

Gallensäuren: Cholesterin und Dihydroxycholansäuren: Trihydroxycholansäuren und auch höhere Werte des Verhältnisses Lipid Phosphor: Cholesterin, wodurch das Ausbleiben der Cholesterin-Gallenstein-Bildung bei Küken anscheinend erklärt ist.

Der Austausch von Glukose mit Reisstärke (Gruppe 2) führte nicht zu Erhöhung des Verhältnisses Gesamt-Gallensäuren: Cholesterin wie in früheren Versuchen mit Hamstern.

Einführung von 5% Fett (Gruppe 3 und 4) erhöhte den Gehalt an Lipid-Phosphor.

In Gruppe 4 (gehärtetes Palmenkernöl) stieg der Cholesteringehalt anscheinend während der Fütterungsperiode an, während das Verhältnis Gesamt-Gallensäuren: Cholesterin abnahm.

Die gelatinehaltige Nahrung (Gruppe 5) führte nicht zur Bildung von Glyzin-konjugierten Gallensäuren.

Die Küken der Gruppen 1–5 wuchsen bedeutend schlechter als diejenigen der Gruppe 6, welche die normale Futtermischung erhielten. Nichts destoweniger waren die Abweichungen in der Zusammensetzung ihrer Blasengalle von der der normal-wachsenden Küken nicht extrem.

Das pH der Blasengalle war etwas niedriger bei den Küken als bei den Hamstern.

### References

1. DAM, H. and CHRISTENSEN, F., Z. Ernährungswiss. 2, 154 (1962). — 2. PRANGE, I., CHRISTENSEN, F. and DAM, H., Z. Ernährungswiss., 3, 59 (1962). — 3. DAM, H. and CHRISTENSEN, F., Z. Ernährungswiss. 2, 36 (1961). — 4. HASLEWOOD, G. A. D. and SJÖVALL, J., Biochem. J. 57, 126 (1954). — 5. ANDERSON, J. G., HASLEWOOD, G. A. D. and WOTTON, J. D. P., Biochem. J. 67, 323 (1957). — 6. WINDAUS, A., BOHNE, A. and SCHWARZKOPF, E., Z. physiol. Chem. 140, 167 (1924). — 7. WINDAUS, A. and VAN SCHOOR, A., Z. physiol. Chem. 157, 177 (1926). — 8. YAMASAKI, K., J. Biochem. (Tokyo) 18, 323 (1933).

Author's address:

Professor Dr. HENRIK DAM, Department of Biochemistry and Nutrition, Polytechnic Institute, Østervoldgade 10 L, Copenhagen, (Denmark)

*Aus dem Physiologisch-Chemischen Institut der Universität Basel*

## **Zur Frage möglicher Beeinträchtigung der ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Erdnußöl durch längeres Erhitzen**

Von KARL BERNHARD und HERIBERT WAGNER

Mit 3 Tabellen

(Eingegangen am 23. September 1962)

Von verschiedener Seite wurden Beeinflussung von Wachstum und Gesundheit von Versuchstieren (zumeist Ratten) beobachtet, denen auf hohe Temperaturen erhitzte Fette oder Öle mit einer normalen Diät verfüttert wurden. Die Art des Erhitzens ist dabei nicht gleichgültig und kann zu nachweisbaren strukturellen Veränderungen führen, welche die ernährungsphysiologischen Eigenschaften eines so behandelten Produktes herabsetzen und als Ursache im Tierversuch beobachtbarer Schädigungen aufzufassen sind (1–3).

Das längere Erhitzen von Fetten in Gegenwart von Sauerstoff praktizieren zahlreiche Gaststätten. Es schien angezeigt, durch einige Versuche zu einer Ab-

klärung beizutragen, ob dabei bereits schädigende Veränderungen auftreten. Ganz kürzlich von POLING, WARNER, MONE und RICE (4) mitgeteilte Befunde veranlassen uns, über ein paar Jahre zurückliegende, auf Anregung von Prof. O. HÖGL (Eidg. Gesundheitsamt Bern) ausgeführte Versuche zu berichten.

Wir haben im Ausmaße von 10 und 20% einer normalen Diät beigefügt, an Ratten während 80 Tagen Erdnußöl verfüttert, das folgende Behandlung erfahren hatte:

- a) Erhitzen in Gegenwart von Luftsauerstoff auf 205° während 18 Stunden
- b) Erhitzen auf 180° und 14maliges wiederholtes Eintragen roher Kartoffeln zum Zwecke der Herstellung von Pommes Frites

Gleichzeitig wurde unter analogen Verhältnissen unverändertes Erdnußöl verabreicht.

Die Erdnußölproben prüften wir gaschromatographisch auf ihre Fettsäurezusammensetzung. Die Analysen, d. h. die Gehalte an den wesentlichsten Fettsäuren gehen aus Tab. 1 hervor. Als Versuchstiere dienten männliche weiße Ratten unseres Inzuchtstammes im Alter von 7 Wochen. Wir haben die Tiere in kurzen Intervallen gewogen; die festgestellten mittleren Gewichtszunahmen sind aus Tab. 2 ersichtlich.

Tabelle 1. Fettsäure-Zusammensetzung des verfütterten Erdnußöles

Erdnußöl	% Fettsäuremethylester				
	kurzkettig	Palmitin-säure	Stearinsäure	Ölsäure	Linolsäure
A) auf 205° erhitzt		9,1	3,0	71,8	16,1
B) zur Kartoffelzubereitung benützt	1,3	13,9	4,5	69,7	10,0
C) unbehandelt		9,0	3,0	70,8	17,2

Tabelle 2. Mittlere Gewichtszunahme von je 10 Ratten nach 80tägiger Fütterung mit einer Diät enthaltend 10 bzw. 20% Erdnußöl

verfüttertes Öl	mittlere Gewichtszunahme g	
	10% Öl	20% Öl
Erdnußöl, unverändert	293	281
Erdnußöl 18 Std. auf 205° erhitzt	260	243
Erdnußöl nach Kartoffelzubereitung	276	226

### Experimentelles

Herstellung der erhitzten Öle: 4 Liter Erdnußöl wurden während 18 Stunden (mit Unterbrüchen) in einer Aluminiumpfanne auf 205 °C erwärmt. Weitere 4 Liter erhitzten wir 18 Stunden auf 180 °C. Während dieser Zeit haben wir darin successive 14 Portionen in Stäbchen geschnittene Kartoffeln zu je 250 g jeweiligen 15 Minuten gebacken. Beim Ein-

tragen der Kartoffeln fiel die Temperatur auf etwa 160 °C und wurde dann wieder auf 180 ° gesteigert. Ein noch höher erhitztes Öl bewirkt rasche Verkohlungen der Kartoffeln.

**Fütterung:** Die Grunddiät bestand aus 51% Erdnußmehl, 35% Zucker, 10% Trockenhefe und 4% Salzgemisch. Zu 900 bzw. 800 g dieser Mischung wurden 100 bzw. 200 g des zu prüfenden Öles gegeben. Die Tiere befanden sich in Einzelkäfigen, jedes erhielt pro Woche 0,1 ml Lebertran, 4–5 g frische Leber und 4–5 g Karotten. Für jeden Versuch dienten 10 Tiere.

Die Fettsäureanalysen erfolgten in einem Gaschromatographen.

### Diskussion der Ergebnisse

Das Erhitzen eines Erdnußöles auf 205 ° während 18 Stunden in Gegenwart von Luft, indessen ohne stattfindende Durchmischung verursachte keine Veränderung der Fettsäurezusammensetzung. Die Gehalte an ungesättigten Fettsäuren, also Öl- und Linolsäure, änderten sich praktisch nicht. Wir haben in diesem Zusammenhang auch kaltgepreßtes und warmgepreßtes Oliven- bzw. Sonnenblumenöl untersucht und die in der Tab. 3 wiedergegebenen Werte erhalten. Es ist nach den Resultaten des oben erwähnten Versuches nicht verwunderlich, daß zwischen kalt- und warmgepreßten Ölen keine sinnfälligen Unterschiede bestehen.

**Tabelle 3.** Fettsäure-Zusammensetzung von kalt und warm gepreßtem Sonnenblumen- und Olivenöl  
% Fettsäure-Methylester

Fettsäuren	Sonnenblumenöl		Olivenöl	
	kalt gepreßt	warm gepreßt	kalt gepreßt	warm gepreßt
Myristin		0,5		
Myristolein		0,4		
Palmitin	7,4	5,9	9,2	9,6
Palmitolein		0,7	1,6	2,6
Stearin	4,7	3,9	3,2	3,9
Öl	25,9	21,6	78,4	75,8
Linol	62,0	63,9	7,6	8,4
Linolen		3,0		

Wurde indessen in erhitztem Erdnußöl eine repetierte Zubereitung von Kartoffeln vorgenommen im Sinne eines küchentechnischen Vorgehens in Wirtschaftsbetrieben, so resultierte ein Öl mit vermindertem Linolsäuregehalt. Diese Polyensäure erleidet Veränderungen und erfuhr eine merkliche Einbuße von 17 auf 10%. Die Gaschromatographie ließ kurzkettige Spaltprodukte erkennen, deren nähere Charakterisierung indessen nicht angestrebt wurde.

Die Verfütterung der drei Ölproben an wachsende Ratten führte bei 10%-igen zu höheren mittleren Gewichten als bei 20%-igen Zugaben in Bestätigung früherer Beobachtungen, wonach eine zu reiche Fettdosierung sich in diesem Sinne auswirkt. Die stärksten Zunahmen ergaben sich durch unverändertes Erdnußöl, die geringsten nach Gaben des auf 205 ° erhitzten Produktes bei 10%-igem Zusatz. Es besteht indessen in bezug auf die Gewichtszunahme kein signifikanter Unterschied zwischen unverändertem, erhitztem und zur Kartoffelzubereitung verwendetem Öl. Die Gewichtsschwankungen der Einzeltiere waren zu groß.

### Zusammenfassung

Erhitzen von Erdnußöl auf 205° während 18 Stunden führte zu keinen merklichen Veränderungen der Fettsäurezusammensetzung. Wiederholte Kartoffelzubereitung in auf 180° erhitztem Erdnußöl bewirkte einen deutlichen Rückgang des Linolsäuregehaltes. In 80tägigen Fütterungsversuchen ließen solche Ölgaben im Ausmaß von 10 und 20% einer normalen Diät zugefügt bei wachsenden Ratten keine signifikanten Veränderungen der Gewichtszunahmen erkennen.

### Literatur

1. MORRIS, H. P., LARSEN, C. D., and LIPPINCOTT J. W., J. National Cancer Inst. 4 285 (1943). — 2. CRAMPTON, E. W., FARNER, F. A., and BERRYHILL F. M., J. Nutrition 43 431 (1951). — CRAMPTON, E. W. COMMON, R. H., FARNER, F. A., WELLS, A. F., and CRAWFORD, D., J. Nutrition 49, 333 (1953). — 3. SCHÜRCH, A. F., Gegenwartsprobleme der Ernährungsforschung, Experientia Supplementum 1, 143, (Basel 1953). — 4. POLING, C. E., WARNER, W. D., MONE, P. E., and RICE, E. E., J. Amer. Oil Chem. Soc. 39, 315 (1962). — RICE, E. E., POLING, C. E., MONE, P. E., and WARNER, W. D., J. Amer. Oil Chem. Soc. 37, 607 (1960).

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. K. BERNHARD, Physiologisch-Chemisches Institut der Universität, Vesalgasse, Basel (Schweiz)

*From the Department of Nutrition (Director: Prof. Dr. J. Martin)  
State Agriculture College, Ghent (Belgium)*

## Biological Value and Chemical Score

By H. HENDERICKX

With 2 figures and 2 tables

(Received October 29, 1962)

The value of food proteins may be represented by various coefficients, the most employed one being the biological value, which has become synonymous to protein value. This term was created by THOMAS (1909) and completed by MITCHELL (1924); it corresponds to the following definition: Biological Value =

$$100 \times \frac{N_{\text{ingested}} - (N_{\text{faeces}} - N_{\text{metabolic}}) - (N_{\text{urine}} - N_{\text{endogenous}})}{N_{\text{ingested}} - (N_{\text{faeces}} - N_{\text{metabolic}})}$$

The biological value is determined by means of the balance technique. This supposes that, in the course of an experiment period, the quantity of ingested food is measured as well as the quantity of secreted faeces and urine; there the nitrogen should be dosed.

Further it is necessary either to have determined in another experiment the metabolic and the endogenous nitrogen or to calculate these figures from generally available data. Since it concerns a biological experiment, it ought to be repeated several times in order to obtain reliable results. This explains the fact that the determining of the biological value is a difficult and delicate method. It is evident that many research-workers have tried to introduce a coefficient which is easier to be found.