

Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper.

XXXVII. Mitteilung.

Zur Kenntnis der Darmverdauung der Eiweißstoffe.

Von

E. S. London und F. Rivosch-Sandberg.

(Der Redaktion zugegangen am 20. August 1909.)

I.

Unter den neueren Methoden der Enzymforschungen (Emil Abderhalden, Euler usw.) nimmt auch die Methode von Sörensen¹⁾ eine bemerkenswerte Stellung ein. Die Formoltitrierungsmethode von Sörensen ist eigentlich eine Differentialmethode. Die absoluten Zahlen, die sie angibt, haben keine scharf definierte Bedeutung, indes dürfen die relativen Zahlen offenbar die Bedeutung klarer Hinweise beanspruchen.

Zur Orientierung darüber, wie weit diese Methode bei denjenigen Untersuchungen Anwendung finden kann, welche wir mit Hilfe der Polyfistelmethode ausführen, hielten wir es für zweckmäßig, sie vor allem bei solchen Arbeiten anzuwenden, wo genaue chemische Methoden sichere Resultate schon geliefert haben. Aus einer Untersuchungsreihe, die Emil Abderhalden und einer von uns im Verein mit mehreren Mitarbeitern ausgeführt haben, ist bereits bekannt, daß vom Magen bis zum Ileum, der Länge des Verdauungstraktus entsprechend, der Abbau der Eiweißmoleküle zunimmt. Um die Ergebnisse der Formoltitrierungsmethode in dieser Hinsicht zu prüfen, haben wir folgenden Versuch angestellt: Wir verfütterten Casein an 3 Hunde mit 5 Fisteln, deren Lage in der beifolgenden Tabelle I angegeben ist, und, indem wir von Zeit zu Zeit die eine oder die andere

¹⁾ Die Methode ist ausführlich in der «Biochemischen Zeitschrift» 1908, Bd. VII. angegeben.

Tabelle I.
Caseinverdauung.

Name des Hundes	Lage der Fistel	Verhältnis zwischen dem formoltitrierten N und dem Gesamt-N in %
Woltschok	Magen	9
Tschernoglazaja	Unteres Duodenum	13
„	Jejunum	25
Kurguzy	Oberes Ileum	27
„	5—6 cm vor dem Coecum	30

Fistel öffneten, erhielten wir den Brei aus dem entsprechenden Teile des Verdauungstraktus. Nach dem Abfiltrieren bestimmten wir in einem aliquoten Teile einerseits den Gesamtstickstoff, andererseits den formoltitierbaren Stickstoff, indem wir seine Berechnung genau nach Sörensen machten, d. h. die Menge der $\frac{n}{5}$ -Ba(OH)₂ mit 2,8 mg multiplizierten.

Wie aus der letzten Kolumne zu ersehen ist, erhielten wir im Verdauungstraktus von oben nach unten gehend, eine Reihe zunehmender Zahlen (9—13—25—27—30). Somit führt die Formoltitriermethode im Vergleichsversuch zu demselben Resultat, wie die direkte Bestimmung freier Aminosäuren. Dieser Umstand gestattet uns, die relativen Angaben dieser Methode als zuverlässig anzunehmen und gibt die Möglichkeit, sie in denjenigen Fällen anzuwenden, wo keine sicheren direkten chemischen Methoden vorhanden sind.

II.

Wie bekannt, bestehen die Mageneiweißverdauungsprodukte in ihrem größten Teile aus Albumosen und nur in unbedeutendem Maße aus Peptonen. Es drängt sich also die Frage auf, was für ein weiteres Schicksal diese Produkte nach dem Eintreten in den Darmtraktus haben, wo sie der Einwirkung des Pankreas- und des Darmsaftes unterworfen werden. Zur Aufklärung über diese Frage stellten wir einige Versuche am

Resorptionshund «Tschernoglazaja» an, bei dem sich die proximale Fistel im Duodenum jenseits der zweiten Pankreas-papille befindet und die distale 75—80 cm tiefer im Jejunum. Wir leiteten in 3 Versuchen durch den betreffenden Darmabschnitt 5%ige Lösungen von Albumosen resp. Peptonen samt Restkörpern, die aus dem Magenbrei eines Magenfistelhundes (Woltschok) bei Eiereiweißfütterung gewonnen waren, im vierten Versuch wurden Darmverdauungsprodukte eingeleitet. Eine Hälfte der Versuchslüssigkeit wurde in der üblichen Weise so eingeleitet, daß die Versuchssubstanz nur der Wirkung des Darmsaftes ausgesetzt war; zur anderen Hälfte jedoch wurde vor der Einspritzung zymogener Pankreassaft hinzugefügt. Sowohl in der eingeführten Flüssigkeit, wie in der aus der distalen Fistel zurückgewonnenen, wurde der Gesamt-N und der formol-titrierbare N bestimmt.

Tabelle II.
Versuche am Resorptionshund.

Verdauungsprodukt	Verhältnis zwischen dem formoltitrierten N und dem Gesamt-N (in %) in der Flüssigkeit		
	eingespritzten	ohne Pankreassaft	zurückgewonnenen mit Pankreassaft
Magenalbumose	9	18	18
„	7	16	17
Magenpepton	20	17	21
Darmprodukte	25	25	29

Die Tabelle II zeigt, daß die Eiereiweißmagenalbumose, beim Durchgang durch den pankreassaftlosen Darmabschnitt, an formoltitrierbarem N reicher wird (16—18% anstatt 7—9%), und der Zusatz von Pankreassaft keine merkbare Wirkung in dieser Hinsicht ausübt. Was die Peptone betrifft, so ergab die aus der Jejunumfistel erhaltene Flüssigkeit denselben Prozentgehalt an formoltitrierbarem N, wie die in das Duodenum eingeleitete. Das Hinzufügen von Pankreassaft äußerte auch hier

keine Wirkung. Auch beim Durchleiten von Darmverdauungsprodukten war kein bedeutender Zuwachs von formoltitrierbarem N zu merken.

Soweit man also aus der Formoltitrierungsmethode schließen kann, wird die weitere Hydrolyse der sog. Albumosen, welche aus dem Magen in den Darm eintreten, durch den Darmsaft bewirkt, der Pankreassaft nimmt nach Maßgabe der erwähnten Untersuchungsmethode an diesem Prozesse keinen merklichen Anteil. Die sog. Peptone samt Restkörpern, die aus dem Magen austreten, scheinen weder der Wirkung des einen, noch der des anderen Saftes zu unterliegen.

Sollten die weiteren umfangreicheren Untersuchungen, die wir in Kürze vorzunehmen gedenken, dies Ergebnis bestätigen, so wird man annehmen müssen, daß die Hauptrolle des Pankreassaftes im Darm darin besteht, daß er die aus dem Magen kommenden intakt gebliebenen Eiweißreste zerlegt.

III.

Es schien uns fernerhin interessant zu verfolgen, wie die weitere Spaltung verschiedener Eiweißkörper verläuft, wenn der an verschiedenen Stellen des Verdauungstraktus gewonnene Brei im Brutschrank bei Körpertemperatur der Wirkung der sich darin befindlichen Fermente überlassen wird. Eine derartige Untersuchung könnte uns vor allem eine Vorstellung von der Veränderung in den Leistungen der Fermente geben, welche eintreten, sobald sie sich im Darm von ihrer Ursprungsstelle zugleich mit dem Chymus fortbewegen. Weiter wollten wir mittelst dieser Methode darüber Kenntnis gewinnen, wie weit der unter diesen Verhältnissen erfolgende Abbau des Eiweißes an irgend einer gegebenen Stelle des Darms von dem maximalen unter den vorhandenen Bedingungen überhaupt erreichbaren Abbaugrad entfernt ist.

Der Versuch bestand darin, daß von verschiedenen Verdauungshunden, die mit verschiedenen Eiweißarten gefüttert waren, aus den Fisteln der Chymus gesammelt wurde. Der-

selbe wurde dann mit Toluol beschickt und im Brutschrank bei 37° C. digeriert. Von Zeit zur Zeit bestimmten wir den formoltitrierbaren N.

Tabelle III.

Name des Hundes	Lage der Fistel	Zeit der Verdauung im Brutschrank (in Tagen)	Verhältnis zwischen dem formoltitrierten N und dem Gesamt-N
I. Leim.			
Kuzaja	Mitte des Dünndarmes	0	23
"	"	$\frac{2}{3}$	33
"	"	2	41
"	"	11	51
"	"	17	51
"	"	53	62
Rjabtschik	100 cm vom Coecum	18	53
"	"	23	63
"	"	47	63
II. Casein.			
Tschernoglazaja	Im unteren Duodenum	0	13
"	"	6	40
"	"	26	69
"	"	47	70
III. Gliadin.			
Druschók	Zwischen der 1. und 2. Duodenalpapille	109	49
Matuschka	1 m von Pylorus	103	52
Kuzaja	Mitte des Dünndarmes	78	48
Rjabtschik	100 cm von Coecum	92	59

Aus der vorliegenden Tabelle III, die zwar auf Vollständigkeit durchaus keinen Anspruch machen kann, ist ohne weiteres folgendes zu entnehmen:

1. Von den geprüften Eiweißarten zeigte bei Kutzaja das Casein den höchsten Koeffizienten an formoltitrierbarem N — d. h. 70% nach Verlauf von 47 Tagen, während die Gelatine bloß 62% (nach 53 Tagen) und das Gliadin 43% (nach 75 Tagen) gaben.

2. Das Casein gab, wie gesagt, 70% formoltitrierbaren Stickstoff, nachdem der Brei 47 Tage im Brutschrank verweilt hatte. Beim obenerwähnten Versuch an 3 Stunden mit 5 Fisteln erwies der Chymus sogar aus den tiefsten Darmabteilungen bloß 30%. Folglich waren — insofern überhaupt nach der Formoltitrierung ein Urteil gestattet ist — die ursprünglichen Breie ziemlich weit entfernt von der höchsten Entwicklung der fermentativen Leistung, welche darin verborgen war.

Werfen wir nun einen Blick auf den Gelatineabschnitt in der Tabelle III. Der Chymus, der unmittelbar aus der Fistel entnommen war, gibt einen Koeffizienten des formoltitrierbaren N von 23% an; es waren weitere 16 Stunden nötig, um ihn bis zu 33% steigen zu lassen, und 53 Tage — um das Maximum von 62% zu erreichen, obwohl noch möglich ist, daß beim längeren Stehen auch dieser Koeffizient steigen würde. Darüber werden wir mit dem Laufe der Zeit Aufschluß bekommen.

3. Um über die mittlere Verdauungskraft der Fermente in verschiedenen Darmabschnitten ein Urteil zu gewinnen, wenden wir uns am besten wiederum zu der Gelatine. Nach 17-tägigem Aufenthalt im Brutschrank erwies der aus der Darmmitte entnommene Brei den Koeffizienten des formoltitrierbaren N gleich 51%, nach 53 Tagen: 62%. Der Chymus, welcher aus der 100 cm tiefer liegenden Fistel (Rjabtschuk) entnommen war, gab fast dieselben Zahlen und zwar nach 18 Tagen 53% und nach 47 Tagen 63%.

Durch weitere systematischere Untersuchungen werden wir suchen die Sache eingehender zu erforschen.

IV.

Wir haben endlich eine Versuchsreihe mit dem nach dem oben beschriebenen Verfahren im Brutschrank völlig abgebauten Casein an dem vorhin erwähnten Resorptionshund Tschernoglazaja ausgeführt. Wir wollten wissen, ob der formoltrierbare N dem Gesamt-N parallel resorbiert wird, oder ob der Darmkanal ein elektives Verhalten zu den betreffenden Substanzen zeigt. Es erwies sich, daß der formoltrierbare N dem Gesamt-N parallel aus dem Darm bei der Resorption verschwindet.
