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

43. N. Doroféjew: Beitrag zur Kenntniss der Athmung verletzter Blätter.

(Vorläufige Mittheilung).

Eingegangen am 19. Juli 1902.

Die Versuche, über deren Ergebnisse hier in aller Kürze berichtet werden soll, wurden in den Jahren 1895, 1896 und 1897 ausgeführt. Ich habe aber die Veröffentlichung einer ausführlichen Abhandlung mehrmals vertagt, da ich die Hoffnung hegte, einige der gewonnenen Schlüsse durch das Prüfen anderer Objecte verallgemeinern zu können, was leider wegen verschiedener von mir unabhängigen Umstände nicht geschehen konnte. Diese meine Mittheilung beschränke ich auf das Wichtigste, während die an anderer Stelle demnächst erscheinende Abhandlung alle Details bringen wird.

Erste Angaben über die traumatische Athmungssteigerung verdanken wir BOEHM[1]) (Athmungssteigerung verwundeter Kartoffeln, beurtheilt nach dem Sauerstoffverbrauche in durch Quecksilber abgesperrten Glasröhren). Im Jahre 1891 veröffentlichte STICH[2]) eine Abhandlung, in welcher Bestimmungen der traumatischen Athmungssteigerung (Vermehrung der Kohlensäureproduction) vermittelst des PETTENKOFER-PFEFFER'schen Apparates und die Respirationsquotienten vermittelst des BONNIER-MANGIN'schen Apparates bestimmt wurden. Viele Objecte wurden einer Prüfung unterzogen, die Resultate aber wohl etwas summarisch discutirt. Die Abhandlung enthält auch einen Versuch mit Blättern von *Ilex Aquifolium*[3]). Die im Jahre 1892 erschienene kurze Notiz BOEHM's[4]) enthält einige ergänzende Versuche über die Athmung verletzter Kartoffeln und die Angabe über die Athmungssteigerung mit *Phytophthora* inficirter Knollen. Die im Jahre 1896 erschienene Arbeit RICHARDS'[5]) brachte

1) BOEHM, Ueber die Respiration der Kartoffel. Bot. Zeitung 1887, Sp. 671ff.

2) STICH, Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen. Flora, Bd. 59, Heft 1, S. 1.

3) l. c., S. 50.

4) BOEHM, Ueber die Respiration der Kartoffel. Vortrag, gehalten in der Versammlung der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft den 18. März 1892.

5) RICHARDS, The Respiration of wounded plants. Annals of Botany, Vol. X, No. XL, December 1896, S. 531. — Vergl. auch: PFEFFER, Ueber die Steigerung der Athmung etc. nach Verletzung lebenskräftiger Pflanzen. Berichte der mathem.-phys. Klasse der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. 1896, 27. Juli.

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

eine eingehende Behandlung der in STICH's Abhandlung angeregten Fragen unter Anwendung wesentlich derselben Methoden wie die von STICH benutzten. Wir finden darin zwei Versuche (Versuch 27 und 36, S. 573 und 575) mit Blättern (Steigerung der Kohlensäureproduction) und fünf Versuche mit beblätterten Zweigen (Versuch 29, 30, 32, S. 574—575, Steigerung der Kohlensäureproduction, und Versuch 47 und 48, S. 570, Respirationsquotienten). Die Frage aber, zu deren Behandlung ich mich schon nach Abschluss der ersten Versuchsreihen veranlasst sah, fand ich in keiner der oben angeführten Abhandlungen discutirt, geschweige denn experimentell bearbeitet. Ich meine namentlich die Frage nach der Relation zwischen der Grösse der traumatischen Athmungssteigerung der verletzten Blätter einerseits und dem Gehalte derselben an Kohlenhydraten andererseits.

Bei meinen Versuchen bediente ich mich des PETTENKOFER-PFEFFER'schen Apparates[1]) und führte die Bestimmungen nach zwei Methoden aus. Die eine bestand darin, dass zwei einander möglichst gleiche Portionen Blätter gleichzeitig zu zwei Kohlensäurebestimmungen benutzt wurden. Die eine kam unverletzt in den Recipienten des einen Apparates, die andere verletzt (zerschnitten) in den Recipienten eines anderen. Zur Ausführung der Versuche nach dieser Methode wählte ich ausschliesslich Leguminosenblätter aus, namentlich *Gymnocladus canadensis, Phaseolus multiflorus* und *vulgaris, Mimosa pudica.* Zur Zusammenstellung vergleichbarer Portionen wurden immer die paarigen, zum gemeinsamen Stiele erster oder zweiter Ordnung symmetrisch liegenden[2]) Blättchen resp. Blattfiedern (*Mimosa*) genommen. Verfährt man umsichtig bei der Auswahl, so kann man immer solche Paare herausfinden, deren Componenten von einander in allen ihren Merkmalen nicht viel abweichen, das Frischgewicht nicht ausgenommen. Die andere Methode wich von denen STICH's und RICHARDS' in keinem wesentlichen Punkte ab.

Das Material, unabhängig davon nach welcher Methode man arbeiten wollte, wurde immer mit grosser Vorsicht behandelt. Die Blätter wurden von den Pflanzen nicht gepflückt, sondern unter Wasser abgeschnitten und vor dem Versuche durch das Verweilen im (dunkeln) dampfgesättigten Raume (die Stiele im Wasser) immer auf das Maximum des Turgors gebracht. Die etiolirten Blätter wurden auch nicht anders behandelt, natürlich mit den durch die Grösse resp. Form derselben nöthig werdenden Abweichungen. Zum Abwägen kamen die Blätter in gut schliessende Gläser und vor dem Einbringen in den stets verdunkelten Recipienten wurden dieselben

1) Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. Bd. I, S. 637ff.

2) Bei üppig gewachsenen Blättern von *Gymnocladus* ist das bekanntlich nicht mmer der Fall.

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

mit einigen Tropfen Wasser benetzt. Die Verletzungen bestanden immer in einem Zerschneiden der Blätter mit einem scharfen Rasirmesser auf einer weichen Korkplatte in 2,5—3 *mm* breite Streifen resp. Stücke. Dann wurden die zerschnittenen Blätter, mit grossen Mengen sterilisirten Wassers abgespült, in den (stets verdunkelten) Recipienten gebracht und vom anhaftenden Wasser möglichst vollständig befreit. Die Masse der zerschnittenen Blätter ruhte im unteren Theile des Recipienten entweder auf einem Pfropfen aus gut gereinigter sterilisirter Glaswolle, oder auf einem passend ausgeschnittenen und federnd in dem Recipienten sich haltenden Stücke ebenfalls sterilisirten engmaschigen Platindrahtnetzes. Das Messer wurde immer ziemlich scharf genommen, so dass man damit z. B. leicht dünne Schnitte aus dem Gelenkpolster von *Phaseolus multiflorus* verfertigen konnte. Dem Verhalten der verletzten Blätter nach dem Versuche wurde stets eine grosse Aufmerksamkeit gewidmet, und stellte es sich am Ende fast aller Versuche heraus, dass die zerschnittenen Blätter aus dem Recipienten lebendig kamen und bei entsprechender Behandlung tage-, ja wochenlang am Leben erhalten werden konnten.

Nach diesen Auseinandersetzungen führe ich einige Versuche auf, die ich gewissermassen als typisch zu betrachten wage.

Versuch I. 24. (12.) Juli 1896.

Junge Blätter von *Phaseolus multiflorus*, ausgewachsen und ihre definitive Grösse fast erlangt habend, noch nicht aber die satt dunkelgrüne Färbung und derbere Consistenz der alten Blätter. Morgens um 9 Uhr abgeschnitten und, mit den Stielen in kleine mit Wasser gefüllte sterilisirte Kölbchen gesetzt, 75 Stunden in einem dunklen feuchten Raume gehalten. Bei der an einer besonderen Portion Blättchen angestellten SACHS'schen Jodprobe keine Stärke. Mit FEHLING'scher Lösung deutliche orange Färbung längs der grösseren Nerven. Die Seitenblättchen in zwei Portionen getrennt:

Portion A, verletzt.

19,86 *g* Seitenblättchen in 2,5—3 *mm* breite Streifen zerschnitten, entwickelten während der

ersten Stunde	14 *mg* CO_2	13,8 *mg* CO_2 pro Stunde entspr. 69,49 *mg* pro Stunde und 100 *g* Blättchen.
zweiten „	13,6 „ CO_2	

Portion B, unversehrt.

20,08 *g* unversehrte Blättchen entwickelten während der

ersten Stunde	8,85 *mg* CO_2	8,55 *mg* CO_2 pro Stunde entspr. 42,58 *mg* pro Stunde und 100 *g* Blättchen.
zweiten „	8,25 „ CO_2	

Temperatur während des ganzen Versuches 24,5—25,5°

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

Die Steigerung der Kohlensäureproduction durch verletzte Blättchen ist also eine ziemlich ansehnliche, und es beträgt das Verhältniss dieser durch traumatischen Eingriff hervorgerufenen Kohlensäureproduction (Tr) zur Kohlensäureproduction normaler Blättchen, die unversehrt in den Recipienten gekommen sind (N), $\frac{Tr}{N} = 1{,}64$.

Versuch II. 25. (13.) Juli 1896.

Blätter von *Phaseolus multiflorus*. Alter und Behandlung ganz wie im vorhergehenden Versuche.

Ergebnisse der Jodprobe und mit der FEHLING'schen Lösung weichen vom Versuch I nicht ab. Temperatur während des Versuches 25—25,5°.

Portion A.

19,89 *g* Seitenblättchen in 2,5—3 *mm* breite Streifen zerschnitten, entwickelten während der

ersten Stunde	13,2 *mg* CO_2	13,2 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 66,36 *mg* CO_2 pro Stunde und 100 *g* Blättchen.
zweiten „	13,2 „ CO_2	

Portion B.

20,21 *g* Seitenblättchen, unversehrt, entwickelten während der

ersten Stunde	8,7 *mg* CO_2	8,47 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 41,93 *mg* CO_2 pro Stunde und 100 *g* Blättchen.
zweiten „	8,2 „ CO_2	

Verhältniss $\frac{Tr}{N} = 1{,}58$.

Versuch III. 20. (8.) August 1896.

Blätter von *Phaseolus vulgaris* (grosse weisse Feldbohne). Alter und Behandlung wie im Versuch I. 77 Stunden lang im Dunkeln. Jodprobe keine Stärke. Mit FEHLING'scher Lösung intensive orange Färbung längs der Nerven erster und zweiter Ordnung. Temperatur während des ganzen Versuches 25°.

Portion A.

18,84 *g* Seitenblättchen in 2,5—3 *mm* breite Streifen zerschnitten, entwickelten während der

ersten Stunde . . .	12,87 *mg* CO_2	12,87 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 68,34 *mg* CO_2 pro Stunde und 100 *g* Blättchen.
zweiten „ . . .	12,87 „ CO_2	

Portion B.

19,25 *g* unversehrter Seitenblättchen entwickelten während der

ersten Stunde	9,15 *mg* CO_2	8,85 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 45,47 *mg* CO_2 pro Stunde und 100 *g*.
zweiten „	8,55 „ CO_2	

Verhältniss $\frac{Tr}{N} = 1{,}49$.

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

Versuch IV. 1. September (20. August) 1896.

Blätter von *Phaseolus vulgaris* um 3 Uhr Nachmittags von den Pflanzen unter oben erwähnten Vorsichtsmassregeln abgenommen und am selben Tage nach $1^1/_2$ Stunden zum Versuche verbraucht. Jodprobe schwarze Färbung. Temperatur 24,5—25°.

Portion A.

19,32 *g* Seitenblättchen, in 2,5—3 *mm* breite Streifen zerschnitten, lieferten während der

ersten Stunde . . .	16,25 *mg* CO_2	15,9 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 82,3 *mg*
zweiten „ . . .	15,55 „ CO_2	CO_2 pro Stunde und 100 *g* Blättchen.

Versuch B.

19,78 *g* unversehrter Seitenblättchen entwickelten während der

ersten Stunde . . .	14,92 *mg* CO_2	14,3 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 72,23 *mg*
zweiten „ . . .	13,65 „ CO_2	CO_2 pro Stunde und 100 *g* Blättchen.

Verhältniss $\frac{Tr}{N} = 1,14$. Man ersieht daraus, dass durch die Anhäufung von Kohlenhydraten die durch den traumatischen Eingriff hervorgerufene Steigerung der Kohlensäureproduction herabgemindert wird.

Versuch V. 5. September (24. August) 1896.

Blätter von *Mimosa pudica* (Freilandcultur, sehr üppig gewachsen, reichlich blühend) um 5 Uhr Nachmittags nach einem heissen heiteren Tage von den Pflanzen abgenommen und nach $1^1/_2$ Stunden verbraucht. Blättchen bei der Jodprobe kohlschwarz, stellenweise metallisch glänzend. Temperatur während des Versuches 25°.

Portion A.

25,29 *g* Seitenfiederchen senkrecht zur Längsachse der Blättchen zerschnitten. Länge der Streifen 2,5—3 *mm*.

Erste halbe Stunde. . . .	17,375 *mg* CO_2	35,67 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen
Zweite „ „	18,125 „ CO_2	141,04 *mg* pro Stunde und 100 *g*
Dritte „ „	18,000 „ CO_2	Seitenfiederchen.

Portion B.

25,32 *g* unversehrte Seitenfiederchen.

Erste halbe Stunde. . . .	16,350 *mg* CO_2	33,45 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen
Zweite „ „	16,725 „ CO_2	132,11 *mg* CO_2 pro Stunde und 100 *g*
Dritte „ „	17,100 „ CO_2	Fiederchen.

Verhältniss $\frac{Tr}{N} = 1,07$. Dasselbe Resultat wie im Versuch IV, nur viel auffallender.

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

Versuch VI. 29. (17.) November 1896.

Winterweizen. 75 *mm* lang abgeschnittene Enden der (die Wurzel nicht gerechnet) 80—100 *mm* langen etiolirten Keimlinge am achten Tage der Keimung bei 18—20°, also noch sehr zuckerreich. Gewicht 14,08 *g*. Temperatur während des Versuches 23,5—24,5°.

Erste Stunde . . .	8,92 *mg* CO_2	8,4 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 59,66 *mg* CO_2 pro Stunde und 100 *g*.
Zweite „ . . .	7,87 „ CO_2	

Nach einer Unterbrechung von 80 Minuten (im Luftstrome geblieben) herausgenommen, in 2,5—3 *mm* lange Stücke zerschnitten, abgewaschen, abgesaugt und in den Recipienten gebracht.

Erste Stunde . . .	8,77 *mg* CO_2	8,7 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 61,70 *mg* CO_2 pro Stunde und 100 *g*.
Zweite „ . . .	8,62 „ CO_2	

Verhältniss $\frac{Tr}{N} = 1,03$.

Versuch VII. 6. December (24. November) 1896.

Winterweizen, 22,62 *g*. 75 *mm* lang abgeschnittene Enden der Laubblätter etiolirter Keimlinge am 22. Tage der Keimung, also relativ sehr zuckerarm. Temperatur während des Versuches 23,5 bis 25,5°.

Zwei Stunden. . . .	13,35 *mg* CO_2	6,675 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 29,51 *mg* pro Stunde und 100 *g*.

Dann in 2,5—3 *mm* lange Stücken zerschnitten und wie im Versuch VI behandelt.

Zwei Stunden. . . .	25,02 *mg* CO_2	12,51 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 55,32 *mg* pro Stunde und 100 *g*.

Verhältniss $\frac{Tr}{N} = 1,8$. Temperatur bei der Keimung 15—20°.

Versuch VIII. 21. (9.) Januar 1897.

Winterweizen. 75 *mm* lang abgeschnittene Enden der Laubblätter etiolirter Keimlinge am 22. Tage der Keimung bei 15—20°. Gewicht 15,02 *g*. Den 19. (7). Januar Abends abgeschnitten und nach sorgfältigem Auswaschen mit sterilisirtem Leitungswasser auf der Oberfläche der in sterilisirte Schalen eingegossenen sterilen 12procentigen Rohrzuckerlösung unter Glasdeckeln vom 19. Januar 9 Uhr Abends bis zum 21. Januar 1 Uhr Nachmittags schwimmen gelassen. Also künstliche Zufuhr von Kohlenhydraten zu einem für sich daran sehr armen Objecte während 40 Stunden.

Bestimmung an unversehrten Blattenden, vor dem Versuche mit sterilem Leitungswasser wohl abgewaschen:

Erste Stunde . . .	11,9 *mg* CO_2	12,56 *mg* CO_2 pro Stunde entsprechen 83,59 *mg* pro Stunde und 100 *g*.
Zweite „ . . .	13,21 „ CO_2	

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

Dann aus dem Apparate genommen, in 2,5—3 *mm* lange Stücke zerschnitten und wie im Versuche V behandelt

Erste Stunde . . .	16,275 *mg* CO_2	16,14 *mg* CO_2 pro Stunde entspr. 107,48 *mg*
Zweite „ . . .	16,012 „ CO_2	CO_2 pro Stunde und 100 *g* Blattenden.

Temperatur während des Versuches 21,5—22°.

Verhältniss $\frac{Tr}{N} = 1{,}28$. Die Zufuhr der Kohlenhydrate hat also die traumatische Athmungssteigerung des an Kohlenhydraten armen Objectes ziemlich stark herabgemindert.

Schlussfolgerungen.

1. Der Gehalt der Blätter an Kohlenhydraten übt einen grossen Einfluss auf die Grösse der durch traumatische Eingriffe hervorgerufenen Athmungssteigerung (CO_2-Production) aus. Ist derselbe gross, so ist die Steigerung keine bedeutende. Sie ist im Gegentheil sehr erheblich, wenn die Blätter einen geringen Gehalt an Kohlenhydraten aufweisen.

2. Dieser Einfluss lässt sich bei den grünen, wie bei den etiolirten Blättern constatiren.

Meine Versuche über die Dauer der durch den traumatischen Eingriff hervorgerufenen Athmungssteigerung halte ich nicht für nothwendig hier aufzuführen, da dieselben doch im Allgemeinen die von Richards gewonnenen Resultate bestätigen. Bezüglich einiger interessanten Einzelheiten (dass z. B. bei etiolirten Weizenblättern die Reaction bei den an Kohlenhydraten armen rascher vorüber geht, als bei den an Kohlenhydraten reichen) sei auf die ausführliche Abhandlung verwiesen.

Es ist für mich eine recht angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. W. Palladin für das von ihm meiner Arbeit stets entgegen gebrachte Interesse, einige praktische Rathschläge und das Ueberlassen einiger Apparate aus der physiologischen Abtheilung des Botanischen Institutes, und Herrn Prof. L. Reinhard für die Gestattung, im Botanischen Garten der hiesigen Universität ziemlich umfangreiche Culturen zur Entnahme des Materials anzulegen, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Charkow, Botanisches Laboratorium des Technolog. Institutes.

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

Berichtigungen.

Seite 1, Zeile 2 von oben lies: „Vorsitzender: Herr A. ENGLER“ statt „Herr L. KNY“.
„ 2, „ 18 und 19 von oben soll lauten: „. . . . da die Entwickelung dieser ähnlich der bei den anderen beobachteten Coniferennadeln verläuft.“
„ 5, „ 6 von oben streiche „auch“.
„ 5, „ 16 von oben setze „Fig. 11, *g*“ statt „Fig. 9, *g*“.
„ 6, „ 13 von oben setze „dabei“ für „durch dasselbe“.
„ 7, „ 9 von oben streiche „jedenfalls“.
„ 7, „ 15 von unten setze „Fig. 7—8. *Abies*“ statt „Fig. 7—9, *Abies*“.
„ 36, „ 12 von oben lies: „welcher leichter löslich ist“, statt „welche schwer löslich ist“.
„ 176 wünscht der Verfasser durch die folgende Berichtigung zu ergänzen:
„In meiner Arbeit über die Luftwurzeln von *Avicennia* (S. 176) ist meine Darstellung des Streites über den Organcharakter dieser Gebilde leicht etwas missverständlich. WESTERMAIER will sie nämlich nicht selbst als Stammorgane aufgefasst wissen, er betont nur im Gegensatz zu den früheren Autoren diejenigen Eigenthümlichkeiten, welche sie mit Stammgebilden gemeinsam haben, bezeichnet sie selbst aber als Organe sui generis“.
„ 202, Zeile 12 von unten setze „Fe_2Cl_6 . . . . Spur“ statt „Fe_2Cl_3“ . . . . 3“.
„ 202, „ 15 von unten setze „0,2 pCt.“ statt „0,3 pCt.“
„ 204, „ 7 von oben setze „Fe_2Cl_6“ statt „Fe_2Cl_3.
„ 205, „ 18 von oben setze „beschwerlich“ statt „bemerklich“.
„ 293, „ 20 von unten setze „Wirthszelle“ statt „Wirthspflanze“.
„ 323, „ 7 bis 9 von oben ist zu setzen: „. . . . dass die concave Krümmung der Sprosse aufgehoben wird und der Spross gerade und schief nach oben gerichtet erscheint.“
„ 328, Anm. 2, setze hinter „Gesellsch.“ die Jahreszahl „1888“, in Anm. 4 hinter „1892“ die Seitenzahl „442“; statt „ZIEGENHEIN“ setze „ZIEGENBEIN“.
„ 330, Zeile 2 von unten setze „untersuchenden Lösungen“ statt „untersuchenden“.
„ 331 setze in der ersten Zeile hinter **I.**: „Die Culturen wurden vor dem Versuch . . . .“
„ 393, Zeile 2 von unten setze „der südasiatischen Zuckerpalme“ statt „der südafrikanischen Zuckerpalme“.
„ 397, „ 3 von oben setze „28“ statt „27“.
„ 401, „ 2 von oben setze „Wurzeln“ statt „Wurzel“.
„ 428 setze über die letzte Kolonne der zweiten Tabelle „27—29tägige Keimlinge“ statt „40tägige Keimlinge“.
„ 430, Zeile 2 von oben setze „Gesammt- und Eiweissphosphorbestimmung“ statt „gesammten Eiweissphosphorbestimmung“.
„ 430 setze in der vorletzten Kolonne „0,4656“ statt „0,4645“.
„ 524, Zeile 4 von unten, lies „Saumbreite“ statt „Samenbreite“.

In Band XIX ist auf S. 560 in Anm. 1, Zeile 9 von unten, „20—36 μ“ statt „20—23 μ“ zu setzen.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 20

Autor(en)/Author(s): Dorofejew N.

Artikel/Article: Beitrag zur Kenntniss der verletzter Blätter. 396-402