

Auch dort wäre es zunächst auf Felsboden am Rande der Flußtäler zu suchen.“

„Eine Aufgabe weiterer Untersuchungen wäre es nun, das *Triticum* nach Südosten im Moabiter-Lande und nach Arabien hin, sowie nach Nordwesten längs des Libanon und Antilibanon zu verfolgen. Ferner wäre es im cisjordanischen Palästina zu suchen, wo es schwerlich auf das Gebiet zwischen Rosch Pinah und dem See von Tiberias beschränkt sein wird.“

P. ASCHERSON.

37. A. J. Nabokich: Über die Ausscheidung von Kohlensäure aus toten Pflanzenteilen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 23. April 1908.)

Die Gleichung der Alkoholgärung erfordert auf 100 Teile Kohlensäure die Bildung von 104,5 Teilen Alkohol. Indem ich das Verhältnis der Bildung von CO_2 und $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ bei der intramolekularen Atmung verschiedener Pflanzenorganismen studierte, überzeugte ich mich, daß die Versuche oft nicht das theoretisch geforderte Verhältnis ergeben. In den meisten Fällen wird ein Übermaß von Kohlensäure konstatiert.

Sorgfältige Bestimmung der CO_2 und des $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ schließt bei der Methodik, der ich mich bediente, jeden Irrtum aus. Die Erscheinung blieb für mich rätselhaft und ich habe sehr viel Mühe darauf verwendet, ihre Ursache aufzudecken.

Ein Überschuß von Kohlensäure kann verschiedenen Ursprungs sein; es ist aber sehr wahrscheinlich, daß dabei immer stickstoffhaltige Produkte des Eiweißzerfalles eine große Rolle spielen. Die Pflanzenmassen enthalten stets mehr oder weniger ansehnliche Quantitäten schwach gebundener Kohlensäure, die ohne Mitwirkung der Atmungsprozesse, der sog. Fermente und der Bakterien sich aus Pflanzenstoffen ausscheidet.

Den einfachsten Fall dieser sekundären Prozesse beobachtete ich bei Schimmelpilzen.

Wenn eine langfristige aërobe Kultur von *Penicillium glaucum* im Vakuum nach vollständigem Auspumpen der ungebundenen Kohlensäure der Einwirkung irgendwelcher Säurelösung unterworfen wird, dann gelingt es leicht, während einiger Minuten neue Quantitäten von CO_2 (oft bis zu 0,3 g) zu erhalten. Als Quelle der CO_2 wurde hier kohlen-saures Ammonium nachgewiesen. Bei dauernder aërober Erziehung von Schimmelpilzen auf eiweißhaltigen Nährsubstraten wird ein Teil der Atmungskohlensäure durch gleichzeitig sich bildendes Ammoniak zurückgehalten. Da im anaëroben Stoffwechsel oft organische Säuren gebildet werden, kann die Kohlensäureausscheidung bei den in sauerstofffreie Atmosphäre versetzten Pilzen nach und nach selbständig vor sich gehen. Man glaubt, die Erscheinungen einer lang andauernden, von dem Vorhandensein von Kohlehydraten ganz unabhängigen intramolekularen Atmung des lebenden Pilzes vor sich zu haben. Dieselbe Kohlensäuremenge kann aber, wie gesagt, durch Einwirkung von künstlich zugeführter freier Säure momentan erhalten werden.

In diesem Falle haben wir also keine Atmungserscheinung, sondern eine sekundäre Ausscheidung derjenigen Kohlensäure, welche bei der normalen Atmung gebildet und gebunden war.

Die intramolekulare Atmung der Samen von *Lupinus mutabilis* wird im Gegensatz zu *Pisum sativum* von starkem Eiweißzerfall begleitet. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dabei einige Produkte des Eiweißzerfalles sekundär Kohlensäure abspalten. Ich habe öfters einen Überschuß von CO_2 gegen $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ bis zu 0,2–0,3 g auf 1–2 g der flüchtigen Gärungsprodukte beobachtet, gerade in solchen Kulturen, welche starken Verbrauch von Eiweißstoffen und Kohlehydraten im Vakuum zeigten. Ich werde übrigens über diesen Fall später besonders berichten, da hier ziemlich verwickelte Erscheinungen des Stoffwechsels der Samen zusammenwirken.

Ich gehe jetzt zu einem dritten, allgemein bei den verschiedensten Objekten zu beobachtenden Fall der Ausscheidung von Kohlensäure über.

Wenn trockene oder gequollene Samen oder Keimlinge von *Helianthus*, *Lupinus luteus*, *Vicia Faba*, Hutpilze (*Agaricus*) usw. auf irgend

welche Weise getötet werden, so scheidet der leblose Pflanzenstoff, ins Vakuum versetzt, während längerer Zeit Kohlensäure aus. Die Ausscheidung von CO_2 ist keine Ferment- resp. Bakterienwirkung. Es ist gleichgültig, ob die Pflanzen durch niedrige Temperatur (Gefrierungsmethode von Palladin), durch kochende Lösungen von Phosphor- oder Weinsäure, durch überhitzten Wasserdampf ($110-120^\circ \text{C}$) oder durch Sterilisieren bei 120°C im Autoklaven getötet sind.

Bei allen erwähnten Abtötungsarten beobachtete ich den nämlichen Verlauf der Kohlensäureausscheidung. Die größte Menge der CO_2 wird gleich nach der Abtötung ausgeschieden, die Ausscheidung dauert aber lange Zeit, nach und nach erlöschend, und kann durch Temperaturerhöhung (Sterilisieren) wieder angeregt werden. Der anaerobe Stoffwechsel der Pflanzen scheint die Bildung solcher Produkte zu begünstigen, welche nach der Tötung der Pflanzen CO_2 abscheiden.

Ich führe einige Versuchsprotokolle an.

I.

Sterile Keimlinge von *Lupinus luteus*, aus vor der Keimung durch Sublimat sterilisierten Samen erzogen, 3 Tage alt. 6 Portionen à 205 Stück, entsprechend je 25 g Samen. Die Portionen 1, 2, 3 und 4 waren nach Entfernen der ungebundenen Kohlensäure durch Kälte (Behandlung mit flüssiger CO_2 und Äther in geschlossenen Vakuumkolben) getötet. Aseptische Behandlung während der ganzen Versuchsdauer. Bestimmung der Kohlensäure mittelst Geryk-Ölluftpumpe und Natronkalkröhre bei vorhergehendem Trocknen des Gases über H_2SO_4 conc. und P_2O_5 -Pulver. Bestimmung des $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ mittelst REISCHAUERScher Pyknometer von 50 ccm Inhalt nach saurer und alkalischer Destillation. Keine Aldehyde und flüchtige Säuren zu konstatieren, was für alle Versuche zu bemerken ist. Keine Bakterien.

Gefrorene Pflanzen gaben bei halbstündigem Auspumpen (Vakuum 0,15 mm):

1.	2.	3.
$\frac{1}{2}$ St. . . 14 mg CO_2	$\frac{1}{2}$ St. . . 11 mg CO_2	$\frac{1}{2}$ St. . . 10 mg CO_2

Nach Auftauen und Erwärmen bis 20° C im Vakuum:

3/4 St.	26 mg CO ₂	1 St.	20 mg CO ₂	1 St.	20 mg CO ₂
11 "	22 " "	23 "	23 " "	46 "	30 " "
12 "	11 " "	24 "	5 " "	<hr/>	
24 "	5 " "	<hr/>		In 47 St.	0,050 g CO ₂
24 "	3 " "	In 48 St.	0,048 g CO ₂	" " "	0,095 g C ₂ H ₅ OH
<hr/>		" " "	0,088 g C ₂ H ₅ OH		
In 72 St.	0,067 g CO ₂				
" " "	0,045 g C ₂ H ₅ OH				

4.

Lebende Keimlinge im Vakuum.	Alkoholgehalt vor dem Versuch.		
Nach 24 St.	0,137 g CO ₂	5. Gefrorene Portion	0,096 g
" 24 "	0,172 " "	6. Ungefrorene Portion	0,098 "
<hr/>			
In 48 St.	0,309 g CO ₂		
" 48 "	0,423 g C ₂ H ₅ OH		

II.

Sterile Keimlinge von *Lupinus luteus*, 2 Tage alt. Zwei Portionen à 250 Stück. Im Vakuum durch kochende Säurelösung getötet.

Atmungskohlensäure aus den lebenden Objekten durch halbstündiges Evakuieren extrahiert:

1.

2.

1/2 St.	17 mg CO ₂	1/2 St.	19 mg CO ₂
-----------------	-----------------------	-----------------	-----------------------

Nach Abtötung und Abkühlung bis 20° C im Vakuum:

Phosphorsäure 4 pCt.		Weinsäure 9 pCt.	
1 St.	12 mg CO ₂	1 St.	13 mg CO ₂
6 "	7 " "	6 "	7 " "
14 "	12 " "	14 "	18 " "
8 "	11 " "	8 "	3 " "
16 "	2 " "	16 "	2 " "
44 "	1 " "	44 "	1 " "
<hr/>		<hr/>	
In 89 St.	0,045 g CO ₂	In 89 St.	0,044 g CO ₂

III.

300 g 9tägiger Keimlinge von *Helianthus annuus* ohne Wurzeln. Nach halbstündigem Evakuieren bis 0,15 mm durch überhitzten (120 ° C) Wasserdampf momentan getötet, im Autoklaven bei 120 ° C sterilisiert und abgekühlt. Die leblose Pflanzenmasse gab:

1. 150 g			2. 150 g		
Nach	3 St.	40 mg CO ₂	Nach	1 St.	16 mg CO ₂
"	12 "	7 " "	"	7 "	10 " "
"	9 "	5 " "	"	16 "	16 " "
"	11 "	6 " "	"	32 "	10 " "
"	23 "	3 " "	"	22 "	2 " "
"	22 "	2 " "			
<hr/>			<hr/>		
In	86 St.	0,063 g CO ₂	In	78 St.	0,054 g CO ₂

Der ausgeschiedene Saft der Pflanzen wurde durch ungefähr 1) 15 und 2) 20 ccm $\frac{1}{10}$ Normallauge neutralisiert.

IV.

137 g ebensolcher Keimlinge von *Helianthus annuus* nach halbstündigem Evakuieren im Vakuum durch kochende 9proz. Weinsäure getötet und abgekühlt. Der leblose Pflanzenstoff gab:

Nach	1 St.	18 mg CO ₂
"	12 "	16 " "
"	10 "	10 " "
"	25 "	5 " "
"	17 "	2 " "
<hr/>		
In	65 St.	0,051 g CO ₂

V.

Ebensolche Keimlinge von *Helianthus* gaben im Vakuum nach Entfernung der ungebundenen Kohlensäure pro 150 g (200 Stück) und 20 Stunden bei 21 ° C:

Objekte		CO ₂ g	C ₂ H ₅ OH g
Lebendig	1	0,312	0,268
	2	0,271	0,238
Getötet durch Kältemischung aus flüssiger Kohlensäure und Äther in geschlossenen Vakuumkolben	3	0,069	0,021
	4	0,034	0,003

Die erfrorenen Pflanzen hatten in den ersten Stunden der Versuche die größte Menge von Kohlensäure ausgeschieden.

VI.

Etiolierte Keimlinge von *Vicia Faba*, 20 Tage alt, ohne Wurzeln.

a) 94,5 g lebender Pflanzen gaben im Vakuum:

- In 32 Stunden 0,514 g CO₂
- In 32 Stunden 0,438 g C₂H₅OH

b) 106,6 g Keimlinge, im geschlossenen Vakuumkolben durch Kältemischung aus flüssiger Kohlensäure und Äther abgetötet, gaben nach Auftauen im Vakuum:

- In 26 St. 0,051 g CO₂

c) 90 g Keimlinge waren nach Auspumpen der ungebundenen CO₂, durch kochende 2proz. Phosphorsäure getötet und abgekühlt. Die Pflanzenmasse gab:

- In 1 St. 0,017 g CO₂
- „ 1 „ 0,014 „ „
- „ 1 „ 0,006 „ „
- „ 5 „ 0,010 „ „
-
- In 8 St. 0,047 g CO₂

VII.

Lufttrockene Samen von *Lupinus mutabilis* und *Pisum sativum*, je 30 g im Vakuumkolben.

Nach Beseitigung der ungebundenen CO₂ durch halbstündiges

Evakuieren, durch kochende 4 proz. Phosphorsäure getötet und bei 120° C im Autoklaven sterilisiert.

Ungebundene CO₂ mg mg:

<i>Lupinus</i>	<i>Pisum</i>
Nach 1/2 St. . . . 6 mg	Nach 1/2 St. . . . 7 mg

Nach dem Sterilisieren.

Produzierte CO ₂ :	
Nach 17 St. . . . 14 mg	Nach 17 St. . . . 13 mg
„ 18 „ . . . 4 „	„ 18 „ . . . 7 „
„ 42 „ . . . 3 „	„ 25 „ . . . 3 „
<hr/>	<hr/>
In 77 St. . . . 21 mg	In 60 St. . . . 23 mg

VIII.

200 g junger *Agaricus campestris*. Das ausgelesene Versuchsmaterial wurde mit destilliertem Wasser gut gewaschen; der unterirdische Teil der Stiele wurde abgeschnitten. Vakuumkolben.

Ungebundene CO₂ nach halbstündigem Evakuieren.

Lebend nach 1/2 St. 45 mg

Produzierte CO₂ nach Abtötung durch überhitzten (bis 110° C) Wasserdampf und Sterilisieren bei 120° C im Autoklaven:

Tot nach 6 St.	36 mg
„ „ 18 „	24 „
„ „ 6 1/2 „	8 „
„ „ 21 1/2 „	10 „
„ „ 26 „	8 „
<hr/>	
In 78 St.	86 mg CO ₂ .

IX.

Alte gesunde *Agaricus campestris*, 2 Portionen von je 105 g; dieselbe Vorbereitung.

a

b

Lebend nach halbstündigem
Evakuieren 94 mg CO₂
Abgetötet durch überhitzten (bis
120° C) Wasserdampf und abgekühlt:
Tot nach 24 St. 18 mg
Sterilisiert bei 120° C im Autoklaven:
Nach 49 St. 41 mg
" 72 " 26 "
" 72 " 17 "

Ebenso 95 mg
Lebend im Vakuum:
Nach 24 St. 102 mg
Abgetötet durch überhitzten Wasser-
dampf:
Tot nach 25 St. 184 mg
Sterilisiert im Autoklaven:
Nach 49 St. 72 mg
" 72 " 5 "
" 72 " 34 "

Es ist höchst auffallend, daß die Portion (*b*), welche vor der Abtötung während 24 Stunden intramolekular im Vakuum geatmet hatte, später als leblose Pflanzenmasse die doppelte, sogar zehnfache Quantität von CO₂ im Vergleich mit der Portion (*a*) desselben Pilzes ausschied.

X.

Alte gesunde *Agaricus campestris*, 2 Portionen von je 210 g.
Dieselbe Vorbereitung.

a

b

Lebend nach halbstündigem
Evakuieren 50 mg CO₂
Abgetötet durch überhitzten Wasser-
dampf und abgekühlt:
Tot nach 6 St. 16 mg
Sterilisiert im Autoklaven:
Tot nach 1½ St. 48 mg
" " 11 " 7 "
" " 24 " 9 "
Wieder sterilisiert im Autoklaven:
Tot nach 7 Tagen 15 mg
" " 10 " 12 "

Ebenso 51 mg CO₂
Lebend im Vakuum nach
6 St. 88 mg
Abgetötet durch Wasserdampf und
sterilisiert im Autoklaven:
Tot nach 1½ St. 101 mg
" " 10 " 24 "
" " 24 " 15 "
Wieder sterilisiert im Autoklaven:
Tot nach 7 Tagen 48 mg
" " 10 " 5 "

Ganz junge kleine Pilze zeigen dieselben Erscheinungen, aber die Quantitäten der sich ausscheidenden Kohlensäure sind sehr unbedeutend.

XI.

Ganz junge *Agaricus campestris*, 2 Portionen von je 175 g.
Dieselbe Behandlung.

<i>a</i>	<i>b</i>
Lebend nach halbstündigem Evakuieren 55 mg CO ₂	Ebenso 54 mg
Abgetötet durch überhitzten Wasser- dampf bei 120° C	Lebend im Vakuum nach 11 St. 94 „
Tot nach 11 St. 11 mg	Abgetötet durch Wasserdampf bei 120° C:
Sterilisiert im Autoklaven:	Tot nach 12 St. 19 mg
Tot nach 12 St. 13 mg	Sterilisiert im Autoklaven:
„ 24 „ 8 „	Tot nach 12 St. 18 mg
Sterilisiert im Autoklaven:	„ 24 „ 12 „
Tot nach 24 St. 16 mg	Sterilisiert im Autoklaven:
„ 48 „ 6 „	Tot nach 24 St. 11 mg
„ 9 Tagen 5 „	„ 48 „ 6 „
	9 „ 9 Tagen 2 „

März 1908.

Agrikulturchemisches Laboratorium der
Neurussischen Universität zu Odessa.

ZOBODAT - 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): Nabokich Alexander

Artikel/Article: [Über die Ausscheidung von Kohlensäure aus toten Pflanzenteilen 324-332](#)