

daher angemessen sein, auf die hier geschilderten Vorgänge in einer späteren Veröffentlichung ausführlich zurückzukommen und dabei die einschlägige botanische und zoologische Literatur zu diskutieren.

Kiel, Botan. Institut d. Universität, Dezember 1909.

75. A. J. Lebedeff: Über die Assimilation des Kohlenstoffes bei wasserstoffoxydierenden Bakterien.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 15. Dezember 1909.)

In nächster Zeit beabsichtige ich eine ausführliche Abhandlung über die Assimilation des Kohlenstoffes bei wasserstoffoxydierenden Bakterien zu veröffentlichen. Die wichtigsten Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen möchte ich aber schon jetzt in aller Kürze mitteilen.

Als Resultat meiner weiteren Untersuchungen über die Oxydation des Wasserstoffes durch Bakterien¹⁾ erhielt ich ein monotrichiales bewegliches Stäbchen in reiner Kultur, welches in den flüssigen Kulturen ein starkes Häutchen bildet. Dieses Mikrob besitzt die Eigenschaft, den Kohlenstoff autotroph aus der CO_2 zu assimilieren. Die zu diesem endothermischen Prozesse notwendige Energie erhält das erwähnte Mikrob dank seiner Befähigung zur Oxydation des H_2 zu Wasser.

Zur Untersuchung des Gaswechsels unter autotrophen Bedingungen verwendete ich folgende Nährlösung:

H_2O — 1000,0
 KNO_3 — 2,0
 NaH_2PO_4 — 0,5
 MgSO_4 — 0,2
 Fe_2Cl_6 — Spuren.

Die Untersuchung des Gaswechsels ergab, daß die Entwicklung der Mikroorganismen mit einer Absorption von CO_2 , H_2 , O_2 und

1) Centralblatt f. Bakter., Bd. XVII, 1906. S. 350. Biochemische Zeitschrift, Bd. VII, S.1. Verhandlungen des I. MENDELEJEFFSchen Kongresses auf dem Gebiet der allgemeinen und angewandten Chemie zu St. Petersburg 1908. (Russisch.)

einer unbedeutenden Ausscheidung von freiem N verbunden ist. So zum Beispiel:

Versuch I¹⁾.

53 tägige Kultur bei 26,0° C.

	CO ₂ ccm	H ₂ ccm	O ₂ ccm	N ccm
In der Kultur vor dem Versuche . . .	156,40	659,77	376,65	69,04
" " " nach dem Versuche	83,15	0,00	118,36	93,82
verbraucht	73,25	659,77	258,29	+ 24,78

Ähnliche Versuche ergaben, daß das Verhältnis der für den Aufbau des Körpers der Mikroben verbrauchten CO₂ zu dem oxydierten H₂ in weiten Grenzen schwankt: Auf 100 ccm CO₂ werden von 550—1500 ccm H₂ oxydiert (zirka 50 Versuche).

Dieser Umstand führt uns zu der Annahme, daß der energetische Prozeß, d. h. die Oxydation des H₂, unabhängig von der Assimilation des Kohlenstoffes aus der CO₂ vor sich geht. Diese Voraussetzung hat ihre experimentelle Bestätigung erhalten. Gibt man einer normalen Kultur nur H₂ und O₂ ohne Spuren von CO₂, so geht die Oxydation des H₂ ebenfalls vor sich; zum Beispiel:

Versuch IIa.

Eine normale 15tägige Kultur ergab folgendes typische Bild des Gaswechsels:

	CO ₂ ccm	H ₂ ccm	O ₂ ccm	N ccm
Von der Kultur verbraucht	36,04	205,25	78,40	+ 34,04

Die in der Kultur übrig gebliebenen Gase wurden mittelst der Pumpe entfernt, worauf der Kultur nur H₂ und O₂ ohne Spuren von CO₂ gegeben wurden; nach 34 Tagen hatte sich der Atmosphärendruck in der Kultur auf 419,3 mm verringert; die Analyse ergab:

Versuch IIb.

	CO ₂ ccm	H ₂ ccm	O ₂ ccm	N ccm
Vor dem Versuche	0,0	688,26	382,55	50,35
Nach dem Versuche	0,0	259,02	171,23	54,65
verbraucht		429,24	211,32	+ 4,30

Das Verhältnis H₂ : O₂ = 2,03.

Diese Serie von Versuchen (10) zeigt, daß der energetische Prozeß unabhängig von der Assimilation des Kohlenstoffes vor sich geht und genau durch die Gleichung 2H₂ + O₂ = 2H₂O ausgedrückt wird.

Wenn wir jetzt das Verhältnis des H₂ : O₂ in Gegenwart der

1) Das Volum ist überall auf 0° und 760 mm reduziert.

CO₂ untersuchen, d. h. wenn die Assimilation des Kohlenstoffes vor sich geht (Vers. I u. IIa), so finden wir, daß das Verhältnis H₂ : O₂ stets 2,0 übertrifft und zwischen 2,2—3,0 schwankt.

Diese Tatsache ist von hoher Bedeutung, sie zeigt uns deutlich, daß während der Assimilation des Kohlenstoffes aus der Kohlensäure Sauerstoff ausgeschieden wird; dieser ausgeschiedene Sauerstoff vereinigt sich am Schlusse des Versuches mit demjenigen Quantum O₂, welches der Kultur am Anfange gegeben wurde und ruft auf solche Weise das hohe Verhältnis H₂ : O₂ hervor. Folglich, korrigiert man die Resultate auf den Assimilationssauerstoff hin, so wird man auch hier das Verhältnis H₂ : O₂ = 2,0 erhalten. Die Versuche ergeben, daß dieses wirklich der Fall ist, wenn aus einem Volum CO₂, welches für die Assimilation aufgeht, dasselbe Volum O₂ ausgeschieden wird; so ist in Versuch I das Verhältnis H₂ : O₂ = 659,77 : 258,29 = 2,55; nach der Korrektur H₂ : O₂ = 659,77 : (258,29 + 73,25) = 1,99.

Wir gelangen somit zu der Schlußfolgerung, daß bei der autotrophen Assimilation des Kohlenstoffes durch H-oxydierende Mikroorganismen eine Zerlegung des CO₂ mit gleichzeitiger Ausscheidung eines gleichen Volumens O₂ vor sich geht, wie solches der Fall bei den grünen Pflanzen ist, d. h. **der Chemismus der Photosynthese und der Chemosynthese ist ein und derselbe.**

Bei der Korrektur des Verhältnisses H₂ : O₂ auf den Assimilationssauerstoff hin ist es öfters der Fall, daß das Verhältnis H₂ : O₂ < 2,0 ist; dasselbe schwankt innerhalb bestimmter Grenzen gesetzmäßig, und zwar ist es in alten Kulturen (Versuch I) fast gleich 2,0; je jünger jedoch die Kultur ist, desto kleiner wird dieses Verhältnis, ja in ganz jungen Kulturen fällt es sogar bis auf 1,5. Zum Beispiel:

Nr. d. Vers.	Versuchsdauer	Verbraucht			N ausgeschieden ccm	H ₂ : O ₂	H ₂ : (O ₂ + CO ₂)	Auf 100 ccm CO ₂ oxydiert H ₂ ccm
		CO ₂ ccm	H ₂ ccm	O ₂ ccm				
III	12 Tage	33,06	119,09	48,72	+ 11,34	2,44	1,45	360
IV	18 "	38,73	183,16	73,64	+ 9,52	2,49	1,63	473
V	24 "	46,83	238,20	92,43	+ 11,82	2,58	1,71	509
VI	33 "	68,21	444,44	167,45	+ 18,18	2,65	1,88	651
VII	46 "	77,46	507,71	194,25	+ 19,96	2,61	1,87	656

Dieses zeigt uns, daß bei dem Wachstume der Mikroben auch eine Assimilation des O₂ vor sich geht.

Ferner weise ich auf den Umstand hin, daß die Assimilation des Kohlenstoffes aus der CO_2 bei den untersuchten Mikroorganismen stets mit einer Ausscheidung freien N verbunden ist (Vers. I, IIa, III–VII), während die Oxydation des H_2 ohne Ausscheidung freien N vor sich geht (Vers. IIb); dasselbe zeigt auch folgende Versuchsserie:

N-Ausscheidung in ccm.

In Gegenwart von CO_2	17,83	20,01	16,43	8,18	37,50
Ohne CO_2	+ 2,48	– 5,41	– 2,71	+ 3,44	– 1,70

Von besonderem Interesse ist die Befähigung der H-oxydierenden Bakterien zur Oxydation des H_2 auf Kosten des Sauerstoffes aus der CO_2 bei vollständiger Abwesenheit freien Sauerstoffes; dieser Prozeß geht langsam und schwach vor sich, doch werden immerhin von 10 bis 40 ccm H_2 per Kultur oxydiert. Einer normalen Kultur wurde H_2 und CO_2 ohne O_2 gegeben; nach 40 Tagen zeigte das Manometer eine Verminderung des Atmosphärendruckes in der Kultur auf 51,8 mm. Die Gasanalyse ergab folgende Resultate:

Versuch VIII.

	CO_2 ccm	H_2 ccm	O_2 ccm	N ccm
Vor dem Versuch	93,02	505,26	0,0	40,49
Nach dem Versuch	46,29	456,40	0,0	68,43
verbraucht	46,73	48,86	—	+ 27,94

Das von mir untersuchte Mikrob ist ferner auch zu einer heterotrophen Assimilation des Kohlenstoffes befähigt; es entwickelt sich auf fast allen gewöhnlichen organischen Nährsubstraten ganz gut. Der Gaswechsel der H-oxydierenden Bakterien ist unter saprophytischen Kulturbedingungen dem Gaswechsel typischer Saprophyten ähnlich.

Wenn heterotroph erzogene Mikroben zuerst den ganzen Vorrat an organischen Nährstoffen verbrauchten und sodann H_2 als Atmungsmaterial erhielten, so ging die Oxydation des H_2 auch in diesem Falle genau nach der Formel $2\text{H}_2 : \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ vor sich. Zum Beispiel:

Versuch IX.

Die Kultur wurde auf 0,06 g Galaktose an der Luft erzogen (vom 22. April bis 17. Mai), darauf erhielt dieselbe H_2 und O_2 ohne CO_2 ; nach 27 Tagen ergab die Gasanalyse:

	CO_2 ccm	H_2 ccm	O_2 ccm	N ccm
Vor dem Versuch	0,0	299,72	204,15	5,94
Nach dem Versuch	0,0	148,85	128,71	4,24
Verbraucht	—	150,87	75,44	– 1,70

Das Verhältnis $\text{H}_2 : \text{O}_2 = 150,87 : 75,44 = 2,0$.

Stehen den Mikroben sowohl organische Nährstoffe (Zucker, Alkohol usw.) als auch H_2 zur Verfügung, so verbrauchen dieselben sowohl das organische Substrat, indem sie dasselbe bis zur CO_2 verbrennen, als auch den H_2 , welches letzterer zu H_2O oxydiert wird; nur wird der H_2 in diesem Falle bedeutend schwächer oxydiert, als in Abwesenheit organischer Stoffe. Der Umstand, daß die organischen Stoffe dem H_2 vorgezogen werden, steht, nach unserer Auffassung, in direktem Zusammenhange mit der hohen Konzentration der organischen Stoffe im Nährsubstrate im Vergleiche zur Konzentration des H_2 . Unsere weiteren Versuche zeigen deutlich, daß die Energie der Oxydation des H_2 in direktem Zusammenhange mit seiner Konzentration steht: wenn ein und derselben normalen Kultur in der ersten Woche 78,61 pCt. H_2 gegeben werden, in der zweiten jedoch nur 20,26 pCt. H_2 , wobei die Menge des O_2 fast dieselbe bleibt (18,27 pCt. und 16,95 pCt.), so geht die Oxydation des H_2 in der ersten Periode $1\frac{1}{2}$ mal stärker vor sich als in der zweiten, wie solches aus folgender Versuchsserie zu ersehen ist:

	H ₂ verbraucht in ccm			
Nr. der Versuche	X	XI	XII	XIII
Erste Woche 78,61 pCt. H ₂	133,6	132,0	119,1	123,8
Zweite Woche 20,26 pCt. H ₂	66,8	83,6	82,1	83,2

Zu demselben Resultate gelangt man, wenn man ein und derselben normalen Kultur umgekehrt in der ersten Woche 20,83 pCt. H_2 und in der zweiten 76,71 pCt. H_2 gibt. Die Menge O_2 ist 16,80 pCt. und 20,92, wie es folgende Versuchsserie zeigt:

	H ₂ verbraucht in ccm			
Nr. der Versuche	XIV	XV	XVI	XVII
Erste Woche 20,83 pCt. H ₂	84,4	80,80	84,1	93,8
Zweite Woche 76,71 pCt. H ₂	122,2	135,8	145,2	124,8

Diese beiden Versuchsserien wurden bei vollständiger Abwesenheit CO_2 ausgeführt, wie auch in Versuch II b.

Odessa, 7. Dezember 1909.

(Aus dem agrikultur-chemischen 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: 1909

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Lebedeff A.J.

Artikel/Article: [Über die Assimilation des Kohlenstoffes bei wasserstoffoxydierenden Bakterien 598-602](#)