

2. J. Reinke und E. Braunmüller: Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf den Gehalt grüner Blätter an Aldehyd.

(Aus dem Botanischen Institute in Kiel).

Eingegangen am 10. Januar 1899.

Nachdem TH. CURTIUS gezeigt hatte, dass es möglich ist, die im Destillate grüner Pflanzentheile enthaltenen Aldehyde durch Metanitrobenzhydrazid vollständig aus ihrer Lösung abzuscheiden, da jenes Hydrazid mit den Aldehyden ein unlösliches, krystallinisches, sich verhältnissmässig leicht absetzendes Condensationsproduct liefert, war hierin eine Methode zur quantitativen Bestimmung der in den Blättern verschiedener Pflanzen vorhandenen Aldehyde gegeben. Handelt es sich um Pflanzen, deren Aldehydgehalt ein verhältnissmässig beträchtlicher ist, so muss die Methode bei Anwendung einer hinreichenden Menge von Blättern mit einem genügenden Grade von Genauigkeit Aufschluss darüber geben, ob bei Ausschaltung der Belichtung die Aldehyde aus den Blättern verschwinden oder sich wenigstens vermindern. Mit dieser Frage beschäftigen sich die Untersuchungen, über welche nachstehend berichtet werden soll.

Der eine von uns (R.) hat schon früher in Gemeinschaft mit KRÄTZSCHMAR¹⁾ diese Frage studirt. Damals konnte das Vorhandensein oder die Abwesenheit von Aldehyd aber nur qualitativ durch Prüfung mit FEHLING'scher Lösung oder Silbernitrat festgestellt werden. Es wurden bei jenen Versuchen kleine Sträucher von *Symphoricarpus*, *Cornus*, *Ligustrum*, *Lonicera* und *Ribes* sechs Tage lang in's Dunkle gestellt und ihre Blätter dann auf Aldehyd geprüft. Hierbei zeigte sich, dass das Destillat aus den Blättern von *Ribes* dann noch schwach reducirte, das Destillat aus den Blättern der übrigen Arten indessen seinen Gehalt an reducirender Substanz verloren hatte; nach weiterer viertägiger Verdunkelung des *Ribes* hatte das Destillat auch dieser Pflanze seine reducirenden Eigenschaften eingebüsst. Danach war zu erwarten, dass bei Prüfung mit Metanitrobenzhydrazid sich der Aldehydgehalt der Blätter geeigneter Versuchspflanzen durch Verdunkelung in deutlich erkennbarer Weise vermindern werde.

Zunächst wurden einige Vorversuche angestellt, einmal, um eine

1) Studien über das Protoplasma, zweite Folge. Berlin 1883. S. 59ff.

geeignete Anpassung der Methode an das in's Auge gefasste Ziel zu gewinnen, dann aber auch, um neben den bereits bekannten neue Versuchspflanzen zu finden, die durch ihren reichlicheren Gehalt an Aldehyd als besonders verwendbar erscheinen mussten.

Die frisch abgepflückten Blätter wurden mit einer Maschine fein zerkleinert, mit etwas Wasser versetzt und der Destillation unterworfen; diese wurde durch Einleiten von heissem Wasserdampf in den Blätterbrei bewerkstelligt.

Der Dampf ward in einem Blechkessel entwickelt, dessen Hals mit einem doppelt durchbohrten Korke verschlossen war. Durch die eine Bohrung reichte ein Sicherheitssteigrohr bis auf den Boden, während in die zweite Bohrung ein dicht unter dem Korke endigendes Knierohr eingefügt war, um den Dampfstrom abzuleiten. Der längere Schenkel dieses Knierohrs führte bis nahezu auf den Boden eines ziemlich grossen Glaskolbens, der mit dem Blätterbrei beschickt war, und dessen Hals gleichfalls einen doppelt durchbohrten Kork trug. Aus dem zweiten Glasrohr des Kolbens entwich das Destillat in Dampfform, um sich nach dem Passiren eines LIEBIG'schen Kühlers vor letzterem in einem geeigneten Gefässe als Flüssigkeit zu sammeln.

Da in Uebereinstimmung mit den von REINKE und KRÄTZSCHMAR erhaltenen Resultaten die zunächst übergehenden Wasserdämpfe sich am reichsten an der gesuchten Substanz erwiesen, so wurde die überwiegende Menge des Aldehyds bereits in den ersten 500 *ccm* des Destillats aufgefangen; eine zweite Fraction von 200 *ccm* enthielt in der Regel nur noch Spuren davon, während eine dritte Fraction meistens gar keine Reaction mehr mit ammoniakalischer Silberlösung gab. Zur Bestimmung der Ausbeute an Aldehyd wurde dann das erhaltene Destillat mit dem Metanitrobenzhydrazid versetzt.

Da ein Liter reines Wasser ein Gramm dieses Hydrazids zu lösen vermag, ohne dasselbe wieder abzuscheiden, so kam für ein Liter Destillat ein Gramm Reagens in Anwendung. Die erforderliche Menge des letzteren wurde abgewogen, in heissem Alkohol gelöst, die Lösung dem Destillate unter Umschütteln zugesetzt, nachdem das Destillat vorher filtrirt worden war; durch das Umschütteln wird der Ausscheidung von einem Theil des Hydrazids vorgebeugt.

Es tritt dann ein Molecül Hydrazid mit einem Molecül Aldehyd unter Abspaltung von einem Molecül Wasser in Reaction, wobei das Condensationsproduct ausfällt. Dasselbe bildet einen flockigen, krystallinischen, fast farblosen Niederschlag, der nach 24 Stunden filtrirt und mit Wasser ausgewaschen wurde. Die verwendeten Filter waren vorher im Exsiccator getrocknet und gewogen; nach dem Filtriren wurden sie wieder im Exsiccator bis zum constanten Gewicht getrocknet. Dann wurde die Menge des auf dem Filter haf-

tenden Condensationsproducts durch Wägung unter Subtraction des Filters bestimmt.

Zunächst wurde eine Reihe vergleichender Versuche über den Gehalt verschiedener Pflanzenblätter an Aldehyd ausgeführt.

1. Von *Acer Pseudoplatanus* wurde 750 g Blätterbrei destillirt; Fraction I (500 ccm) gab bei Zusatz von 0,5 g Hydrazid sofort einen Niederschlag, Fraction II (200 ccm) erst nach 24 Stunden eine Trübung, Fraction III keine Spur mehr von ausgeschiedenem Condensationsproduct. Die von I und II vereinigten Niederschläge ergaben 0,274 g Condensationsproduct, woraus sich für 300 g Blätter 0,109 g Condensationsproduct berechnet.

2. Von *Syringa vulgaris* wurden 825 g Blätterbrei destillirt und ergaben 0,112 g Condensationsproduct, auf 300 g Blätter berechnet 0,040 g Condensationsproduct.

3. Von *Aegopodium Podagraria* ergaben 800 g Blätter nur eine äusserst geringe, kaum wägbare Menge von Condensationsproduct.

4. Von *Polygonum sachalinense* wurden 400 g Blätterbrei destillirt und ergaben 0,071 g Condensationsproduct, auf 300 g Blätter berechnet 0,053 g Condensationsproduct.

5. Von *Ulmus campestris* ergaben 300 g Blätterbrei eine geringe, nicht wägbare Menge Condensationsproduct.

6. Von *Fagus silvatica* wurden aus 300 g Blätterbrei unter Zusatz von 600 ccm Wasser¹⁾ 0,069 g Condensationsproduct gewonnen.

7. *Salix alba* ergab in Uebereinstimmung mit früheren Untersuchungen auch in Fraction III des Destillats noch eine Trübung durch ausgeschiedene Condensation. Aus 300 g Blättern wurden, unter Benutzung von drei Fractionen des Destillats, im Ganzen 900 ccm Destillat, 0,097 g Condensationsproduct erhalten.

8. Von *Sambucus nigra* ergaben 300 g Blätter 0,020 g Condensationsproduct.

9. Von den Blättern der Blutbuche ergaben 300 g 0,153 g Condensationsproduct.

10. *Carpinus Betulus*. 300 g Blätter lieferten 0,216 g Condensationsproduct.

11. *Alnus incana*. 300 g Blätter ergaben 0,026 g Condensationsproduct.

Diese Versuche zeigen erneut, dass der Aldehydgehalt der Laubblätter verschiedener Pflanzenarten ein höchst verschiedener ist.

In den nachstehenden Versuchen wurde der Aldehydgehalt der unter normalen Bedingungen, d. h. dem Wechsel von Tag und Nacht,

1) Aeltere Buchenblätter sind sehr saftarm.

stehenden Blätter verglichen mit Blättern der gleichen Pflanze, die während der gleichen Zeit einige Tage hindurch dem Einflusse des Tageslichtes entzogen gewesen waren. Die Verdunkelung wurde dadurch bewirkt, dass wir im Botanischen Garten den beblätterten Zweig eines Baumes mit einem dicht gewebten, schwarzen Leinestoffe mehrfach lose umwickelten, so dass zu den Blättern jenes Zweiges höchstens ganz geringfügige Spuren von Licht gelangen konnten. Dann wurden je 400 g dieser verdunkelten und 400 g belichteter Blätter des gleichen Baumes verarbeitet, und der Aldehyd-gehalt beider bestimmt. Bei der niedrigen *Vinca minor* wurde ein Theil eines Rasens in ähnlicher Weise verdunkelt und mit daneben wachsenden, belichteten Blättern verglichen. Die Versuche gelangten im Juli 1898 zur Ausführung; leider herrschte zu jener Zeit gewöhnlich trübes, regnerisches Wetter.

12. *Robinia Pseudacacia*. Bei bedecktem Himmel zwei Tage lang verdunkelt. Die Lichtblätter ergaben 0,070 g Condensationsproduct, die Dunkelblätter 0,034 g.

13. *Robinia Pseudacacia*, der gleiche Baum wie 12. Dauer der Verdunkelung vier Tage, Regenwetter. Die Lichtblätter enthielten 0,044, die Dunkelblätter 0,034 g Condensationsproduct.

14. *Robinia Pseudacacia*, ein anderer Baum. Dauer der Verdunkelung vier Tage, davon drei Tage Regenwetter und ein Tag Sonnenschein. Die Lichtblätter ergaben 0,134 g Condensationsproduct, die Dunkelblätter 0,111 g.

15. *Fraxinus excelsior*. Drei Tage verdunkelt, trübes Wetter. Die Lichtblätter ergaben 0,134, die Dunkelblätter 0,136 g Condensationsproduct.

16. *Fagus silvatica*. Vier Tage verdunkelt, Wetter theils regnerisch, theils aufklärend. Die Lichtblätter ergaben 0,066 g, die Dunkelblätter 0,057 g Condensationsproduct.

17. *Carpinus Betulus*. Vier Tage verdunkelt. Wetter kalt, regnerisch. Die Lichtblätter ergaben 0,345 g, die Dunkelblätter 0,341 g Condensationsproduct.

18. *Alnus incana*. Zwei Tage bei bedecktem Himmel verdunkelt. Die Lichtblätter ergaben 0,069 g, die Dunkelblätter 0,047 g Condensationsproduct.

19. *Castanea vesca*. Drei Tage verdunkelt, zwei Tage regnerisch, ein Tag klar. Die Lichtblätter ergaben 0,248 g, die Dunkelblätter 0,171 g Condensationsproduct.

20. *Castanea vesca*. Drei Tage verdunkelt, zwei Tage regnerisch, ein Tag klar. Die Lichtblätter ergaben 0,190 g, die Dunkelblätter 0,161 g Condensationsproduct.

21. *Castanea vesca*. Drei Tage verdunkelt. Ein Tag Regen, zwei Tage wechselnd Bewölkung und Sonnenschein. Die Lichtblätter ergaben 0,201 g, die Dunkelblätter 0,168 g Condensationsproduct.

22. *Vinca minor*. Fünf Tage verdunkelt, ziemlich klares Wetter. Die Lichtblätter ergaben 0,042 g, die Dunkelblätter 0,038 g Condensationsproduct.

23. *Vinca minor*. Fünf Tage verdunkelt. Klares Wetter. Die Lichtblätter ergaben 0,041 g, die Dunkelblätter 0,015 g Condensationsproduct.

24. *Polygonum sachalinense*. Vier Tage verdunkelt, klares Wetter. Die Lichtblätter ergaben 0,103 g, die Dunkelblätter 0,032 g Condensationsproduct.

Ueberblickt man die vorstehend aufgeführten Ergebnisse der Untersuchung, so ist der Eindruck insofern ein wenig befriedigender, als sich kein einheitliches Verhalten der den Versuchen unterworfenen Pflanzen zu erkennen giebt. Denn wenn auch in der überwiegenden Mehrzahl der Versuche, nämlich in elfen, die verdunkelten Blätter einen mehr oder weniger erheblichen Verlust an Aldehyd zu erkennen geben, so stehen denselben die beiden Versuche 15 (*Fraxinus*) und 17 (*Carpinus*) gegenüber, in denen der Aldehydgehalt der verdunkelten Blätter der gleiche geblieben war, wie bei den belichteten.

Zur Feststellung der physiologischen Rolle des Aldehyds sind also diese Versuche nicht ausreichend. Dass die Wichtigkeit der in Rede stehenden Substanz im Haushalt der Pflanze keine unerhebliche sein kann, wird durch zwei Umstände nahegelegt: einmal dadurch, dass der Aldehyd sich in den Assimilationsorganen des ganzen Pflanzenreiches verbreitet findet; dann aber durch die allgemeinen chemischen Eigenschaften der Aldehyde, da diese zu den reaktionsfähigsten Verbindungen gehören, die man kennt. Wenn wir nun die durch die älteren wie durch die hier mitgetheilten Versuche erhärtete Thatsache berücksichtigen, dass die Blätteraldehyde thatsächlich im Stoffwechsel der Pflanze verbraucht werden können, und dass ein solcher Verbrauch bei Unterdrückung des Assimilationsprocesses eintritt, so kann nicht in Zweifel gezogen werden, dass die Aldehyde in einer wichtigen Beziehung zum Assimilationsprocesse stehen, wenn diese Beziehung im Einzelnen auch noch in Dunkel gehüllt ist.

Dass der „Blätteraldehyd“ nicht das erste Assimilationsproduct, das erste Condensationsproduct der durch das Licht reducirten Kohlensäure sei, wurde von REINKE schon früher als wahrscheinlich hingestellt¹⁾; derselbe äusserte die Hypothese, dass die Bildung dieser

1) Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1882, S. 107 ff.

nachweisbaren Aldehyde vielmehr eine Nebenreihe der von jener primären Assimilation ausgehenden Stoffwechselprocesse darstellen dürfte. Dennoch sind von einer weiteren Verfolgung der Bedingungen der Bildung und Umbildung der Blätteraldehyde möglicherweise werthvolle Aufschlüsse über das noch unerkannte Wesen der bei der Assimilation der Kohlensäure vor sich gehenden Synthesen zu gewinnen.

Dabei sind auch die negativen Ergebnisse von Versuch 15 und 17 keineswegs als entmuthigend anzusehen. Denn wir vermögen zur Zeit in keiner Weise zu überblicken, bis zu welchem Grade an den benachbarten Zweigen eines Baumes ein Ausgleich des Stoffgehaltes stattfindet; vielleicht besitzen *Fraxinus* und *Carpinus* in ihrer Organisation die Einrichtung, durch Leitung von einer Stelle zur anderen ihren Aldehydgehalt möglichst gleichmässig zu erhalten.

Hätten die mitgetheilten Versuche ergeben, dass ganz allgemein in verdunkelten Pflanzentheilen der Aldehyd in ähnlicher Weise verschwindet, wie dies bei vielen Pflanzen mit der Stärke geschieht, so würde man auch daraus nicht ohne Weiteres den Schluss haben ziehen dürfen, dass der Aldehyd das erste Assimilationsproduct sei. Wenn man dies in Bezug auf die Stärke gethan hat, so war das ohne Zweifel ein Trugschluss, den Niemand theilen konnte, der den chemischen Aufbau des Stärkemoleküls berücksichtigte. Für die Stärke gilt sicher der von REINKE an verschiedenen Stellen ausgesprochene Satz, dass die Stärke überall in der Pflanze, wo sie auch auftreten mag, auch in den Chromatophoren, ihrer physiologischen Bedeutung nach Reservestoff ist, mag die Speicherung auch nur wenige Stunden betragen. Indirect vermag aber das Auftreten der Stärke im Licht und ihr Verschwinden im Finstern gar wohl als ein Maassstab für den Assimilationsprocess zu dienen. Dennoch nimmt man jetzt allgemein an, dass jeder Stärkebildung die Bildung von Zucker vorausgeht. Es scheint, dass das Protoplasma nicht über gewisse Grenzen hinaus mit Traubenzucker beladen werden kann, vielleicht aus Gründen der osmotischen Statik; und es ist eine zweckmässige Anpassung der Zelle, dass sie den unbequem werdenden Ueberfluss an löslichem Zucker sofort als unlösliche Stärke zu solidificiren vermag, um diese Stärke nach Bedarf, nach kürzerer oder längerer Zeit, wieder in Zucker zurückzuverwandeln.

Es ist vielleicht nicht unwahrscheinlich, dass sich das erste Assimilationsproduct grüner Blätter in einer Hauptreihe des Stoffwechsels zu Zucker, in einer Nebenreihe zu „Blätteraldehyd“ condensirt, und dass letzterem wegen seiner schärfer als beim Zucker hervortretenden Aldehydnatur noch besondere Aufgaben im Energiewechsel der Pflanze zugewiesen sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Reinke (Reincke) Johannes, Braunmüller E.

Artikel/Article: [Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf den Gehalt grüner Blätter an Aldehyd. 7-12](#)