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

von Pilzhyphen, die auf einer Thiosulfatagarkultur wuchsen, fand sich nach einer mündlichen Mittheilung des Herrn Dr. NATHANSOHN Schwefel. — Andererseits habe ich auf den zahlreichen Schlickkulturen, die ich in Kiel untersucht habe, niemals Schwefel im Innern der auf denselben lebenden Oscillarien beobachtet, und auch in Neapel nur in den Fäden einer Art — hier allerdings in fast allen Fäden —, während eine dickere Oscillarie (wohl *Oscillatoria nigroviridis*) derselben Kultur sie nur sehr selten und dann nur in wenigen Zellen in geringer Zahl enthielt. Dies spricht dafür, dass der Schwefel doch wohl eine besondere Bedeutung für diese Oscillarien besitzt, zum mindesten jedoch dafür, dass sie durch eigentümliche Vorgänge in der Zelle Schwefel im Innern derselben ablagern können.

---

54. A. J. Nabokich: Über anaëroben Stoffwechsel von Samen in Salpeterlösungen.

Eingegangen am 27. Juli 1903.

Im Folgenden sollen einige Resultate von Untersuchungen mitgeteilt werden, die ich über den anaëroben Stoffwechsel bei höheren Pflanzen noch weiter anstellen werde, und zwar soll im Anschluss an meine früheren Mitteilungen hier nur über den Verlauf der intramolekularen Atmung von Erbsensamen in schwachen Lösungen von KNO_3 berichtet werden.

Die Untersuchung von Gärungserscheinungen in diesen Lösungen bietet insofern besonderes Interesse, als hierbei Salpetersäure zu salpetriger Säure reduziert wird, wie ich dies früher[1]) gezeigt habe. Man hat sich zu fragen, ob nun der Gärungsvorgang selbst bei diesen Reduktionserscheinungen Modifikationen in seinem Verlauf erleidet. Dies ist deshalb anzunehmen, weil die Samen in Salpeterlösung immer viel früher zu Grunde gehen als in Wasser oder Zuckerlösungen, wie dies für alle meine Kulturen festgestellt werden konnte. In der Literatur existieren hierüber fast keine Angaben, doch wurde die Frage schon von GODLEWSKI und POLZENIUSZ[2]) in

1) Beihefte zum Bot. Centralbl., Bd. XIII, Heft 3, 1902: A. J. Nabokich, Zur Physiologie des anaëroben Wachtums der höheren Pflanzen.

2) Über die intramolekulare Atmung. Bull. de l'Académie des sciences de Cracovie, Avril 1901, p. 252, 274.

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

ihren grundlegenden Arbeiten in Erwägung gezogen. GODLEWSKI machte auch einen seiner 20 Versuche in Salpeterlösung und beobachtete nicht nur im absoluten Werte eine geringere Bildung von Kohlensäure und Alkohol, sondern auch eine im Verhältnis zur Kohlensäure relativ geringere Alkoholmenge, so dass der Koeffizient $CO_2 : C_2H_5(OH)$ nur 100 : 76, gegen normal 100 : 104,5 betrug. GODLEWSKI meint dies so erklären zu müssen, dass ein Teil des Alkohols durch den Sauerstoff des Salpeters verbrannt wurde.

Zur Entscheidung dieser Frage wurden zwei Versuchsserien angestellt. Als Rezipienten dienten $^3/_4$ *l*-Destillationskolben, welche während der Versuchsdauer zugeschmolzen waren; die Kohlensäure wurde durch direkte Wägung der Natronkalk-U-Röhren bestimmt, durch die nach Beendigung des Versuches der Inhalt der Kolben mit der Luftpumpe durchgesaugt wurde. Die Alkoholbestimmung geschah mittels Pyknometer bei 15,5° C. nach zwei resp. drei Destillationen des Substrats. In meinen ersten Versuchen habe ich folgende Resultate erhalten:

I. Pisum sativum, kleinsamige Sorte.

	Kulturen in	
	Wasser	0,5 pCt. KNO_3-Lösung
Versuchsdauer	20 Tage	20 Tage
Gewicht der Samen	30,900 *g*	30,570 *g*
Kohlensäure	1,911 *g*	1,398 *g*
Alkohol	1,688 *g*	1,230 *g*
Auf 100 Kohlensäure: Alkohol	**88,3**	**88,0**

II. Pisum sativum, kleinsamige Sorte.

	Kulturen in	
	Wasser	0,5 pCt. KNO_3-Lösung
Versuchsdauer	21 Tage	21 Tage
Gewicht der Samen	32,145 *g*	32,329 *g*
Kohlensäure	1,919 *g*	1,421 *g*
Alkohol	1,664 *g*	1,180 *g*
Auf 100 Kohlensäure: Alkohol	**86,7**	**83,0**

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

III. Pisum sativum, Victoria-Erbse.

	Kulturen in	
	Wasser	0,5 pCt. KNO_3-Lösung
Versuchsdauer	14 Tage	14 Tage
Gewicht der Samen	39,983 *g*	39,984 *g*
Kohlensäure	2,587 *g*	1,365 *g*
Alkohol	2,482 *g*	1,305 *g*
Auf 100 Kohlensäure: Alkohol	**95,9**	**95,7**

IV. Pisum sativum, Victoria-Erbse.

	Kulturen in	
	Wasser	0,5 pCt. KNO_3-Lösung
Versuchsdauer	14 Tage	14 Tage
Gewicht der Samen	39,997 *g*	39,997 *g*
Kohlensäure	2,372 *g*	1,192 *g*
Alkohol	2,328 *g*	1,167 *g*
Auf 100 Kohlensäure: Alkohol	**98,1**	**97,9**

Es ergibt sich also, dass in keinem Falle in Salpeterlösung so niedrige Koeffizienten für Alkohol erhalten wurden, wie man es nach Godlewski's Versuchen erwarten sollte. Wenn auch die beobachteten Koeffizienten niedrig sind, so sind sie es in gleicher Weise in Salpeter, wie in Wasser. Dies ist durch die Art der Alkoholbestimmung leicht erklärbar. Verluste an Alkohol sind unvermeidlich bei Auspumpen der Kohlensäure, bei wiederholten Destillationen; schliesslich auch durch die Beimischung von Fuselölen zu dem Destillat, die ein niedrigeres spezifisches Gewicht als Äthylalkohol besitzen.

Ausserdem wurde aber in diesen Versuchen noch ein anderer Fehler gemacht, den auch Godlewski und Polzeniusz nicht vermieden haben. Es wurde nämlich zur Destillation nur ein Teil des Substrats verwendet (100 *ccm*) und der Alkohol, der im Samen zurückgeblieben war, nicht beachtet. Da dieser Fehler bei grösseren Samenmengen recht erheblich sein kann, wurde in den folgenden Versuchen die Gesamtmenge des Substrats nebst den Samen zur Destillation verwendet. Bei dieser Methode konnte ein grösserer Koeffizient für Alkohol erwartet werden, wie dies durch die Versuche wirklich bestätigt wurde.

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

Ich konnte nämlich in allen neuen Kulturen zwischen Kohlensäure und Alkohol diejenige Beziehungen finden, welche der theoretisch berechneten sehr nahe lag. Dies ist aus folgender Zusammenstellung der Alkoholkoëffizienten für Kulturen in verschiedenen Nährsubstraten, darunter auch in Salpeterlösung, ersichtlich.

Auf 100 Teile CO_2 wurde an Alkohol gefunden:

Versuchsdauer (Tage)	Wasser	0,5 pCt. Salpeter	1 pCt. Glykose	1 pCt. Pepton
7	101,5	105,1	114,3	107,8
7	107,3	109,7	112,0	106,2
7	102,1	108,3	108,5	—
14	108,7	—	105,5	—
14	106,7	101,5	106,9	110,2
14	109,5	100,2	109,7	104,2
Mittel	105,9	105,1	109,0	107,1

Wir sehen hier, dass in allen Kulturflüssigkeiten auf 100 Teile Kohlensäure fast immer eine und dieselbe Menge von Alkohol gebildet wurde; kleinere Differenzen, welche nicht zu umgehen waren, kann man vermutlich methodischen Fehlern zuschreiben. Was aber die Intensität der anaëroben Atmung in verschiedenen Substraten anbetrifft, so finden wir gerade hier sehr grosse Unterschiede. Die höchste Kohlensäure- und Alkoholentwicklung wurde immer in Pepton und Zuckerlösungen beobachtet; die Gärung in Salpeterlösung war nicht nur doppelt schwächer als in Wasser, sondern sie wurde sogar schon nach 8—10 Tagen ganz sistiert. Dieses Verhältnis kann man durch folgende Tabelle veranschaulichen.

Kohlensäurebildung durch 40 g Victoria-Erbse bei Gärung.

Versuchsdauer (Tage)	Wasser	0,5 pCt. Salpeter	1 pCt. Glykose	1 pCt. Pepton
7	0,930	0,807	1,479	1,605
7	1,292	0,847	1,465	1,869
14	2,331	1,131	2,341	—
14	2,486	0,913	2,840	2,618

Eigentümliche Unterschiede in den besprochenen Kulturen lassen sich auch in dem Umsatz der sogenannten unflüchtigen Säuren wahr-

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

nehmen. Die Menge der freien Säuren wurde mittels der Titration mit $^1/_{10}$-Normal-Kalilauge vor und nach dem Versuche bestimmt. Es ergaben sich folgende Zahlen für die oben mitgeteilten Versuche.

Unflüchtige Säuren in Kubikcentimetern $^1/_{10}$-Normal-Kalilauge.

Versuchsdauer (Tage)	Vor dem Versuche	Wasser	0,5 pCt. Salpeter	1 pCt. Glykose	1 pCt. Pepton
7	40	35	38	42	60
7	44	37	42	40	53
7	42	38	46	—	—
14	41	40	48	42	63
14	—	37	58	42	—
Mittel	41,8	37,4	46,2	41,5	58,7

Wie sind nun alle diese Unterschiede und das eigentümliche Verhalten von Salpeterkulturen zu erklären?

Wir haben schon gesehen, dass von Verbrennung des Alkohols durch den Sauerstoff des Salpeters bis vor Aldehyd- und Essigsäurebildung, wenigstens für Kulturen, welche nicht länger als 7 Tage dauerten (Alkoholkoëffizient war für diese Kulturen im Mittel 107,7), keine Rede sein konnte. Die Reduktionserscheinungen fanden aber in allen Fällen statt, so dass ich immer im Substrate kleinere Mengen von salpetriger Säure konstatieren konnte. Wir müssen also der salpetrigen Säure die sistierende Wirkung auf die Gärung zuschreiben. Es ist aber zweifelhaft, ob der Zuwachs an Gesamtsäuren, welche in 14tägigen Salpeterkulturen beobachtet wurden, auch salpetriger Säure zu verdanken ist. Ich bin zu der Überzeugung gelangt, dass die Schwankungen im Säuregehalt überhaupt nicht in direkten Zusammenhang mit dem Gärungsprozesse stehen. Über diese Frage werde ich übrigens, nach spezieller Wiederholung betreffender Versuche, später mitteilen. Hier möchte ich nur bemerken, in bezug auf Salpeterkulturen, dass salpetrige Säure bei längerer Versuchsdauer sogar vollständig verschwinden kann. Es vollzieht sich nämlich nach Absterben der Samen eine sekundäre Reaktion zwischen Alkohol und salpetriger Säure nach der Gleichung:

$$C_2H_5OH + 2N_2O_3 = 2CO_2 + 3H_2O + 4N^{1)}.$$

Ich habe tatsächlich in alten Salpeterkulturen wiederholt einige

1) Stoklasa, Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. Bd. III, Heft 11, S. 497.

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

Kubikcentimeter freien Stickstoff beobachtet, was auch mit dem Verschwinden der salpetrigen Säure in Zusammenhang stand.

Diese Oxydationserscheinung hat aber wenig physiologisches Interesse, da sie bis jetzt nur in toten Kulturen beobachtet wurde. Sie darf nicht verwechselt werden mit derjenigen Verbrennung des Alkohols durch entbundenen Sauerstoff des Salpeters, welches Godlewski und Polzeniusz vermuteten.

Es ist nun hervorzuheben, dass der Einfluss des Salpeters auf den Verlauf der normalen Atmung eine grade entgegengesetzte zu sein scheint. Nach den Untersuchungen von Kellner, welche später durch Jakobi und zum Teil durch Krzemieniewski bestätigt wurden, wird die Atmungsenergie der höheren Pflanzen in schwachen Salpeterlösungen immer erhöht. Es ist meine Absicht späterhin diese Versuche zu wiederholen und so vielleicht einige Aufschlüsse über den genetischen Zusammenhang zwischen normaler und intramolekularer Atmung zu erzielen.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht Herrn Geheimrat Prof. Dr. Kny meinen Dank auszusprechen für die vielseitigen Unterstützungen, die er meinen Arbeiten zu Teil werden lässt.

Berlin, Botanisches Institut der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule.

---

55. A. Schulz: Über die Verteilung der Geschlechter bei einigen einheimischen Phanerogamen.

Eingegangen am 27. Juli 1903.

1. Galium Cruciata (L.).

Über die Verteilung der Geschlechter bei *Galium Cruciata* sind mir zahlreiche Angaben in der Literatur bekannt geworden, die aber sämtlich mehr oder weniger unrichtig sind. Nach den neueren von diesen Angaben[1]) sollen alle Individuen dieser Art zweigeschlechtige und männliche Blüten besitzen, sie soll also — nach Darwin's Terminologie[2]) — andromonöcisch sein[3]). Und zwar sollen

1) Ich habe nur die Angaben besserer Schriftsteller berücksichtigt.

2) Vgl. Darwin, Die verschiedenen Blüthenformen an Pflanzen der nämlichen Art (1877), S. 11 (der deutschen Übersetzung).

3) Vgl. hierzu auch Errera et Gevaert, Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs, Bulletin de la Société botanique de Belgique, 17. Bd. (1878), S. 38 u. f. (145).

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): Nabokich Alexander

Artikel/Article: Über anaeroben Stoffwechsel von Samen in Salpeterlösungen 398-403