muss man beide farbigen Lösungen von solcher Concentration benutzen, dass man sicher ist, dass sie nicht etwa fremde Strahlen durchlassen, was mittelst des Spectroscops leicht zu prüfen ist.

Unter solchen Glocken nun habe ich mit meinen Versuchsobjecten diametral entgegengesetzte Resultate erzielt, je nachdem ich etiolirte Keimlinge oder noch nicht gekeimte Samen unter der Glocke sich fortentwickeln liess, so dass in diesem letzteren Falle sich die Pflänzchen vom ersten Momente ihres Erscheinens an, unter der Einwirkung des betreffenden Lichtes befanden.

Die Glocken wurden auf das Fenster gestellt, wo sie den ganzen Tag mit ziemlich starkem zerstreuten Lichte beleuchtet wurden. Das durchgehende Licht wurde spectroscopisch untersucht.

Brachte ich etiolirte Keimlinge unter diese Glocken, so zeigten die Stengel gewöhnlich schon an dem folgenden Tage sich intensiv roth gefärbt und die Cotyledonen durch Chlorophyllbildung grün. Das Resultat war unter beiden Glocken das nämliche, d. h. die minder wie die stärker brechbaren Strahlen zeigten untereinander keinerlei Verschiedenheit der Einwirkung auf die Färbung der Keimlinge.

Anders verhielt es sich mit den Samen. Stellte ich Töpfe mit soeben ausgesäeten Samen unter dieselben Glocken, so trat die Röthung an den sich entwickelnden Keimpflänzchen weder unter dem Einfluss der stark, — noch unter dem der schwach brechbaren Strahlen auf, obwohl sie während der Zeit des Versuches beträchtliche Dimensionen annahmen und reichlich Chlorophyll bildeten. Stellte ich nun die unter den Glocken gekeimten Pflänzchen so, dass diejenigen, welche früher unter der Einwirkung der blauen Strahlen sich befanden, nun unter die Glocke mit der Lösung von saurem chromsaurem Kali kamen und umgekehrt, so blieb auch da die Bildung des rothen Farbstoffes aus — sobald ich sie aber der Einwirkung des vollen (weissen) Lichtes aussetzte, trat die Bildung des rothen Pigments

in normaler Weise wieder auf. Ich war zuerst geneigt, dieses sonderbare Verhalten einem möglichen Versuchsfehler zuzuschreiben, aber die beständige Wiederholung des Resultats, bei mehrmals wiederholten Versuchen, zwingt mich zur Feststellung dieser sonderbaren Erscheinung, welche zur Zeit noch keine Erklärung gestattet.

Eine ähnliche Erscheinung beobachtete auch S c h e l l, aber er legte auf sie kein besonderes Gewicht. In seiner oben citirten Abhandlung theilt er mit, dass die in Wasser cultivirten Zweige verschiedener Weidenarten nur dann in ihren Adventivwurzeln das rothe Pigment (Kyanin) bildeten, wenn sie der Einwirkung des weissen Lichtes ausgesetzt waren; die Wurzeln, welche sich hinter der blauen oder gelben Flüssigkeit entwickelten, bildeten nie das Pigment. Es ist dies die nämliche Erscheinung, aber an anderen Organen dargethan, welche die Richtigkeit meiner Beobachtung bestätigt; — wir haben somit eine eigenthümliche, bis jetzt in der Pflanzenphysiologie unbekanntes Thatsache zu verzeichnen, nämlich: die Nothwendigkeit des vollen (weissen) Lichtes zur Bildung des rothen Pigmentes, während das zerlegte Licht als hierzu unzureichend sich erwiesen.

Die beschriebenen Erscheinungen bemerkt man in allen Versuchen an fast allen Keimlingen; doch giebt es immer eine ganz kleinere Anzahl von Individuen, welche in ihrem Verhalten zu der Beleuchtung nicht vollständig mit den übrigen weitaus zahlreicheren übereinstimmen. So zeigten sich z. B. unter den etiolirten Keimlingen, welche am Lichte geröthet erscheinen, einzelne, welche unter allen Bedingungen vollkommen farblos blieben und umgekehrt fand ich bisweilen röthlich gefärbte unter Bedingungen, wo alle andere farblos blieben, wie z. B. bei der Keimung von Samen unter Prillieux'schen Glocken bei farbigem Licht.

Um die Keimlinge zu zwingen das rothe Pigment zu bilden, ist es nicht nöthig sie besonders lange Zeit der Einwirkung des Lichtes zu überlassen. An den etiolirten Pflänzchen bemerkt man die Rothfärbung gewöhnlich nach Verlauf von nicht weniger als 10 Stunden der Beleuchtung. Aber in der That genügt schon eine 4-stündige Beleuchtungsdauer, denn wenn zwar etiolirte Keimlinge während dieser Frist noch keine Andeutung von Pigmentbildung zeigten, so färbten sie sich während der Nacht bis zum folgenden Morgen intensiv roth, selbst wenn ihnen nun

(also nach vierstündiger Beleuchtung) das Licht entzogen wurde, d. h. die etiolirten farblosen Keimlinge wieder in's Dunkel gestellt wurden.

Die Thatsache, dass die Rothfärbung sich nach verhältnissmässig kurzer Beeinflussung vom Lichte ohne dessen Einwirkung weiter vollzieht, lässt sich durch die Annahme der Bildung eines farblosen Chromogens, welches sich nachher in Pigment umwandelt, erklären. Das Licht ist mithin nur zur Bildung des Chromogens absolut nothwendig, für die Umbildung des Chromogens in Pigment aber entbehrlich. Das Ergebniss dieses Versuches giebt uns auch einen Fingerzeig zur Erklärung des Widerspruchs, welcher zwischen den Angaben über den Einfluss des Lichts auf die Pigmentbildung in den vegetativen Organen und in den Blüthen andererseits sich findet. Die scheinbare Einflusslosigkeit des Lichtes auf die Blüthenfärbung ist nun dahin zu erklären, dass in den ruhenden Zwiebeln, Rhizomen etc. das farblose Chromogen abgelagert ist, dessen Umwandlung in Pigment ohne Mitwirkung des Lichtes vor sich gehen kann; ferner erhalten die im dunklen Recipienten abgesperrten fortwachsenden Zweige das Chromogen durch Leitung aus den am Lichte befindlichen Blättern; auch sie entwickeln darum trotz der Ermangelung des Lichts normal gefärbte Blüthen. In wie weit diese Vermuthung richtig ist, das müssen weitere Beobachtungen, mit welchen ich mich jetzt beschäftige, lehren.

Das Licht bildet nicht nur das Chromogen (das Pigment), sondern scheint es auch zerstören zu können. Für diese Annahme spricht folgende Beobachtung. Wenn man ziemlich alte etiolirte Keimlinge starken directen Sonnenstrahlen aussetzt, so färben sie sich, wie oben gesagt, in der Art, dass die unteren älteren Theile des hypocotylen Internodiums nur wenig geröthet erscheinen, das obere Viertel aber intensiv pigmentirt ist. Umwickelt man mit einem dünnen Staniolplättchen eine Strecke von 1 Cm. des hypocotylen Gliedes in der Mitte desselben und setzt es nun starker Lichteinwirkung aus, so röthet sich die umwickelte Stelle unzweifelhaft stärker, als die unmittelbar angrenzende sowohl untere als obere freigebliebene Partie des Internodiums. Der Versuch gelingt am deutlichsten an ziemlich alten Keimlingen, bei welchen die ausserhalb der umwickelten Stelle befindlichen Partien fast farblos erscheinen.

Diesen Versuch modificirte ich auf folgende Weise: Ich säete die Samen in eine dichte gerade Linie und liess sie im Dunkeln keimen. Den Topf mit den etiolirten Keimpflänzchen stellte ich in einen von einer Seite offenen Kasten, dessen innere Wände mit Russ geschwärzt waren. Der Kasten wurde mit der offenen Seite dem directen Sonnenlichte zugekehrt, welches so ungehindert nur die vordere Seite der Keimlingsreihe treffen konnte. Es war somit jedes Keimpflänzchen einseitig intensiver beleuchtet, während ihre andere Seite beschattet war. An den auf diese Weise behandelten Keimlingen konnte nun auf der beleuchteten Seite eine weit geringere Intensivität der Röthung constatirt werden, als sie die beschattete Seite aufzuweisen hatte.

Zwar lässt sich aus diesen Versuchen die zerstörende Wirkung des Lichts auf das Pigment nicht mit voller Entschiedenheit beweisen, da sie ausser der gegebenen Erklärung noch eine andere zulassen. Es ist denkbar, dass das Pigment, oder dessen Chromogen, sich von der beleuchteten Seite nach der beschatteten hinzieht und sich hier aufspeichert.

---