

bei Sauerstoffabschluß. Durch Abtöten der genannten Objekte mittels niedrigerer Temperatur wird aber ein noch nicht näher zu präzisierender Zusammenhang zwischen den aeroben und den anaeroben Prozessen gestört; infolgedessen findet Alkoholbildung bei vollem Luftzutritt statt, obschon in den genannten Objekten eine große Menge der Peroxydase enthalten ist.

St. Petersburg, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

---

#### 44. W. Palladin: Über die Bildung der Atmungschromogene in den Pflanzen.

(Eingegangen am 5. Juni 1908.)

---

Nachdem ich in der vorstehenden Arbeit<sup>1)</sup> die große Verbreitung der Atmungschromogene im Pflanzenreiche dargetan habe, ist es notwendig geworden, die Bedingungen der Bildung und die chemische Struktur der Chromogene näher zu untersuchen. BORODIN<sup>2)</sup> hat nachgewiesen, daß Kohlenhydrate für die Atmung der Pflanzen unentbehrlich sind. Die Auseinandersetzungen KOSTYTSCHEWS<sup>3)</sup> zeigen ebenfalls, daß man gegenwärtig die Anschauung nicht mehr aufrecht halten kann, daß nur Eiweißstoffe als Atmungsmaterial dienen und daß Kohlenhydrate nur für die Regeneration der Eiweißstoffe aus deren Spaltungsprodukten verwendet werden. So habe ich<sup>4)</sup> z. B. bereits vor einigen Jahren nachgewiesen, daß die Eiweißstoffe für die Atmung unzureichend sind, wie groß auch deren Menge sein mag. Etiolierte Blätter von *Vicia Faba* enthalten große Mengen der Eiweißstoffe, aber keine Kohlenhydrate und atmen schwach. Nach der Ernährung mit Saccharose vergrößert sich aber die Atmungsenergie der Bohnenblätter in ganz auffallender Weise. Da nun der Atmungsprozeß

---

1) PALLADIN, Diese Berichte, 1908, S. 378.

2) BORODIN, Physiologische Untersuchungen über die Atmung beblätterter Sprosse, St. Petersburg 1876 (russisch).

3) KOSTYTSCHEW, Untersuchungen über die anaerobe Atmung der Pflanzen, St. Petersburg 1907 (russisch).

4) PALLADIN, Revue générale de botanique t. 5, p. 448, 1893.

auf Grund der neuerdings bekannt gewordenen Tatsachen<sup>1)</sup> als ein höchst komplizierter Vorgang und zwar als eine Summe enzymatischer Prozesse anzusehen ist<sup>2)</sup>, so ist eine ausführliche Erforschung des Einflusses der Kohlenhydrate auf einzelne den Atmungsprozeß bildende Faktoren geboten. Zweck der vorliegenden Abhandlung ist die Untersuchung der Frage, ob und in welcher Weise die Bildung der Atmungschromogene durch künstliche Kohlenhydratzufuhr beeinflußt wird. Behufs Lösung dieser Aufgabe wurden folgende Versuche ausgeführt.

### Versuch I.

Am 19. Mai d. J. wurden junge Blätter von *Rumex Patientia* in drei gleiche Portionen zu je 5,5 g geteilt (die Blattstiele und Mittelrippen wurden entfernt und die Blattspreiten in mehrere kleine Stücke zerschnitten). Eine Portion wurde in einer flachen Schale auf Wasser, eine andere auf 20proz. Saccharoselösung gelegt und beide Portionen wurden im Verlaufe von 4 Tagen in Dunkelheit belassen. Die dritte Portion wurde mit 100 ccm destilliertem Wasser versetzt, gekocht und filtriert. Ein bestimmtes Volumen des Filtrates wurde mit Meerrettichperoxydase und Wasserstoffsperoxyd behandelt. Es bildete sich ein Pigment, dessen Farbe notiert wurde. Die beiden Versuchsportionen wurden nach Ablauf von 4 Tagen ebenfalls mit je 100 ccm Wasser gekocht. Die Blattstücke der Wasserportion waren grün, diejenigen der Saccharoseportion waren aber meistens rot gefärbt. Gleiche Mengen der Filtrate der beiden Versuchsportionen wurden mit gleichen Mengen der Peroxydase und des Wasserstoffsperoxyds versetzt. Andere Portionen der Filtrate wurden außerdem mit Essigsäure bzw. mit Soda behandelt. Es ergab sich, daß die Zuckerportion bedeutend mehr Chromogen enthielt als die Wasserportion. Nach den Tabellen von SACCARDO<sup>3)</sup> berechnet, entsprach die Färbung des Pigmentes der Zuckerportion — 19 Latericius, während die Färbung des Pigmentes der Wasserportion ungefähr — 21 Aurantiacus entsprach. Erst nachdem die Pigmentlösung der Zuckerportion mit zwei Volumina Wasser versetzt worden war, nahm sie dieselbe Färbung an wie die Wasserportion. Die

1) PALLADIN, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 47, S. 407, 1906. Diese Berichte 1905, S. 240, 1906, S. 97; STOKLASA, ERNST und CHOCENSKY, Zeitschrift f. physiol. Chemie L. S. 303, 1907.

2) PALLADIN, Atmung der Pflanzen als Summe enzymatischer Prozesse. Siebenter internationaler Physiologenkongreß, Heidelberg, 13.—16. August 1907.

3) SACCARDO, Chromotaxia seu nomenclator colorum. 2. editio. 1894.

Menge des Pigmentes war in der Wasserportion etwas geringer als in der Kontrollportion. Durch Zuckerzugabe wird also die Menge des Atmungschromogens bedeutend vergrößert. Auch habe ich folgendes beobachtet: die Blätter der Wasser- und der Kontrollportion blieben nach dem Kochen grün, diejenigen der Zuckerportion wurden aber gelb. Die Ernährung mit Zucker vergrößert also die Azidität der Blätter.

### Versuch 2.

Am 17. Mai wurden junge Blätter von *Rumex Patientia* in zwei gleiche Portionen geteilt, in kleine Stücke zerschnitten und in zwei flachen Schalen auf 20proz. Saccharoselösungen gelegt. Die eine Portion wurde in Dunkelheit, die andere im Lichte aufbewahrt. Nach 7 Tagen waren die Blätter der Lichtportion bedeutend roter als die in Dunkelheit aufbewahrten; die Menge des Chromogens war auch tatsächlich größer in den Blättern der Lichtportion, doch war der Unterschied nicht sehr beträchtlich.

### Versuch 3.

Am 14. Mai wurden junge Blätter von *Rumex Patientia* in kleine Stücke zerschnitten und auf 20proz. Saccharoselösung im Lichte gelegt. Nach 7 Tagen wurde die Saccharoselösung durch eine 25proz. frische Lösung ersetzt. Nach 10 Tagen färbten sich die meisten Blattstücke hochrot. Infolge der großen Azidität hat sich das nach dem Kochen erhaltene und mit Peroxydase und Wasserstoffsperoxyd behandelte Filtrat nur schwach gefärbt (25 Luteus); doch färbten sich andere mit Natriumkarbonat neutralisierte Portionen dunkelbraun (20 Badius). Es wurde auch in all den oben beschriebenen Versuchen die Beobachtung gemacht, daß die Ernährung der Blätter mit Saccharose nicht nur Vergrößerung der Chromogenmenge, sondern auch das Erscheinen eines roten Pigmentes in den Zellen der Oberfläche hervorruft. Diese Tatsache kann in der Weise gedeutet werden, daß durch Zuckerzugabe die Atmungsenergie so gesteigert wird, daß ein Teil des oxydierten Chromogens nicht momentan wieder reduziert werden kann.

Im Anfang des Frühlings fällt es gleich auf, daß junge Sprosse mancher Pflanzen rot oder violett gefärbt sind. Diese Sprosse atmen sehr energisch und enthalten große Mengen der Kohlenhydrate, deshalb können die Pigmente der genannten Objekte nicht momentan wieder zu farblosen Chromogenen reduziert werden. Wie in meinen unter Zuckerzugabe ausgeführten Versuchen, so auch im

Frühling wird die Produktion der Pigmente durch Licht befördert. Rote und violette Frühlingsfärbung junger Sprosse ist also eine Atmungsfärbung.

Die Bildung roter Pigmente in Blättern bei Zuckerernährung ist bereits früher Gegenstand der eingehenden und interessanten Untersuchungen OVERTONs<sup>1)</sup> gewesen, der die Pigmentbildung bei vielen Pflanzen beobachtete. Der genannte Forscher hat festgestellt, daß für Pigmentbildung nicht nur Anwesenheit des Zuckers, sondern auch niedere Temperatur von Bedeutung ist. Während bei den Talpflanzen nur im Frühling Rotfärbung auftritt, ist in den Alpen, wie OVERTON hervorhebt, auch im Hochsommer Rotfärbung verbreitet. Der Einfluß der niederen Temperatur ist nach OVERTON dadurch erklärlich, daß die Produkte der CO<sub>2</sub>-Assimilation bei niederer Temperatur langsamer auswandern, wodurch der Zuckergehalt der Blätter gesteigert wird. Außerdem muß auf Grund meiner Theorie vorausgesetzt werden, daß bei niederer Temperatur Oxydationsprozesse wohl möglich sind, Reduktionsprozesse aber gehemmt werden, was eine Anhäufung des Pigmentes zur Folge hat.

Im Herbst bildet sich wieder rotes Pigment, wodurch die Vegetation bunt gefärbt wird. OVERTON schreibt: „Gerade im Ober-Engadin, wo ich mich während einiger Wochen aufhielt, erreicht die herbstliche Färbung eine Pracht, welche weder Worte zu schildern noch Pinsel zu malen vermögen“<sup>2)</sup>. Die Ursache davon liegt sowohl in der niederen Temperatur, als in den eintretenden Prozessen des Absterbens, die von einem Überwiegen der Oxydationsvorgänge begleitet sind; infolgedessen wird eine Oxydation der Atmungschromogene zu den Pigmenten eingeleitet<sup>3)</sup>. MARCEL MIRANDE<sup>4)</sup> hat in den durch verschiedene Insekten im Parenchym erzeugten Gängen eine Bildung des roten Pigmentes beobachtet, die von der verstärkten Tätigkeit der Oxydasen in beschädigten Geweben herrührte. OVERTON setzt voraus, daß rote Pigmente als Produkte einer Oxydation anzusehen sind. Die Bildung des Anthocyans ist nach der Meinung von BUSCALIONI und POLLACCI<sup>5)</sup> ein Resultat der Oxydasenwirkung.

1) E. OVERTON, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen: PRINGSHEIMS Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. 23, 1898, S. 171.

2) OVERTON l. c. S. 172.

3) TSWETT hat Chromogene in herbstlichen Blättern aufgefunden. (Berichte d. deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 26a, 1908, S. 94.)

4) MARCEL MIRANDE, Comptes rendus, t. 145, 1907, S. 1300.

5) L. BUSCALIONI e G. POLLACCI, Atti dell' Istituto botanico di Pavia, B. 8, 1904, S. 135.

Die Atmungspigmente können freilich verschiedenartig zusammengesetzt sein, auch wenn sie gleichartig gefärbt sind. So faßt man z. B. im Begriff Anthocyan eine Gruppe verschiedenartiger Pigmente zusammen. Gegen diese Verallgemeinerung hat sich bereits OVERTON ausgesprochen: „Ich glaube, daß, wenn man die Zahl der verschiedenen Farbstoffe, welche bei der Rot- und Blaufärbung des Zellsaftes, der verschiedenen Blüten, Blätter und Früchte beteiligt sind, auf zirka ein Dutzend schätzt, man diese Zahl eher zu niedrig als zu hoch taxiert<sup>1)</sup>.“ Auch sind keine Gründe vorhanden zu der Annahme, daß die genannten Pigmente Abbauprodukte des Chlorophylls sind. „Durch den Nachweis, daß in sehr vielen Fällen der rote Farbstoff in den Epidermiszellen lokalisiert ist, und daß gerade diese Zellen bei den meisten Pflanzen kein Chlorophyll enthalten, und durch den weiteren Nachweis, daß in vielen Pflanzenzellen neben rotem Zellsaft völlig unveränderte Chlorophyllkörner bestehen, hat MOHL der Hypothese, daß das rote Pigment des Zellsaftes durch eine chemische Umwandlung des Chlorophylls entsteht, jede tatsächliche Basis benommen, was freilich nicht verhinderte, daß diese Hypothese noch lange Anhänger zählte<sup>2)</sup>.“

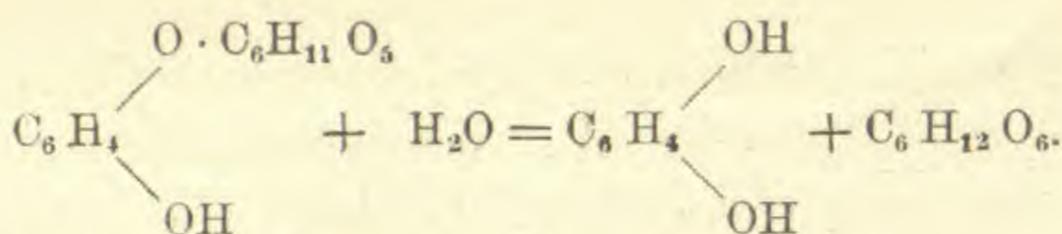
Die vorstehend beschriebenen Versuche und ebenfalls diejenigen OVERTONS ergaben, daß verschiedene Zuckerarten ein Material darstellen, aus welchem verschiedenartige Atmungschromogene gebildet werden. Auch Glukoside können wahrscheinlich als Material für die Bildung der Chromogene dienen, wie es auch OVERTON<sup>3)</sup> vermutete. Zugunsten dieser Voraussetzung spricht der Umstand, daß die meisten pflanzlichen Glukoside<sup>4)</sup> Verbindungen verschiedener Zuckerarten mit aromatischen Stoffen sind; nach den gegenwärtig bekannten Tatsachen sind auch Atmungschromogene nichts anderes als aromatische Verbindungen. Die aromatischen Spaltungsprodukte der Glukoside liefern bei der Oxydation verschiedene Pigmente. Es ist wohl möglich, daß die bei der enzymatischen Spaltung der Glukoside in den Pflanzen entstehenden einfacheren aromatischen Verbindungen direkt als Atmungschromogene fungieren. Als Beispiel kann das in vielen Pflanzen enthaltene Arbutin dienen. Sowohl Emulsin als auch verdünnte Säuren spalten das Arbutin zu Glukose und Hydrochinon.

1) OVERTON, l. c. S. 223.

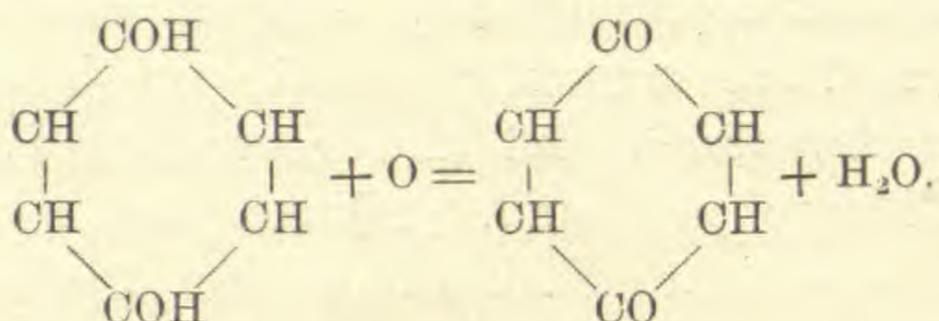
2) OVERTON, l. c. S. 227.

3) OVERTON, l. c. S. 220, 222.

4) VAN RIJN, Die Glukoside, 1900.



Hydrochinon, das aromatische Spaltungsprodukt des Arbutins, wird schon längst als Reagens auf Oxydasen angewendet, indem es leicht zu Chinon oxydiert wird, wodurch sich die Lösung rot färbt.



Andere komplizierter gebaute Glukoside werden wahrscheinlich auch komplizierter gespalten, bis schließlich ein Atmungschromogen entsteht. So ist z. B. Indigotin  $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$  ein aromatisches Abbauprodukt des Indikans in abgetöteten Pflanzen.

Es ist wohl möglich, daß in lebenden Pflanzen keine Bildung des weißen Indigos stattfindet, indem nur einfachere aromatische Produkte als Atmungschromogene dienen; danach ist die Voraussetzung nicht unwahrscheinlich, daß sich zwischen den verschiedenen Atmungschromogenen derselbe genetische Zusammenhang geltend macht, wie zwischen Stärke und Glukose.

St. Petersburg, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

## 45. J. M. Schneider: Der Öffnungsmechanismus der Tulipa-Anthere.

(Vorläufige Mitteilung)

(Eingegangen am 5. Juni 1908.)

Die letzten größeren Arbeiten über die Ursachen der Antherenöffnung wurden von COLLING<sup>1)</sup> und von STEINBRINCK<sup>2)</sup> geliefert.

1) COLLING, Das Bewegungsgewebe der Angiospermen-Staubbeutel Berlin 1905.

2) STEINBRINCK, Über Schrumpfungs- und Kohäsionsmechanismen von Pflanzen. Biologisches Zentralblatt, 1906.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26a](#)

Autor(en)/Author(s): Palladin Wladimir Iwanowitsch

Artikel/Article: [Über die Bildung der Atmungschromogene in den Pflanzen  
389-394](#)