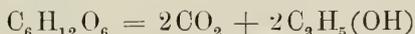


63. A. J. Nabokich: Über die intramolekulare Atmung der höheren Pflanzen.

Zweite vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 24. Oktober 1903.

Die intramolekulare Atmung der höheren Pflanzen ist bisher nicht genügend untersucht worden. Aus den letzten Jahren gibt es darüber nur zwei Arbeiten, die von GODLEWSKI und POLZENIUSZ und von STOKLASA, JELINEK und VITEK¹⁾, die versucht haben, unter Ausschluss von Mikroorganismen eine möglichst vollständige Bilanz des anaëroben Stoffwechsels zu geben. Diese Untersuchungen haben das sehr interessante Resultat geliefert, dass der Stoffwechsel in sauerstofffreier Atmosphäre sich durch die bekannte Gleichung der alkoholischen Gärung:



ausdrücken lässt.

Auf diese Weise wird also wieder die alte Hypothese PASTEUR's über die Identität der intramolekularen Atmung der höheren Pflanzen und der alkoholischen Gärung der Hefe bestätigt.

Die Versuche von GODLEWSKI und STOKLASA scheinen mir nun aber keinen allgemeingültigen Beweis für diese Identität zu geben. Es scheint mir vielmehr, dass zur Lösung eines so verwickelten Problems, wie das der intramolekularen Atmung, noch viel zu wenig Versuche mit sterilisierten Objekten und unter Anwendung genauer analytischer Methoden vorliegen. Für die Alkoholkoeffizienten, die den wichtigsten Beweis der alkoholischen Gärung bilden, finden wir in den Zahlen GODLEWSKI's folgende grosse Abweichungen von dem theoretisch geforderten Werte (104,5): + 1,9; + 5,1; - 3,8; - 4,2; - 6,0; - 3,3; - 7,0; - 27,2; - 28,5; + 7,0; - 25,3 (11 Versuche). Ebenso finden sich sehr unerwartete Abweichungen in einigen Bilanzberechnungen GODLEWSKI's; in zwei von seinen sechs Versuchen treten Verluste an Gärungsprodukten bis zu 8 und 16 pCt. der vergorenen Zuckermenge auf.

Noch grössere Schwankungen treffen wir in den Versuchen STOKLASA's mit Zuckerrüben. Die Differenzen zwischen der ver-

1) E. GODLEWSKI und F. POLZENIUSZ, Über die intramolekulare Atmung usw. Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie, Avril 1901. — JULIUS STOKLASA, JOH. JELINEK und EUGEN VITEK, Der anaërobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen usw. Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. III. Bd., 11. Heft, 1903.

verwendeten Trockensubstanz, resp. Zucker und den aufgetretenen Gärungsprodukten, machten hier bis zu 20 pCt. der vergorenen Zuckermenge aus. Die gefundenen Alkoholkoeffizienten STOKLASA's unterscheiden sich vom theoretisch geforderten Werte um:

$$- 6,0; - 2,8; + 3,4; + 8,9; + 13,6; + 16,7.$$

Solche schwankenden Resultate berechtigen zu Zweifeln an den Schlussfolgerungen der genannten Autoren. Ausserdem liefern die Untersuchungen GODLEWSKI's und STOKLASA's keine Angaben über die Natur der intramolekularen Atmung bei denjenigen Samen, welche keine vergärbaren Kohlenhydrate enthalten. Ferner liegen keine Untersuchungen darüber vor, ob bei Darbietung einiger nicht vergärbbarer Nährstoffe, wie Pepton, Asparagin, organische Säuren usw., irgendwelche Modifikation in dem Vorgang der intramolekularen Atmung hervorgerufen werden kann. Aber gerade solche Untersuchungen scheinen zur endgültigen Lösung der ganzen Frage von grosser Bedeutung zu sein; denn es ist wohl denkbar, dass unter gewissen Bedingungen durch den anaëroben Stoffwechsel auch solche Stoffe angegriffen werden, die für die echte alkoholische Gärung ohne Bedeutung sind¹⁾. Ausserdem darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass auch die Hefen bei Mangel an Zucker zur weiteren Verarbeitung des Glycerins, organischer Säuren und selbst des Alkohols befähigt sind (DUCLAUX, IWANOWSKI). Unter diesen Gesichtspunkten habe ich meine Untersuchung über die intramolekulare Atmung bei Samen unternommen.

In dieser vorläufigen Mitteilung sei von der Methodik nur so viel erwähnt, dass mit allen Mitteln versucht wurde, vollständige Sterilität der Kulturen zu erzielen, ebenso wie genaue und direkte Bestimmungen der Stoffwechselprodukte zu erlangen.

Die Resultate meiner Untersuchungen ergeben sich am besten aus der Reihe der beifolgenden Tabellen, die ohne weiteres verständlich sind. (Vgl. S. 469 ff.).

Aus den mitgeteilten Angaben tritt sehr klar hervor, dass die Art der intramolekularen Atmung von dem Nährmedium abhängig ist. Der Hauptsache nach sind zwei Modifikationen der intramolekularen Atmung nach der Höhe der Alkoholkoeffizienten zu unterscheiden:

1. Reine alkoholische Gärung der Glykose.

Dieser Fall tritt auf in Glykosekulturen, sowie auch zum Teil bei langfristigen Versuchen in Mannit und Wasser.

1) Siehe GODLEWSKI und POLZENIUSZ, *ibid.* S. 273 und andere; PFEFFER, *Pflanzenphysiologie*, 2. Aufl., Bd. I, S. 546.

Tabelle I.

Berechnungen der Bilanz zwischen dem Verlust an Trockensubstanz und vorgefundenen flüchtigen Produkten der intramolekularen Atmung der Samen. *Pisum sativum*.

Nummer des Versuches	Versuchsdauer in Tagen	Gewicht der Samen vor dem Versuche		Trockengewicht nach dem Versuche		Verlust an Trockensubstanz während des Versuches		Flüchtige Produkte der intramol. Atmung			Bilanzdifferenzen	
		Frisch gewogen g	Trocken gewogen g	Ohne Korrektur auf $C_3H_6O_3$	Reines Trockengewicht	Ohne Korrektur auf Stärkehydrolyse	Mit be-treffender Korrektur	CO ₂ g	C ₂ H ₅ OH g	Summe CO ₂ + C ₂ H ₅ OH	in g + oder-	des Verlustes an Trocken-substanz in pCt.
92	0	20,035	17,330	17,400	17,330	pCt. des Wassers		13,501	im Mittel = 13,517			
93	0	20,046	17,292	17,352	17,292			13,738				
98	0	20,055	17,390	17,600	17,390			13,313				
31	14	40,100	34,679	30,372	30,333	4,286	4,715	2,331	2,431	4,762	+ 0,047	+ 1,0
45	14	40,010	34,609	29,929	29,087	4,915	5,407	2,597	2,706	5,303	- 0,104	- 1,9
46	14	40,102	34,680	30,102	29,915	4,769	5,242	2,484	2,677	5,161	- 0,084	- 1,6
50	16	20,026	17,320	13,546	13,504	3,816	4,198	1,935	2,055	3,990	- 0,208	- 4,9
52	16	20,012	17,308	13,649	13,571	3,732	4,105	1,993	2,076	4,069	- 0,036	- 0,9
67	15	20,041	17,332	14,160	14,050	3,282	3,610	1,756	1,771	3,527	- 0,083	- 2,3
66	24	20,010	17,331	13,372	13,276	4,055	4,461	2,164	2,233	4,397	- 0,064	- 1,4
96	7	20,004	17,300	16,181	15,992	1,308	1,439	0,758	0,654	1,412	- 0,027	- 1,9
94	8	20,044	34,680	32,076	31,639	2,975	3,272	0,826	0,757	3,182	- 0,090	- 2,7
97	8	20,057	34,680	32,076	31,705	2,975	3,272	0,826	0,773	3,182	- 0,090	- 2,7
95	10	20,050	17,340	15,782	15,588	1,752	1,327	0,979	0,885	1,864	- 0,063	- 3,2

Milchsäure-
Kultur: 0,095 g
auf 300 H₂O

Tabelle II.

40 und 20 g *Pisum sativum* in 300 ccm 1proz. Glykoselösung.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlen- säure an Alkohol gefunden	Zunahme an nicht- flüchtigen Säuren auf 20 g Samen ccm $\frac{1}{10}$ KHO
35	7	104,8	+ 1,0
22	7	110,0	—
21	8	106,7	—
23	12	106,6	+ 0,0
42	14	105,0	+ 1,0
36	14	103,2	+ 1,0
58	16	109,4	+ 4,5
60	17	100,8	+ 3,5
59	24	103,2	+ 6,5
61	24	105,4	+ 6,5
Durchschnitt		105,5	—
Theoret. geforderte Menge		104,5	

Tabelle III.

Einfluss der Glykoselösung auf die Energie der intramolekularen Atmung: *Pisum sativum*.

Nummer der Parallelkulturen	Versuchsdauer in Tagen	Kohlensäure		Differenz zugunsten der Glykose g
		in Wasser g	in 1 pCt. Glykose g	
29-35 . . .	7	1,292	1,465	+ 0,173
24-22 . . .	7	0,936	1,479	+ 0,543
14-18 . . .	12	2,367	2,670	+ 0,315
45-42 . . .	14	2,597	2,840	+ 0,253
50-58 . . .	16	1,935	1,977	+ 0,042
52-60 . . .	16	1,993	2,190	+ 0,197
66-61 . . .	24	2,104	2,480	+ 0,316

Tabelle IV.

40 und 20 g *Pisum sativum* in destilliertem Wasser. Langfristige Versuche.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlen- säure an Alkohol gefunden	Auf 100 Trocken- substanzverlust an Kohlensäure ge- funden	Abnahme oder Zunahme an nicht- flüchtigen Säuren für 20 g Samen ccm $\frac{1}{10}$ KHO
31	14	104,3	49,4	- 1,0
45	14	104,2	48,0	+ 0,0
46	14	107,7	47,6	- 1,5
67	15	100,9	48,6	+ 3,0
50	16	106,2	46,1	+ 2,7
54	16	104,2	48,5	+ 1,8
66	24	103,1	48,5	+ 6,0
Durchschnitt		104,4	48,1	—
Theoretisch geforderte Menge		104,5	48,9	

Tabelle V.

40 und 20 g *Pisum sativum* in 300 ccm 1proz. Mannit- und Peptonlösungen.

Nummer des Versuchs	Substrat	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlendensäure an Alkohol gefunden	Zunahme an nicht-flüchtigen Säuren für 20 g Samen ccm $\frac{1}{10}$ KHO
79	Mannit	17	—	+ 1,5
78		18	102,1	+ 2,5
68		24	103,9	+ 5,5
Durchschnitt . . .			103,0	—
27	Saurer Pepton eq. 8 ccm $\frac{1}{10}$ KHO	7	101,6	+ 8,0
44		7	101,4	+ 6,0
102		7	97,0	+ 10,0
16		12	101,5	—
26		14	106,6	+ 11,0
100	Neutrales Pepton	6	102,9	+ 16,5
101		10	102,8	+ 16,5
Durchschnitt . . .			102,0	—

Tabelle VI.

Einfluss des Peptons auf die Energie der intramolekularen Atmung bei *Pisum sativum*.

Nummer der Parallelkulturen	Versuchsdauer in Tagen	Kohlensäure		Differenz zugunsten des Peptons
		in Wasser g	in 1 pCt. Pepton g	
3-9	7	1,036	1,293	+ 0,257
4-8	7	1,146	1,367	+ 0,221
2-10	7	1,242	1,397	+ 0,155
29-27	7	1,292	1,605	+ 0,313
43-44	7	1,646	1,869	+ 0,223
14-16	12	2,337	2,402	+ 0,075
31-26	14	2,331	2,618	+ 0,287
100-106	5 $\frac{1}{2}$	0,816	0,854	+ 0,038
104-102	7	0,854	1,044	+ 0,190
102-101	10	1,393	1,443	+ 0,050

Tabelle VII.

40 g *Pisum sativum* in 0,5 pCt. Kalisalpetrolösung.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlendensäure an Alkohol gefunden	Abnahme oder Zunahme an nicht-flüchtigen Säuren ccm $\frac{1}{10}$ KHO	Anmerkungen über den Zustand der Samen
32	7	104,7	+ 4,0	} lebendig
33	7	99,7	+ 1,0	
40	7	102,7	- 2,0	
38	14	97,4	+ 16,0	} tot
37	14	94,9	+ 10,0	
Durchschnitt		99,9	—	—

Tabelle VIII.

40 und 20 g Samen *Pisum sativum* in destilliertem Wasser. Kurzfristige Versuche.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlensäure an Alkohol befunden	Abnahme oder Zunahme an nichtflüchtigen Säuren für 20 g ccm ¹ / ₁₀ KHO
24	7	103,3	—
29	7	97,3	- 2,5
43	7	97,2	- 1,5
106	6	96,9	- 0,5
104	10	97,2	- 1,5
105	11	98,7	+ 1,0
14	12	98,3	—
Durchschnitt		98,4	—

Tabelle IX.

20 g Samen von *Pisum sativum* in 1 pCt. Asparagiolösung.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Auf 100 Kohlensäure Alkohol	Anmerkung
108	8	94,0	Asparagiolösung wurde bei Sterilisation verändert; sie zeigte sehr saure Reaktion.
109	8	92,8	
107	11	98,0	

Tabelle X.

20 g *Pisum sativum* in Milchsäurelösungen der schwachen Konzentrationen.

Nummer des Versuchs	Versuchsdauer in Tagen	Gehalt an Milchsäure in der Lösung eq. ccm ¹ / ₁₀ KHO	Kohlensäure g	Auf 100 Kohlensäure an Alkohol gefunden	Auf 100 Trockensubstanzverlust Kohlensäure gefunden	Verlust an nichtflüchtigen Säuren ccm ¹ / ₁₀ KHO	
64	32	145,0	0,113	44,3	—	—	
80	10 ¹ / ₂	30,0	0,413	69,2	—	- 3,5	
91	10	20,0	0,485	74,2	—	- 5,1	
96	7	10,5	0,758	86,3	52,6	- 5,5	
94	8	10,5	0,826	91,6	} 50,5 }	- 4,5	
97	8	10,5	0,826	93,6		} 50,8 }	- 6,5
95	10	10,5	0,979	90,4			- 3,5
Durchschnitt				79,1	51,5	—	

Tabelle XI.

43 g *Ricinus communis major* in verschiedenen Nährlösungen.

Nummer des Versuchs	Substrat	Versuchsdauer in Tagen	Kohlensäure g	Alkohol g	Anf 100 Kohlen-säure an Alkohol gefunden	Dasselbe. Mittel-zahlen
115. . .	1 pCt. Glykose	13	0,267	0,190	71,2	73,0
116. . .		13	0,243	0,185	74,9	
118. . .	Wasser	13	0,293	0,150	51,0	69,2
120. . .		13	0,258	0,156	60,5	
117. . .		16	0,259	0,225	86,9	
119. . .		16 $\frac{1}{2}$	0,295	0,233	78,9	
113. . .	0,5 pCt. Glykose und	13	0,375	—	—	73,7
114. . .	0,5 pCt. Pepton	13	0,284	0,200	70,4	
111. . .		16	0,326	0,215	65,9	
112. . .		16 $\frac{1}{4}$	0,265	0,225	84,9	
Durchschnitt . . .			—	—	71,6	—

Das Verhältnis der Kohlensäure zum Alkohol entspricht hier vollkommen dem theoretischen Werte (104,5); es wurde im Durchschnitt für die erwähnten drei Nährlösungen 105,5, 103,0 und 104,4 gefunden. Ferner kann man ein geringes Auftreten von organischen Säuren beobachten, was gänzlich mit den Vorgängen der alkoholischen Gärung durch Hefe übereinstimmt. Meine Bilanzberechnungen haben auch ergeben, dass in allen untersuchten Kulturen CO₂ und C₂H₅OH die wichtigsten flüchtigen Produkte des Stoffwechsels sind. Die Menge der übrigen flüchtigen Nebenprodukte konnte höchstens 1 bis 2 pCt. der vergorenen Zuckermenge betragen. In Übereinstimmung mit diesem Resultate habe ich nur Spuren von flüchtigen Säuren an allen Alkoholdestillaten konstatiert. Es sei endlich erwähnt, dass die Menge der gefundenen Kohlensäure 48,1 pCt. vom ganzen Verlust an Trockensubstanz betragen hat. Dieses Verhältnis steht aber sehr nahe dem theoretischen Werte, welcher nach der Gleichung der alkoholischen Gärung für Kohlensäure zu erwarten ist (48,9).

2. Alkoholische Gärung mit Verarbeitung der organischen Säuren.

Diese Art der intramolekularen Atmung wurde in denjenigen Kulturen festgestellt, in denen die atmenden Samen durch Mangel an vergärbaren Kohlenhydraten gelitten hatten. Wir müssen hierher alle kurzfristigen Kulturen von *Pisum sativum* ohne künstliche Ernährung mit Zucker rechnen. Die Samen von *Pisum* enthalten bekanntlich unter ihren Reservestoffen nur Spuren von Zucker, so dass der für die alkoholische Gärung notwendige invertierte Zucker nur durch Hydrolyse der Stärke entstehen kann. Es scheint nun aber, dass die

Hydrolyse der Stärke in sauerstofffreier Atmosphäre nur sehr langsam zustande kommen kann, besonders in den ersten Tagen der anaeroben Kultur der Samen. Man kann als bestimmt nachgewiesen betrachten, dass in allen Wasserkulturen die ganze Menge des invertierten Zuckers gleich nach der Bildung vergoren wird. In der Tat beobachteten wir in Tabelle 1 eine gute Übereinstimmung zwischen dem Verlust an Trockensubstanz und flüchtigen Gärungsprodukten. Das kann nur dadurch erklärt werden, dass in den Samen kein Überschuss an Invertzucker gebildet wurde; denn im entgegengesetzten Falle würde der Verlust an Trockensubstanz durch die Wasseraufnahme der Stärke kleiner sein als die Menge der entstandenen Gärungsprodukte. Es muss hier auch darauf hingewiesen werden, dass die Energie der intramolekularen Atmung der Erbsen in Wasser erst nach Ablauf einer Woche ihr Optimum erreicht und dass die Darbietung des Zuckers einen begünstigenden Einfluss besonders in den ersten Tagen der Kultur ausüben kann.

Alle diese Tatsachen beweisen übereinstimmend, dass gerade im Anfange der intramolekularen Atmung der Erbsen eine Art des Zuckerhungers sich bemerkbar macht.

Dieser Mangel an vergärbaren Stoffen ist wahrscheinlich die Hauptursache der Erscheinung, dass im Stoffwechsel der Samen zu dieser Zeit organische Säuren angegriffen werden. Ich konnte in der Tat für viele kurzfristige Wasserkulturen konstatieren, dass die Gesamtmenge der Säuren, welche in den Samen als Reservestoff enthalten sind, nach 6–12 Tagen der intramolekularen Atmung geringer geworden war. Diese Verarbeitung der Säuren war natürlicherweise mit von einer Erniedrigung des Alkoholkoeffizienten begleitet. Statt 104,5 habe ich im Durchschnitt nur 98,4 erhalten. Die Glykosekulturen ergaben aber, sowohl in der einen, wie auch in der anderen Hinsicht ein gerade entgegengesetztes Resultat: es wurde hier mehr Alkohol als Kohlensäure gebildet, und statt Abnahme wurde eine Zunahme an Säuren beobachtet.

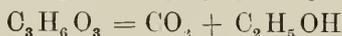
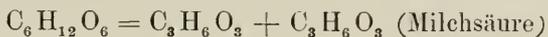
Die Verarbeitung der organischen Säuren lässt sich besonders deutlich in meinen Milchsäurekulturen beobachten. Hier wurde fast die Hälfte der vorhandenen Milchsäure verarbeitet, wodurch eine Erniedrigung der Alkoholkoeffizienten im Mittel bis zu 79,1 herbeigeführt wurde. Die nähere Beobachtung der Zahlenwerte (siehe Tabelle X) zeigt uns aber, dass die Koeffizienten noch niedriger ausfallen könnten, wenn die ganze Erscheinung nicht durch die Zerspaltung der Glykose verdeckt würde: mit der absoluten Zunahme an Kohlensäure wurde auch eine Erhöhung der Alkoholkoeffizienten bemerkbar.

Man könnte fast vermuten, dass die niedrigen Alkoholkoeffizienten nicht durch die Verarbeitung der Säuren, sondern durch die Ver-

gärung des Alkohols herbeigeführt wurden. Ich muss aber diese Erklärung als unbegründet zurückweisen. Beim Verbrauch des Alkohols durch Samen könnten wir kaum solche hohen Koeffizienten für langfristige Wasser- und Mannitkulturen erhalten, wie solche in Wirklichkeit beobachtet wurden: sie waren nur um 1–2,5 pCt. niedriger, als in parallelen Zuckerkulturen. Es scheint sehr wahrscheinlich zu sein, dass die Samen unter Ausschluss des Sauerstoffs zu keiner Ausnutzung des Alkohols befähigt sind. Wir müssen also den Alkohol als ein Produkt des Stoffwechsels betrachten, welches nur bei Oxydationsvorgängen ausgenutzt werden kann.

Es geht auch aus meinen anderen Versuchen ganz klar hervor, dass die beobachtete Erniedrigung der Alkoholkoeffizienten durch keine andere Ursache, als durch erhöhte Bildung von CO_2 herbeigeführt wurde: In der Tabelle X finden wir, dass in Milchsäurekulturen auf 100 g Trockensubstanzverlust im Durchschnitt 51,3 g Kohlensäure gebildet wurde, d. h. von 2 bis 4 pCt. mehr, als bei reiner alkoholischer Gärung (siehe Tab. IV). Erwähnte relative Zahlen für Kohlensäure bestätigen damit auch die Richtigkeit meiner Alkoholbestimmungen.

Schwer zu entscheiden ist, ob die konstatierte Verarbeitung der organischen Säuren auf die Tätigkeit desselben Enzyms zurückzuführen ist, welches die Verarbeitung der Glykose zu Alkohol und Kohlensäure bewirkt. Vielleicht können meine Versuche eine Stütze für die interessante Ansicht BUCHNER's bieten, dass der Gärungsprozess sich in zwei Phasen vollzieht nach den Gleichungen



Ich muss aber gestehen, dass meine Versuche nicht hinreichend sind, um eine so komplizierte Frage zu beantworten; ich möchte nur hinzufügen, dass nach oben mitgeteilten Tatsachen ausser Milchsäure auch andere organische Säuren, welche in den Samen aufgespeichert sind, zur Verarbeitung gelangen können.

Über die Resultate, welche inbezug auf Pepton- und andere Lösungen erhalten wurden, möchte ich hier Folgendes bemerken.

Es wurde durch alle Versuche festgestellt, dass Pepton einen sehr begünstigenden Einfluss auf die intramolekulare Atmung ausübt (siehe Tab. VI). Diese Einwirkung ist wohl indirekter Natur. Da Pepton nicht vergärbar ist, müssen wir vermuten, dass sein Einfluss sich durch die begünstigende Tätigkeit von Enzymen vollzieht. Es ist aber interessant festzustellen, dass bei der Gärung in Peptonlösung eine sehr starke Zunahme an organischen Säuren beobachtet wurde. Ich erwartete zuerst ein entgegengesetztes Resultat, da ich auf Grund der Versuche von BUTKEWITSCH eine Ammoniakbildung

in Peptonkulturen voraussetzen konnte. Vielleicht werden mir weitere Untersuchungen über Eiweissumsatz in sauerstofffreier Atmosphäre, für welche ich schon genügendes Trockenmaterial gesammelt habe, bessere Einsicht in fragliche Prozesse liefern. Ich möchte hier nur hinzufügen, dass in allen Fällen, wo die Versuche nach dem Tode der Samen beendet wurden, ich immer eine starke Zunahme an Säuren beobachten konnte.

Drei Versuche in Asparaginslösung ergaben nur sehr niedrige Alkoholkoeffizienten, im Durchschnitt 95,1. Unglücklicherweise hatte die dreimalige Sterilisation der Lösungen im KOCH'schen Apparat augenscheinlich irgend welche Zersetzung des Asparagins herbeigeführt: die Lösung zeigte sehr saure Reaktion. Infolgedessen kann ich hier keine endgültigen Schlussfolgerungen über den Einfluss des Asparagins ziehen.

Meine Schlussfolgerungen über den Verlauf des anaëroben Stoffwechsels in Salpeterlösungen sind von mir schon früher¹⁾ genau mitgeteilt worden; ich kann hier nur auf die betreffende Abhandlung hinweisen.

Es bleibt mir noch übrig, einige Bemerkungen über die intramolekulare Atmung der *Ricinus*-Samen zu machen. (Tab. XI).

In allen *Ricinus*-Kulturen wurden für Alkohol sehr niedrige Koeffizienten gefunden, was nach den oben mitgeteilten Tatsachen kaum als etwas Unerwartetes zu betrachten ist. Gerade bei solchen Ölsamen lässt sich ein Mangel an gärbaren Kohlenhydraten beobachten. Künstliche Ernährung mit Zucker oder Zuckerpeptonlösung hat aber bei *Ricinus*, im Gegensatz zu Erbsensamen, keine merkbare Erhöhung der Gärungsenergie hervorgerufen. Die beobachtete Quantität der Kohlensäure, vielleicht auch des Alkohols blieb in allen Nährlösungen fast auf einer und derselben Höhe, und die intramolekulare Atmung hörte in allen Fällen schon nach 10—12 Tagen auf. Nähere Erklärung dieser interessanten Tatsache wird eine Aufgabe meiner weiteren Untersuchungen über die intramolekulare Atmung in Ölsamen sein.

Zum Schluss möchte ich wiederholt meinen grossen Dank Herrn Geheimrat Prof. Dr. KNY für seine fortdauernde Unterstützung und Förderung meiner Arbeit aussprechen.

Berlin, Botan. Institut der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule.

1) Berichte der Deutschen Botan. Ges. 1903, Bd. XXI, Heft 7.

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 die intramolekulare Atmung der höheren Pflanzen.
467-476](#)