

Bildung von Zucker aus Fett.

Von

Emil Abderhalden u. P. Rona.

(Aus dem I. chemischen Institut der Universität Berlin.)

(Der Redaktion zugegangen am 8. März 1907.)

Es ist eine längst einwandfrei erwiesene Tatsache, daß gewisse Samen, z. B. Ölsamen, aus Fett Kohlehydrate bilden.¹⁾ Seegen²⁾ stellte denselben Vorgang experimentell auch für den tierischen Organismus fest. Wurden nämlich Leberstücke von eben getöteten Tieren fein zerschnitten und mit defibriertem Blut gemischt bei 37° stehen gelassen, so erhielt Seegen mit entsprechenden Proben, welchen emulsioniertes Fett oder auch Fettsäuren zugesetzt waren, eine bedeutend stärkere Reduktion, als bei den ohne Zusatz verbliebenen Kontrollproben. Seegen schließt hieraus, daß sich Zucker auf Kosten des zugesetzten Fettes resp. der Fettsäuren gebildet habe. Weiß,³⁾ welcher diese Versuche wiederholte, kam zu demselben Resultat wie Seegen. Ließe sich dieser Befund bestätigen, so wäre es von hohem Interesse, die Zwischenstufen, welche bei dieser Reaktion auftreten müßten, zu verfolgen, um so einen Einblick in dieselbe zu erhalten. Vor allem galt es, festzustellen, ob die beobachtete Zunahme an reduzierenden Verbindungen tatsächlich einer Neubildung von Zucker entspricht, was bisher noch nicht einwandfrei nachgewiesen worden war.

Eine Wiederholung der Seegen-Weißschen Versuche unter genauer Innehaltung der von diesen Autoren angewandten Versuchsanordnung führte zu dem Resultate, daß sowohl bei Zusatz von emulgiertem Fett, als bei Zusatz von Fettsäuren zu Leberbrei und Blut keine Vermehrung der reduzierenden Substanzen eintritt. Bald zeigten die ohne einen Zusatz bei 37° gehaltenen Kontrollproben eine stärkere Reduktion, bald

¹⁾ Sachs, Botanische Zeitung 1859. Peters landw. Versuchstationen, Bd. III, 1861.

²⁾ Seegen, Die Zuckerbildung im Tierkörper, S. 151, 1890.

³⁾ J. Weiß, Über die Bildung von Zucker aus Fett im Tierkörper. Diese Zeitschrift, Bd. XXIV, S. 542, 1898.

fiel das Resultat in anderem Sinne aus. In keinem Fall war die Zunahme an reduzierenden Substanzen so bedeutend, daß auf eine Neubildung von Zucker aus Fett zu schließen gewesen wäre. Die Schwankungen fallen durchaus innerhalb der unvermeidlichen Versuchsfehler, welche namentlich durch den Entweißungsprozeß hervorgerufen werden. Außerdem muß in Betracht gezogen werden, daß bei der ganz ungleichmäßigen Verteilung des Glykogens in der Leber selbst durch die feinste Verkleinerung nicht vermieden werden kann, daß den einzelnen Partien verschieden große Mengen desselben zugefügt werden. Bei den kleinen Zahlen macht natürlich eine geringe Abweichung eine prozentisch große Differenz aus. Jedenfalls wird die Theorie der Zuckerbildung aus Fett durch diese Versuche keineswegs gestützt. Der negative Ausfall derselben läßt natürlich keine Rückschlüsse auf die Vorgänge im lebenden Organismus zu.

Experimenteller Teil.

Zu den Versuchen wurde jedesmal frisch vom Schlachthof erhaltene Leber vom Hammel in der Hackmaschine fein zerrieben, gleiche Mengen davon in 2 oder 3 Portionen abgewogen, und hierauf, nachdem eine Portion der zerriebenen Hammelleber mit Ölsäure, resp. mit Olivenöl, gründlich vermischt worden war, mit der gleichen Menge frischen defibrinierten Hammelblutes innig gemischt, in verschlossenen Gefäßen in den Brutraum gestellt und 5—6 Stunden Luft durchgeleitet. Aus der durch wiederholtes Zentrifugieren mit 95%igem Alkohol und durch Abpressen des Rückstandes mit der Handpresse von den festen Bestandteilen getrennten eiweiß- und zuckerhaltigen Flüssigkeit erfolgte die Entfernung des Eiweißes nach der Methode von Abeles¹⁾ mittels einer absolut alkoholischen Lösung von Zinkacetat. Der Eiweißniederschlag wurde durch Zentrifugieren und Abpressen gründlich erschöpft und in der so gewonnenen klaren, hellgelben Flüssigkeit der Zucker nach Fehling bestimmt.

1. Versuch (Hammel). Je 150 g Leberbrei wurden mit je 200 cem defibriniertem Blut vermischt. Zu einer Portion wurden 5 g Ölsäure hinzugefügt.

¹⁾ Abeles, Diese Zeitschrift, Bd. XV, S. 495, 1891.

Nach dem Ausfällen der Eiweißkörper und Einengen des Filtrates verblieben:

a) Vom Gemisch ohne Zusatz 138,5 ccm Flüssigkeit. Verbrauch wurden davon 6,8 ccm (=0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,01 g.**

b) Vom Gemisch mit 5 g Ölsäure 176 ccm Flüssigkeit. Verbrauch wurden davon 8,3 ccm (=0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,06 g.**

2. und 3. Versuch (Hammel). Je 150 g Leberbrei wurden mit je 150 ccm defibriniertem Blut vermischt. Eine Portion wurde mit 5 g Ölsäure, eine zweite mit 5 g Olivenöl versetzt.

Nach dem Enteiweißen und Einengen verblieben:

a) Vom Gemisch ohne Zusatz 135 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 4,8 ccm (=0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,40 g.**

b) Vom Gemisch mit 5 g Ölsäure 120 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 3,7 ccm (=0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge **1,62 g.**

c) Vom Gemisch mit 5 g Olivenöl 119 ccm. Davon verbraucht 4,5 ccm (=0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,32 g.**

4. und 5. Versuch (Hammel). Je 130 g Leber wurden mit je 130 ccm defibriniertem Blut vermischt. Eine Portion wurde mit 5 g Ölsäure, eine zweite mit 5 g Olivenöl versetzt.

Nach dem Enteiweißen und Einengen verblieben:

a) Vom Gemisch ohne Zusatz 205 ccm. Davon verbraucht 6,4 ccm (=0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,60.**

b) Vom Gemisch mit 5 g Ölsäure 204 ccm. Davon verbraucht 7,4 (=0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,38 g.**

c) Vom Gemisch mit 5 g Olivenöl 200 ccm. Davon verbraucht 7,5 ccm (=0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,33 g.**

6. und 7. Versuch (Hammel). Je 100 g Leber wurden mit je 130 ccm defibriniertem Blut vermischt. Eine Portion wurde mit 5 g Ölsäure, eine zweite mit 5 g Olivenöl versetzt.

Nach dem Enteiweißen und Eindampfen verblieben:

a) Vom Gemisch ohne Zusatz 216 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 4,6 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **2,34** g.

b) Vom Gemisch mit 5 g Olivenöl 282 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 6,0 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **2,35** g.

c) Vom Gemisch mit 5 g Ölsäure 358 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 7,4 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **2,41** g.

8. Versuch (Kaninchen). Je 60 g Leber wurden mit je 40 ccm defibriniertem Blut vermischt. Eine Portion wurde mit 5 g Ölsäure versetzt.

Nach dem Enteiweißen und Einengen verblieben:

a) Vom Gemisch ohne Zusatz 80 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 4,8 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **0,83** g.

b) Vom Gemisch mit 5 g Ölsäure 102 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 6,3 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **0,81** g.

9. und 10. Versuch (Hammel). Je 100 g Leber wurden mit je 100 ccm defibriniertem Blut vermischt. Eine Portion wurde mit 5 g Ölsäure, eine andere mit 5 g Olivenöl versetzt.

Nach dem Enteiweißen und Einengen verblieben:

a) Vom Gewicht ohne Zusatz 102 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 5,6 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **0,91** g.

b) Vom Gemisch mit 5 g Olivenöl 147 ccm. Davon verbraucht 7,2 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,02** g.

c) Vom Gemisch mit 5 g Ölsäure 143 ccm. Davon verbraucht 7,2 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **0,99** g.

11. Versuch (Hammel). Je 100 g Leber wurden mit 200 ccm defibriniertem Blut vermischt. Eine Portion wurde mit 5 g Ölsäure versetzt.

Nach dem Enteiweißen und Einengen verblieben:

a) Vom Gemisch ohne Zusatz 147 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 9,5 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **0,77 g.**

b) Vom Gemisch mit 5 g Ölsäure 110 ccm. Davon verbraucht 9,8 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge **0,56 g.**

12. und 13. Versuch (Hund). Je 70 g Leber wurden mit 60 ccm Blut vermischt. Eine Portion wurde mit 5 g Ölsäure, eine zweite mit 5 g Olivenöl versetzt.

[Versuch 10—13 sind mit Gummizusatz angestellt].

Nach Enteiweißen und Einengen verblieben:

a) Vom Gemisch ohne Zusatz 204 ccm Flüssigkeit. Davon verbraucht 8,0 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge: **1,27 g.**

b) Vom Gemisch mit 5 g Olivenöl 146 ccm. Davon verbraucht 5,8 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge **1,25 g.**

c) Vom Gemisch mit 5 g Ölsäure 156 ccm. Davon verbraucht 5,5 ccm (= 0,05 g Zucker).

Absolute Zuckermenge **1,41 g.**

Um dem Einwand vorzubeugen, daß die in der Leber wirksamen Fermente, die die Umwandlung des Fettes in Zucker veranlassen könnten, in der kurzen Zeit des Transportes vom Schlachthof ins Institut ($\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunde) zugrunde gegangen wären, wurde je ein Versuch mit zwei Kaninchen und einem Hund angestellt, bei welchen die Leber sofort nach ihrer Entnahme in gleicher Weise, wie oben angegeben, verarbeitet wurde.¹⁾

In drei Versuchen wurde das Öl bzw. die Ölsäure in Form von Emulsion mit einer Gummilösung angewendet. Denselben Zusatz erhielt auch die Kontrollprobe. Eine innige Mischung des Öls mit dem Leberbrei macht diese Komplikation jedenfalls überflüssig. Besondere Sorgfalt muß darauf gelegt werden, daß die zu untersuchende Flüssigkeit vollkommen enteiweißt ist. Schon kleine Mengen von Eiweiß machen eine genaue Zuckerbestimmung unmöglich.

¹⁾ Ganz dasselbe Resultat ergab ein Zusatz von Palmitin- und Stearinsäure.