

kung des Natrium nucleicum der Hefezellen ist einheitlich und spezifisch. Das entsprechende Immunsorium wirkt nur auf Hefezellen, nicht aber auf Bakterien, wie Versuche mit *Coli*- und Typhusbazillen, mit *Cholera*vibriolen, mit *Vibrio Finkler* und mit *Spirillum volutans* gezeigt haben.

Ob dem Natrium nucleicum außer der agglutinogenen noch andere antigene Wirkungen zuzuschreiben sind, konnte ich noch nicht genau prüfen. Wie ein Versuch zeigen konnte, scheint diese Substanz eine präzipitogene Eigenschaft allerdings nicht zu besitzen.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUFENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER,
REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVS.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM WALDEYER,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UND

DR. MAX RUBNER,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1915.

== PHYSIOLOGISCHE ABTHEILUNG. ==

VIERTES UND FÜNFTES HEFT.

MIT VIER FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1916

leicht war in diesem Versuche die Resorption dadurch begünstigt, daß sich das größtenteils entfettete Material viel feiner zerkleinern ließ, als bei den frischen Nüssen, bei denen bei großer Anwendung von Gewalt ein Auspressen von Fett befürchtet werden mußte.

Die Gesamt-N-Ausscheidung im Kot war auch in diesem Versuche wieder kleiner, als sie im Durchschnitt bei Fleischkot zu sein pflegt. In beiden Fällen einen Zufall zu sehen, ist nicht sehr wahrscheinlich, andererseits ist bisher nicht bekannt, daß sich bei gemeinsamer Verfütterung zweier Nahrungsmittel stickstoffhaltige Stoffwechselprodukte im Kote mindern können.

Versuche über die Verdaulichkeit der Haselnußschalen.

Von

Max Rubner.

I.

Nachdem sich gezeigt hat, daß die Verdaulichkeit der Zellmembranen sehr verschiedener Herkunft, verschiedener morphologischer Struktur, wie Holzmasse, Kleie, Spinat, Möhren überraschend ähnlichen Einwirkungen im Darmkanal unterliegen, schien es mir doch noch wünschenswert, zu erfahren, ob auch sehr harte und widerstandsfähige Gebilde, wie die harten Schalen von Nüssen, der Auflösung im Darmkanal zugänglich sind.

Praktische Erfahrungen darüber besitzen wir nicht, es würde widersinnig erscheinen, deraartiges Material etwa als Tierfutter zu bezeichnen. Was man an Kernen von Beerentrüchten zufällig oder absichtlich verschluckt, geht erfahrungsgemäß wieder im Kote ab. Das wird ungefähr als Maßstab für die Unresorbierbarkeit der harten Schalen der Nußarten angesehen.

Wenn ich andererseits die Zusammensetzung der Schalen selbst betrachtet, so finde ich in dieser keineswegs einen Grund, eine völlige Unverdaulichkeit derselben anzunehmen. Die Haselnußschalen enthalten dieselben Mischungen von Stoffen, die auch anderweitig als verdanliche Zellbestandteile vorkommen. „Die Härte“ muß also wohl in einer eigenartigen Verbindung der Teile untereinander liegen, vielleicht auch in der Festigkeit der Masse, deren Luftfreiheit und geschlossenen Aneinanderlagern der Teile.

Jedenfalls muß es von Interesse sein, hierüber direkt eine Aufklärung zu bringen. Ich habe daher die Haselnußschalen so vollkommen wie möglich pulvern lassen und dieses Material zur Fütterung verwendet. Der Hund erhielt neben 1000 g Fleisch täglich 61.46 g trockenes Haselnußschalenpulver. Die Zusammensetzung der letzteren habe ich schon früher angegeben.

Zusammensetzung der eingeführten Haselnußschalen.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

1.36	Prozent Asche,
98.64	„ Organisches,
32.88	„ Pentosen = 29.02 Prozent Pentosan,
36.68	„ Reinzellulose,
97.10	„ Reinzellmembran mit 27.69 g Pentosen,
0.19	g N = 1.187 g Protein,
0.36	„ Fett.

1 g Substanz lieferte 3.856 kg-cal.

In 100 Teilen Zellmembran sind:

37.77	Prozent Zellulose,
29.88	„ Pentosane,
32.35	„ Restsubstanzen.

In 70 g Lufttrocken = 61.46 g trockener Haselnußschale pro Tag sind:

0.84	g Asche,
60.66	„ Organisches,
20.22	„ Pentose = 17.85 g Pentosane,
22.56	„ Reinzellulose,
59.69	„ Reinzellmembran mit 17.02 g Pentosan,
20.11	„ Restsubstanz,
0.12	„ N = 0.74 g Protein,
0.22	„ Fett.

Verbrennungswert der Zufuhr 237.00 kg-cal. pro Tag.

Die Ausscheidungen blieben fest, doch war der Kot geneigt, leicht zu einem Pulver zu zerbröckeln. Die Zusammensetzung des Kotes und die täglichen Ausscheidungen sind in nachstehender Tabelle aufgeführt:

Zusammensetzung des Kotes nach Fütterung von Haselnußschalen.

100 Teile enthalten:

7.87	g Asche,
92.13	„ Organisches,
23.84	„ Pentosen = 21.05 g Pentosan,
25.25	„ Reinzellulose,
69.09	„ Reinzellmembran mit 20.27 g Pentosan,
2.24	„ N,
2.38	„ Fett.

In 51.88 g trockenem Kot sind pro Tag:

4.08	g Asche,
47.80	„ Organisches,
12.37	„ Pentosen = 10.92 g Pentosan,
13.09	„ Reinzellulose,
35.84	„ Reinzellmembran mit 10.70 g Pentosan,
12.04	„ Restsubstanz,
1.16	„ N,
1.23	„ Fett.

In 100 Teilen Zellmembran sind:

36.52	Prozent Zellulose,
29.88	„ Pentosan,
33.60	„ Restsubstanz.

1 g Kot liefert 4.690 Kal. = 243.3 im ganzen pro Tag.

Die erste Frage, die hier zu beantworten ist, betrifft die Möglichkeit der Resorption des harten Materiales überhaupt. Ließe man sich nun von dem allgemeinen Aussehen des Kotes leiten, so würde man meinen, daß überhaupt nichts resorbiert wird, das ist aber nicht der Fall. Es läßt sich leicht zeigen, daß tatsächlich die Haselnußschalen auch verdaulich sind.

Als Gesamtzufuhr haben wir pro Tag

237.00	kg-cal.
243.3	„
67.7	„

also trifft auf Unresorbierbarkeit der Haselnußschalen 175.6 kg-cal.

d. h. es ist ein Verlust von 70.4 Prozent vorhanden, also auch eine Resorption von 29.6 Prozent.

Aus dem Versuche folgt, daß auch die härtesten Pflanzenschalen keineswegs unresorbierbares Material sind, ich glaube, man wird es kaum bezweifeln dürfen, daß auch die Schalen der Walnüsse, Paranüsse usw. sich ebenso verhalten werden. Es ist immerhin ein überraschendes Ergebnis. Dabei wird man nicht einmal sagen können, daß durch die Fütterung dieser schwer resorbierbaren Substanzen etwa ein Darmreiz stattgefunden habe, ein solcher müßte sich durch eine Steigerung der N-Ausscheidung im Kote gegenüber der reinen Fleischfütterung zu erkennen geben.

Die N-Ausscheidung beträgt bei Fütterung von Haselnußschalen 1.16 bei reiner Fleischkost 1.09.

mehr 0.07

Diese Differenz besagt nichts. Das kleine Mehr der Ausscheidung kann auf die kleinen N-Mengen zurückgeführt werden, die in der nicht resorbierbaren Zellmembran enthalten sind.

II.

Die Resorption der Zellmembran erfolgt, wenn man die einzelnen schon berichteten Experimente sich vergegenwärtigt, sehr verschieden, bei Birkenholz mit einer gewissen Begünstigung der Pentosen bei der Resorption, in anderen Fällen mit einer ausgesprochen starken Resorption gerade dieses Zellmembrananteiles.

Die Feststellung, ob auch dieses besonders harte Material die gleichen Angriffswege der verdauenden Eingriffe erkennen läßt, ist also von besonderer Bedeutung. Aus den Tabellen läßt sich leicht eine Antwort erteilen, es gingen zu Verlust:

60.53	Prozent der Gesamtpentosen (abzinkl. der Fleischkotpentosen),
58.22	„ der Zellholse,
59.09	„ der Zellmembran,
59.54	„ der Restsubstanz,
62.86	„ der Pentosen der Zellmembran.

Daraus folgt: Alle einzelnen Bestandteile der Haselnußschale sind gleichmäßig angegriffen worden, bei keiner Substanz tritt eine spezifische Einwirkung entgegen. Diese harte Substanz verhält sich also ganz anders, als alle bisher untersuchten Membranen. Man hat den Eindruck, daß die Bestandteile hier ganz innig miteinander vermischt sind, so daß ein elektrives Auflösen zur Unmöglichkeit gehört. Wahrscheinlich sind die Teilchen ganz ohne Poren, so daß ein Vordringen der Fermente und der die Zellholse lösenden Mikroben ausgeschlossen ist. Die Auflösung findet durch gleichmäßigen Angriff von der freien Oberfläche der Partikeln her statt. Daher stimmt auch die Zellmembran der Zufuhr und der des Kotes bis auf geringfügige Abweichungen überein. Pentosen, welche von der Zellmembran abgetrennt sind und gelegentlich frei in den Ausscheidungen sich nachweisen lassen, finden sich hier sozusagen nicht, zwar betragen die Gesamtpentosane des Kotes 10.92 und jene der Zellmembranen 10.70, aber im Kote sind auch 0.125 Pentosan, die vom Fleischkot herrühren; zieht man letzteren von der Gesamtpentosan ab: 10.92 — 0.125, so bleiben 10.80 übrig und 10.70 Pentosane sind in der Zellmembran.

Es läßt sich jetzt auch feststellen, ob unter dem Einfluß der schwer verdaulichen Masse eine vermehrte Kotbildung im Darm eingetreten ist oder nicht.

Pro Tag wurden mit dem Kote abgegeben	243.3 Kal.
Von der gefütterten Haselnußschale rühren	35.84
Reinzellmembranzellen her, nimmt man für diese den Kalorienwert der Haselnußschalen (3.856 kg-cal bei 1.56 Prozent Asche = 3.910 pro 1 g organisch), so beträgt die Anzahl der Kalorien, die sicher auf die Schalen zu beziehen sind, $35.84 \times 3.91 =$	140.1
	„
Rest	103.2 Kal.
Kot bei reiner Fleischfütterung liefert	67.7
also mehr	35.5 Kal.

Die im Kot ausgeschiedene Zellmembran bestand einfach aus dem teilweise von Fermenten und Mikroben angegriffenen Resten der Zufuhr, sie enthielt also etwas N-Substanz und etwas Fett, etwa 0.44 g der ersten und 0.12 von letzterer. Beide zusammen repräsentieren rund 3.7 Kal., die noch in Abzug kämen, sie ändern das Gesamtergebnis nicht, daß eine geringe Vermehrung der Kotbildung vorhanden ist. Das erklärt dann auch die Abweichung zwischen den Angaben der Ausnützung des direkten berechneten Kalorienverlustes und des Verlustes, der aus der Berechnung der einzelnen Nahrungsbestandteile sich ergibt.

Die Untersuchung der Nußschale bringt den Beweis, daß auch diese steinharten Massen im Darmkanal angegriffen werden und fast nicht weniger als die Zellmembran der feinsten und zartesten Gemüse. Damit kann ich die Prüfung dieser Zellmembranen in den allgemeinen Zügen als abgeschlossen betrachten, womit nicht gesagt sein soll, daß die eine oder andere weitere Untersuchung damit unnötig wird, da man doch nicht vergessen darf, daß vorläufig nur einzelne Gruppen von Stoffen bei der Analyse der Zellmembran berücksichtigt werden konnten. Aber es handelt sich zunächst darum, das ganze Gebiet der weiteren Beachtung zuzuführen.