Weitere Beiträge zur Kenntnis von organischen Nahrungsstoffen mit spezifischer Wirkung.

III. Mitteilung.

Von

Emil Abderhalden und Ludwig Schmidt.

(Aus dem Physiologischen Institut der Universität Halle a. S.)

(Eingegangen am 10. August 1920.)

In der letzten Mitteilung¹⁾ ist die Frage aufgeworfen worden, ob die Feststellung, wonach geringe Mengen von Hefe als Beinahrung zu geschliffenem Reis gegeben, über viele Monate hinaus Tauben bei Wohlbefinden zu erhalten vermögen, darauf zurückzuführen ist, daß in der Hefe enthaltene Stoffe die Gewebsatmung in günstigem Sinne beeinflussen. Diese Vorstellung über die Wirkungsweise der Hefe bzw. der in ihr enthaltenen Nutramine schien durch die Beobachtung eine Stütze zu erhalten, daß die Muskulatur von an alimentärer Dystrophie erkrankten, stark abgemagerten Tauben einen außergewöhnlich geringen Gaswechsel aufweist. Nun wissen wir aus den Versuchen von Meyerhof²⁾, daß Hefekochsaft die Atmung von Muskeln, denen diese Fähigkeit durch Auslaugen mit Wasser genommen worden ist, wieder in Gang bringen kann. Eine Reihe von noch nicht veröffentlichten Beobachtungen an niederen Tieren, Eizellen, Kaulquappen usw. hatten ergeben, daß im Hefekochsaft und vor allem auch im Hefemacerations-saft und ferner in durch Ausziehen mit Alkohol aus Trockenhefe gewonnenen Produkten Stoffe vorhanden sind, die einen Einfluß auf den Gaswechsel verschiedener Zellarten besitzen. Es kommt allerdings wesentlich auf die Konzentration an, in der die Hefepräparate angewendet werden.

Auf Grund der erwähnten Erfahrungen prüften wir die Atmung von Muskeln von normalen Tauben, ferner von solchen, die nach ausschließlicher Ernährung mit geschliffenem Reis an alimentärer Dystrophie erkrankt waren und ferner von Tauben, die aus anderer Ursache sehr stark abgemagert waren.

¹⁾ Emil Abderhalden, dieses Archiv **178**, 260. 1920.

²⁾ Meyerhof, Zeitschr. f. physiol. Chemie **101**, 165. 1918; **102**, 1, 185. 1918; dieses Archiv **170**, 367, H. 28. 1918; **175**, 20. 1919.

Die Gewebsatmung wurde mittels Barcroft'scher Manometer bestimmt¹⁾. Hervorgehoben sei noch, daß die Manometer ständig auf Dichtigkeit geprüft wurden, weil die Erfahrung gezeigt hatte, daß unter Umständen Undichtigkeiten an den Hähnen auftreten können. Größte Sorgfalt wurde ferner auf möglichst gleichmäßige Zerkleinerung der Muskulatur verwendet. Von ausschlaggebender Bedeutung ist ferner die Zeit, in der die Muskulatur nach erfolgter Tötung des Tieres zur Anwendung kommt. Wir haben zu den vergleichenden Versuchen die Muskulatur sofort nach erfolgter Tötung der Tiere bzw. nach erfolgter Entfernung der Muskulatur aus dem Körper zerkleinert und verwendet.

1. Sauerstoffverbrauch vom Brustmuskel einer normalen Taube mit und ohne Einwirkung von Hefekochsaft.

Tabelle I.

Muskelmenge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	cm ³ O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,5	1,8 Ringer	20	10,4	592,2
0,5	1,2 Ringer 0,6 Hefekochsaft	20	9,7	684,0

Wie die vorstehende Tabelle zeigt, hatte der Zusatz von Hefekochsaft zu der Ringerschen Lösung keinen großen Einfluß auf den Sauerstoffverbrauch. In anderen Versuchen war der Einfluß noch viel geringer.

2. Sauerstoffverbrauch vom Brustmuskel von an alimentärer Dystrophie erkrankten Tauben ohne und mit Zusatz von Hefekochsaft bzw. von Muskelkochsaft.

Tabelle II, Taube Nr. 37.

Muskelmenge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	cm ³ O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,5	1,8 Ringer	30	7,0	306,8
0,22	1,2 Ringer 0,6 Hefekochsaft	30	5,3	567,0
0,5	1,2 Ringer 0,6 Hefekochsaft	30	13,2	490,0

¹⁾ Vgl. Siebeck im Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden Bd. VIII, S. 33–38. Die Ausschläge des Thermobarometers sind in den folgenden Tabellen jeweils schon berücksichtigt.

Tabelle III, Taube Nr. 44.

Muskel- menge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	cm O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,364	4,0 Ringer	30	0,6	77,4
0,309	4,0 Ringer	30	0,7	111,8
0,392	4,0 Kochsaft aus normalem Taubenmuskel	30	1,7	226,0
0,387	4,0 alkoholischer Hefeextrakt	30	1,6	194,6

Der Sauerstoffverbrauch von Muskeln von an alimentärer Dystrophie im Gefolge ausschließlicher Ernährung mit geschliffenem Reis erkrankten Tauben war stark herabgesetzt. Durch Zusatz von Hefekochsaft und ferner von Kochsaft aus normalem Taubenmuskel und endlich auch von alkoholischem Hefeextrakt aus hydrolysierter Hefe wurde der Sauerstoffverbrauch ganz bedeutend gesteigert. Die in Tabelle III angeführten absoluten Werte des Sauerstoffverbrauches sind kleiner ausgefallen als die in den beiden ersten Tabellen mitgeteilten entsprechenden Werte. Es liegt dies offenbar daran, daß bei den beiden ersten Versuchen der Muskel in kleine Würfel von etwa 1 mm Seitenlänge geschnitten worden war, während beim dritten Versuche Streifen von den ungefähren Maßen 1,7 zu 0,2 cm zur Verwendung kamen.

Die Tauben, deren Muskeln zu Versuch II und III verwendet worden waren, hatten vor ihrer Tötung die charakteristischen Krämpfe der alimentären Dystrophie gezeigt. Die Tiere waren außerordentlich stark abgemagert. Sie hatten 39 bzw. 35% des Gewichtes verloren, das sie beim Beginn der Verfütterung von geschliffenem Reis besessen hatten. Es war nun zu prüfen, ob die sehr starke Abmagerung in Zusammenhang mit der verminderten Muskelatmung stand oder aber, ob sie als charakteristischer Ausdruck für die im Gefolge der ausschließlichen Verfütterung von geschliffenem Reis auftretenden Erscheinungen war. Eine Reihe von sehr stark abgemagerten Tauben, die an einer eigenartigen, mit Schleimhautbelägen einhergehenden Krankheit litten, gaben uns Gelegenheit zu vergleichenden Studien. Es zeigte sich, daß auch hier (vgl. Tabelle IV) der Sauerstoffverbrauch der Muskulatur sehr stark herabgesetzt war. Auch hier ist der Einfluß des Zusatzes der oben erwähnten Art vorhanden.

Tabelle IV, Taube Nr. 38.

Muskel- menge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	cm O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,247	2,0 Ringer	33	2,7	168
0,261	2,0 alkoholischer Hefeextrakt	33	2,7	185,4
0,216	2,0 alkoholischer Hefeextrakt	33	2,3	232,8

Tabelle V, Taube Nr. 52.

Muskel- menge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	mm O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,331	4,0 Ringer	30	0,12	18,2
0,320	4,0 alkoholischer Hefeextrakt	30	2,05	333
0,317	4,0 Kochsaft von normalem Taubenmuskel	30	1,70	252

In Tabelle V ist der Sauerstoffverbrauch von Muskeln angegeben, die von einer Taube stammten, die im Anschluß an die Ernährung mit geschliffenem Reis sehr stark abgemagert war — sie hatte 44% des Anfangsgewichtes verloren —, die jedoch keine Krampferscheinungen aufwies. Die Körpertemperatur war auf 34,5° gefallen. Daß die Krampferscheinungen, die für die alimentäre Dystrophie im Gefolge von Reisernährung charakteristisch sind, in keiner direkten Beziehung zur Gewebsatmung bzw. zur Muskelatmung stehen, ergibt sich am deutlichsten aus den folgenden Beobachtungen. Tauben zeigen oft sehr schwere Krämpfe, obwohl das Körpergewicht noch nicht beträchtlich abgenommen hat und vor allen Dingen der Brustmuskel noch recht gut im Stande ist. Der Brustmuskel solcher Tauben zeigte keine Herabsetzung des Sauerstoffverbrauches, Zusatz von Hefekochsaft bzw. von alkoholischem Hefeextrakt bzw. des in Aceton löslichen Anteils der mit Alkohol aus hydrolysierten Hefe ausgezogenen Produkte hatte in diesen Fällen keinen Einfluß (vgl. Tabelle VI—VIII).

Tabelle VI, Taube Nr. 53.

Muskel- menge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	mm O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,218	4,0 Ringer	30	2,5	538
0,243	4,0 Ringer	30	2,3	492
0,224	4,0 alkoholischer Hefeextrakt	30	2,1	440
0,227	4,0 Hefekochsaft	30	1,8	390

Tabelle VII, Taube Nr. 55.

Muskel- menge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	mm O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,335	4,0 Ringer	30	2,5	370
0,304	4,0 Ringer	30	2,4	396
0,360	4,0 alkoholischer Hefeextrakt	30	2,8	366

Tabelle VIII, Taube Nr. 51.

Muskel- menge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	cm O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,250	3,0 Ringer	30	2,7	230
0,248	3,0 Ringer	30	2,5	228
0,230	3,0 Ringer	30	2,6	255
0,208	3,0 Ringer	30	2,55	237
0,228	3,0 alkoholischer Hefeextrakt	30	1,7	163
0,244	3,0 acetonlöslicher Anteil des Hefehydrolysates	30	2,5	220

Wir haben schließlich folgende Versuche ausgeführt: Einer Taube, die an heftigen Krämpfen litt, die jedoch relativ wenig abgemagert war, wurde in leichter Äthernarkose ein Bein amputiert. Hierauf wurde der Sauerstoffverbrauch des M. gastrocnemius und des M. soleus festgestellt. Die Taube erholte sich rasch. Sie erhielt zur Bekämpfung der Krämpfe 3 mal je 1 ccm einer 1proz. Lösung von alkoholischem Hefeextrakt. Diese Lösung war als sehr wirksam erprobt. Die Krämpfe ließen in kurzer Zeit nach. Nachdem die Taube nach dem äußeren Befund vollständig normal erschien, wurde sie getötet und nun der Sauerstoffverbrauch der gleichen Muskeln des am Tier verbliebenen Beines festgestellt. Ein Unterschied im Sauerstoffverbrauch der untersuchten Muskeln vor und nach der Einspritzung des Hefeextraktes war nicht feststellbar.

Es ergibt sich somit aus den vorliegenden Versuchen, daß die schweren Störungen, die insbesondere von seiten des Nervensystems, aber auch von seiten der Verdauungsorgane und des gesamten Stoffwechsels bei der alimentären Dystrophie nach ausschließlicher Ernährung mit geschliffenem Reis bei Tauben zu beobachten sind, sich nicht aus einer herabgesetzten Gewebsatmung, soweit die Muskulatur in Frage kommt, erklären lassen. Ebenso wenig kann die Hefewirkung von aus Hefe gewonnenen Stoffen mit der Beeinflussung der Muskelatmung in Zusammenhang gebracht werden. Damit ist noch nicht gesagt, daß nicht andere Gewebsarten, insbesondere das Nervensystem, in ihrer Atmung beeinträchtigt sind. Weitere Versuche müssen hier Klarheit schaffen.

Anhangsweise sei noch der Beobachtung gedacht, daß Muskeln, deren Sauerstoffverbrauch stark herabgesetzt ist, nur dann von Hefekochsaft bzw. von alkoholischem Hefeextrakt günstig beeinflusst werden, wenn sie frisch sind. Läßt man die Muskeln nach erfolgter Entnahme aus dem Körper bzw. nach eingetretenem Tode 2 bzw. 19 Stunden liegen, dann hemmt der erwähnte Zusatz den Sauerstoffverbrauch ganz wesentlich. Vgl. die Tabellen IX und X.

Tabelle IX, Taube Nr. 37.

Muskel- menge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	emm O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,5	1,8 Ringer	30	6,2	229,6
0,5	1,8 Ringer	30	7,3	315,6
0,5	1,2 Ringer 0,6 Hefekochsaft	30	1,3	55,2
0,5	1,2 Ringer 0,6 Hefekochsaft	30	1,4	54,4

Tabelle X, Taube Nr. 37.

Muskel- menge g	Medium	Versuchszeit Min.	abgelesen	emm O ₂ pro g Muskel und Stunde
0,5	1,8 Ringer	30	3,2	140,2
0,5	1,8 Ringer	30	2,2	71,1
0,5	1,2 Ringer 0,6 Hefekochsaft	30	0,8	37,6
0,5	1,2 Ringer 0,6 Hefekochsaft	30	1,3	48,2