

The urease activity of the various meals showed a close relationship — neglecting a few exceptions — to the protein quality as estimated with chicks. Protein solubility of the meals was also determined.

The addition of dl-methionine resulted in rather marked improvements of growth and feed efficiency. These improvements were substantially greater in meals of low and medium protein quality compared to those obtained in meals of good quality.

By adding graded levels of dl-methionine, the optimum supplemental methionine level was found to be lower for medium quality meals than that required for low quality meals.

### *Literatur*

- BALLOUN, S. L., JOHNSON, E. L. und ARNOLD, L. K., Poultry Sci. **32**, 517 (1953). — BORCHERS, R., J. Nutr. **66**, 229 (1958). — CATRON, D. V. und HAYS, V. W., Soybean Oil Meal in Modern Animal Nutrition, Soybean Council of America (Rom 1958). — CRAVENS, W. W. und SIPOS, E., in: Processed Plant Protein Foodstuffs, S. 353, (New York 1958). — CROSTON, C. B., SMITH, A. K. und COWAN, J. C., J. Amer. Oil Chem. Soc. **22**, 279 (1955). — FANGAUF, R., VOGT, H. und BARLÖWEN, G. V., Arch. Geflügelkde. **22**, 145 (1958). — HAYWARD, J. W., in: Soybeans and Soybean Products **2**, S. 891 (New York 1950). — LIENER, I. E., in: Processed Plant Protein Foodstuffs, S. 79 (New York 1958). — MCKITTRICK, D. S., Growth **11**, 89 (1947). — PAULSEN, T. M., HOLT, K. E. und ANDERSON, R. E., Amer. Oil Chem. Soc. Convention (New Orleans, April 1959). — SMITH, A. K., BELTER, P. A. und ANDERSON, R. L., J. Amer. Oil Chem. Soc. **23**, 360 (1956). — WADELL, J., in: Processed Plant Protein Foodstuffs, S. 307 (New York 1958).

Anschrift der Verfasser:

Universitätsinstitut für Physiologie u. Ernährung der Tiere. München, Veterinärstraße 13

*Aus dem Physiologisch-Chemischen Institut der Universität Basel (Schweiz)*

## **Fütterungs-Versuche an Ratten mit umgeesterten Fetten**

VON KARL BERNHARD und HERIBERT WAGNER

Mit 3 Abbildungen und 7 Tabellen

(Eingegangen am 3. Oktober 1959)

Die in den letzten Jahren immer deutlicher sichtbare Tendenz, tierischen Nahrungsfetten pflanzliche vorzuziehen, führt offenbar zu Schwierigkeiten, früher vielgebrauchte Fette wie Schweineschmalz, Rinderfett etc. einer ernährungsmäßigen Verwendung zuzuführen. Das ausgeprägte Vorkommen gesättigter Fettsäuren mit hohen Schmelzpunkten ist wohl der Hauptgrund der wenig günstigen ernährungsphysiologischen Eigenschaften solcher Fette. Bei nur sehr mäßigem Gehalt an essentiellen Fettsäuren haben sie durchwegs geringe Jodzahlen und erhöhen, im Gegensatz zu Ölen mit hoher Jodzahl, die Blutlipid-Gehalte beim Menschen. Da offenbar Beziehungen zwischen Serumlipiden und ischämischen Herzerkrankungen bestehen, ist es begreiflich, daß

Qualität und Quantität der Nahrungsfette erhöhter Aufmerksamkeit begegnen. Es liegen heute allerdings noch keine genügend gesicherten Erfahrungen vor, welche grundlegende allgemeine Änderungen unserer Fettdiät rechtfertigen würden (1).

Fette können verhältnismäßig leicht eine Umesterung erfahren und Produkte ergeben, die sich vom Ausgangsmaterial stark unterscheiden. Ein Austausch einer Fettsäure in natürlich vorkommenden Triglyceriden durch eine andere, z. B. ungesättigte, vermag zu solchen mit günstigeren Eigenschaften zu führen. Die Triglyceride tierischer Fette enthalten in  $\beta$ -Stellung vornehmlich gesättigte Fettsäuren. Wenn unter dem Einfluß des Katalysators eine Umesterung erfolgt, können dieselben weitgehend ersetzt werden. Es sind verschiedene fabrikmäßige diesbezügliche Verfahren bekannt (2). Obgleich die beiden Komponenten (Fettsäure und Glycerin) aus natürlichen Quellen stammen, ist das ganze Vorgehen von einer Fettsynthese nicht sehr weit entfernt. Das Ergebnis vermag sicher im Hinblick auf die erzielte Senkung des Schmelzpunktes zu befriedigen, aber vielleicht nicht unbedingt hinsichtlich der übrigen Eigenschaften. Bereits sind auch auf dem europäischen Markte verschiedene umgeesterte Fette aufgetaucht und bezüglich ihrer Kennzahlen dem Butterfette recht ähnlich.

Wir haben zwei solcher Produkte auf ihre ernährungsphysiologischen Eigenschaften im Tierversuch geprüft. Das Wachstum junger Ratten ist bekanntlich ein sehr gutes Kriterium für die Vollwertigkeit einer Nahrung. Sehr einheitliche junge Tiere unseres Inzuchtstammes erhielten nach Entwöhnung, während rund 200 Tagen eine fettarme oder 5 bzw. 10% fetthaltige Grunddiät. Zum Vergleich wurde unter völlig analogen Bedingungen das gleiche Futter mit einem Zusatz von 5% bzw. 10% eingesottener Butter verabreicht. Die Ratten wurden in bestimmten Intervallen gewogen und nach Beendigung des Versuches getötet. Wir prüfen, ob die Fettsäure-Zusammensetzung der Körperlipide durch die Aufnahme der Nahrungsfette eine Veränderung erfuhr und analysierten erstere als auch das Ausgangsmaterial gaschromatographisch.

### Experimentelles

**Tiermaterial:** Es gelangten männliche weiße Ratten (Wistar) im Alter von sechs Wochen zur Verwendung. Die Tiere befanden sich in Einzelkäfigen und wurden in Abständen von einigen Tagen gewogen.

**Fette:** Das zu Vergleichszwecken verwendete Butterfett stammte aus dem Handel. Fett I enthielt 70% umgeestertes Rinderfett und 30% Cocosfett und war bei Zimmertemperatur fest. Fett II bestand gleichfalls aus umgeestertem Rinderfett und war bei 30° flüssig und bei 36,5° klar geschmolzen.

**Futter:** Die Grunddiät setzte sich zusammen aus 51% extrahiertem Erdnußmehl, 35% Rohrzucker, 10% Hefe, 4% Salzmischung nach McCOLLUM, ergänzt durch 0,1 ml Lebertran, 4–5 g Frischleber und 5 g Carotten pro Woche und Tier. Je 95 bzw. 90 Gewichtsteilen dieses Futters wurden 5 bzw. 10 Gewichtsteile der zu prüfenden Fette homogen beigemischt. Das Futter stand wie das Trinkwasser ad libitum zur Verfügung.

**Aufarbeitung der Tiere:** Die durch Dekapitierung getöteten Ratten wurden nach Entfernung der Leber zerkleinert, zur Gewinnung der Gesamtlipide in Aceton eingetragen und später im Soxhlet erschöpfend extrahiert. Mit den Lebern wurde analog verfahren. Die erhaltenen Lipide haben wir zur Gewichtskonstanz gebracht und in einigen Fällen nach Verseifung die Fettsäurezusammensetzung bestimmt.

**Analysen:** Die Zusammensetzung der Fettsäuregemische wurde nach Gewinnung der Methylester mittels eines Gas-Chromatographen nach BECKMAN Mod. GC-2 ermittelt.

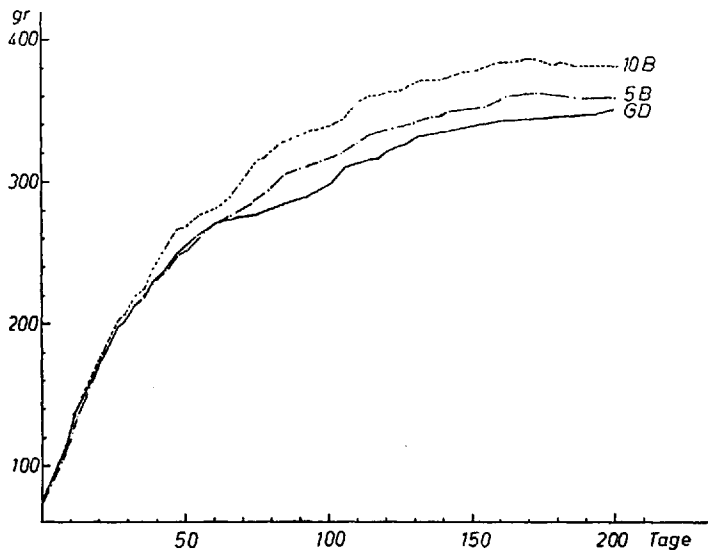


Abb. 1. Wachstumskurven (mittlere Gewichte von je 10 Ratten) nach Fütterung der Grunddiät (GD) allein oder mit 5% (5 B) bzw. 10% Butter (10 B)

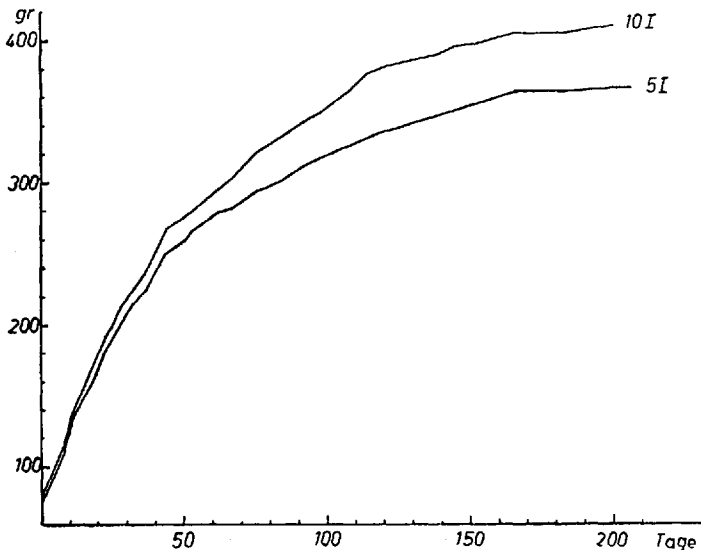


Abb. 2. Wachstumskurven (mittlere Gewichte von je 10 Ratten) nach Fütterung der mit 5% (5 I) bzw. 10% (10 I) Fett I ergänzten Grunddiät

### Ergebnisse

Die im Ausmaße von 5 und 10% einer Grunddiät zugefügten umgeesterten Fette ließen in keiner Weise Störungen im Wachstum der Versuchstiere erkennen. Die mittleren jeweiligen Gewichte von je 10 Tieren ergeben die in Figur 1, 2 und 3 dargestellten Wachstumskurven, die mittleren Endgewichte sind aus

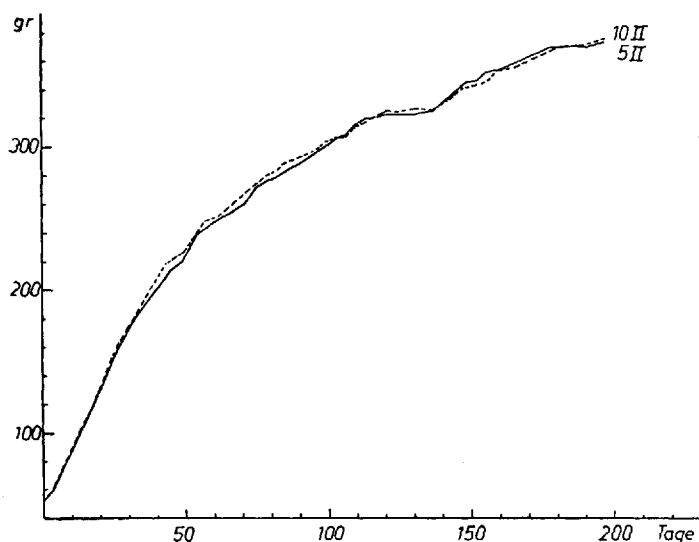


Abb. 8. Wachstumskurven (mittlere Gewichte von je 10 Ratten) nach Fütterung der mit 5% (5 II) bzw. 10% (10 II) Fett II ergänzten Grunddiät

Tabelle 1

Mittlere Endgewichte in g nach 200 Tagen (je 10 Tiere)

Grunddiät	Butter		Fett I		Fett II	
	5%	10%	5%	10%	5%	10%
349	356	377	367	411	372	375

Tabelle 2

Fettsäure-Zusammensetzung des Butterfettes und der umgeesterten Fette I und II  
(in % der Gesamtfettsäuren)

Fettsäuren	Butterfett	Fett I	Fett II
Capryl-	1,2	1,1	1,8
Caprin-	2,9	1,7	1,4
Laurin-	2,7	15,6	10,2
Myristin-	16,4	7,3	6,4
Palmitin-	41,7	21,8	25,3
Palmitolein-	1,1	1,7	1,4
Stearin-	11,0	21,8	17,5
Öl-	21,4	27,1	32,3
Linol-	1,1	1,4	4,1

Tabelle 1 ersichtlich. Die Fettzulagen bedingten in allen Fällen ein höheres Endgewicht als die Grunddiät allein. Die Wachstumskurven verlaufen für alle Gruppen bis zum 60. Tage sehr ähnlich, dann beginnt der Fettansatz, und es zeigen sich Unterschiede zwischen fettarmer und 5 bzw. 10% fetthaltiger Nahrung. Nach 160 bis 170 Tagen wurden die Maximalgewichte erreicht, eine weitere Gewichtszunahme trat bis zum 200. Tage nicht mehr ein. Fett I führt zu höheren Endgewichten als Butterfett. Die Unterschiede sind sowohl bei den 5- als 10%igen Zusätzen signifikant ( $p$  0,05 bis 0,001 bzw. 0,001). Bei Fett II verlaufen trotz verschiedener Fettdosierung die Kurven beinahe gleich, die Endgewichte sind ähnlich denjenigen, die mit 10% Butterzulage erreicht wurden.

Die geprüften Fette wiesen die aus Tabelle 2 ersichtlichen Fettsäurezusammensetzungen auf. Sie sind vom Butterfett stark verschieden in bezug auf die viel beträchtlicheren Gehalte an Laurin- und Stearinsäure und die etwa um die Hälfte geringeren Werte für Myristin- und Palmitinsäure.

Die Aufarbeitung der Tiere ergab für Carcass und Lebern die in den Tabellen 3, 4 und 5 angeführten Lipidgehalte. Dieselben beziehen sich auf das Frischgewicht. Die Einzelwerte sind zum Teil schwankend. Aus der Tabelle 6 gehen die Mittelwerte hervor. Butter- bzw. Fettzugabe im Ausmaße von 5% führte zu 15,5, 14,7 und 11,4% Carcass-Lipiden, d. h. zu Werten, die sich von den Fettgehalten der mit der fettarmen Grunddiät gefütterten Ratten nicht unterscheiden. Fettzugaben von 10% ließen hingegen eine allerdings nicht signifikante Zunahme auf 17,2, 17,9 und 14,6% erkennen. Die Lebern enthielten bei 10%iger Fettnahrung mehr Lipide als bei fettarmen oder nur 5% fetthaltigem Futter. Eine Leberverfettung trat nicht ein.

Die Fettsäure-Zusammensetzung der Carcasslipide wurde bei

Tabelle 3  
Lipidgehalte nach Fütterung der Grunddiät

Tier Nr.	Leber	Carcass
1	3,7	13,7
2	4,3	12,9
3	4,6	17,8
4	4,8	24,3
5	3,4	15,0
6	4,5	10,4
7	3,6	10,4
8	4,1	14,0
9	3,8	11,5
10	3,8	9,5

Tabelle 4  
Lipidgehalte nach Fütterung der 5% Fett enthaltenden Diät (10 Tiere)

Butterfett		Fett I		Fett II	
Leber	Carcass	Leber	Carcass	Leber	Carcass
4,9	13,4	4,1	12,3	5,0	11,9
4,4	13,4	3,8	13,2	3,2	9,0
5,5	15,6	5,0	11,4	4,0	13,2
4,6	15,5	4,8	15,5	3,8	13,9
4,9	20,1	3,5	15,0	3,4	8,3
4,7	15,3	4,2	20,3	3,5	11,9
4,0	19,0	4,0	15,0	3,5	9,4
4,4	15,1	3,6	17,6	4,5	8,4
4,2	11,3	3,8	15,0	4,0	12,8
4,5	15,6	4,0	12,0	2,6	13,2

Tabelle 5

Lipidgehalte nach Fütterung der 10% Fett enthaltenden Diät (10 Tiere)

Butterfett		Fett I		Fett II	
Leber	Carcass	Leber	Carcass	Leber	Carcass
5,0	17,2	3,7	13,5	5,3	16,7
4,9	23,7	3,2	12,5	5,3	13,5
7,1	19,5	4,6	23,0	4,6	16,1
6,4	21,4	5,9	24,3	4,8	18,2
5,8	18,4	6,7	15,1	3,5	12,1
6,3	20,6	3,7	17,6	4,7	16,0
5,5	12,7	6,8	22,6	3,5	14,2
5,3	17,5	5,6	17,3	3,6	10,6
5,2	11,2	4,2	15,2	4,1	14,0
4,5	9,3	4,4	17,9	4,8	14,8

Tabelle 6

Mittlere Lipidgehalte von Leber und Carcass nach Fütterung der Grunddiät und der Butter- bzw. Fett-Zusätze (je 10 Tiere)

	Grund- diät	Butter		Fett I		Fett II	
		5%	10%	5%	10%	5%	10%
Leber	4,1	4,6	5,6	4,1	4,9	3,8	4,2
Carcass	14,0	15,4	17,2	14,7	17,9	11,2	14,6

Tabelle 7

Fettsäure-Zusammensetzung der Carcass-Lipide (in Prozenten)

Säuren	Grund- diät	Butter				Fett I				Fett II			
		5%		10%		5%		10%		5%		10%	
		Tiere		Tiere		Tiere		Tiere		Tiere		Tiere	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Laurin-	0,2	1,2	1,2	1,1	1,2	5,1	5,0	3,0	3,8	2,2	2,6	3,2	2,6
Myristin-	1,4	4,6	5,7	6,0	5,5	4,3	4,0	4,3	4,0	2,1	3,1	2,4	2,7
Palmitin-	24,8	32,2	28,8	36,7	32,3	20,5	21,0	20,4	20,1	24,2	21,1	21,0	22,1
Palmitolein-	12,4	6,5	8,7	8,7	5,7	8,8	8,3	4,6	8,2	4,7	4,6	4,1	4,6
Stearin-	2,0	3,8	4,8	3,0	5,7	3,9	4,5	3,9	3,6	7,3	8,9	9,8	10,3
Oel-	55,2	47,3	46,6	41,5	46,5	55,3	54,8	58,0	56,2	53,5	54,2	52,7	51,8
Linol-	4,2	4,6	4,4	3,5	3,4	2,1	2,5	3,9	4,0	6,0	5,8	7,0	5,9

jeder Gruppe für je zwei verschiedene Tiere ermittelt (A und B) und in der Tabelle 7 dargestellt. Die Butterfütterung bewirkte im Vergleich zu den Fettgaben eine ausgesprochene Erhöhung der Palmitinsäure um etwa einen Drittel. Die Palmitoleinsäure betrug bei fettarmer Grunddiät mit 12,4% fast das Doppelte bzw. Dreifache als bei Fett- bzw. Buttergaben. Fett II führte zu hohen Stearinsäurewerten. Die Ölsäure war nach den Fettgaben von derselben Größenordnung wie nach Grunddiätfütterung, nach Butterfettgaben aber tiefer.

Es trat demnach eine gewisse Veränderung in der Fettsäure-Zusammensetzung der Körperlipide durch die verfütterten Fette im Vergleich zu den Verhältnissen bei der Grunddiät-Nahrung ein. Auch in bezug auf die Butter als Fettdonator sind Abweichungen vorhanden. Schädigende Einflüsse ließen sich indessen nicht nachweisen. Die verfütterten umgeesterten Fette dürften daher als brauchbar bezeichnet werden.

#### *Zusammenfassung*

Es wurde das ernährungsphysiologische Verhalten von zwei umgeesterten Fetten in langdauernden Fütterungsversuchen an Ratten geprüft und mit demjenigen von Butterfett verglichen. Das Wachstum verlief normal. Die Zusammensetzung der Carcasslipide erfuhr durch die umgeesterten Fette als auch durch Butterfett im Vergleich zu den Befunden bei fettarmer Fütterung gewisse, vor allem qualitative, Veränderungen.

#### *Summary*

The nutritional effect of two reesterified fats upon prolonged feeding was examined in rats and compared with that of butter fat. Growth proceeded normally. Certain qualitative changes in the composition of the carcass lipids were caused by the reesterified fats as well as by butter fat compared with the results obtained after feeding a fat free diet.

#### *Literatur*

1. AHRENS, E. H. jr., HIRSCH, J., INSULL, W. jr., BLOMSTRAND, R., TSALTAS, T. T. und PETERSON, M. L., J. Amer. Oil Chem. Soc. **34**, 563 (1957). — 2. VAN DER WAL, J. und PLAMBECK, P. D., Fette u. Seifen **60**, 1038 (1958).

Anschrift der Verfasser:

Physiologisch-Chemisches Institut der Universität Basel (Schweiz)

Aus dem Physiologisch-Chemischen Institut der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

(Direktor: Prof. Dr. Dr. K. Lang)

## **Die biologische Wertigkeit von Walfleisch**

Von W. KIECKEBUSCH, E. KRUG und K. LANG

Mit 2 Tabellen

(Eingegangen am 20. Dezember 1959)

Walfleisch wird in steigendem Maße zur menschlichen Ernährung eingesetzt, in Europa vorwiegend in Island, Norwegen und England. In noch größerem Umfange ist dies in Japan der Fall, wo der Konsum in den letzten Jahren rund 50000 Tonnen je Jahr betragen hat. Da keine Untersuchungen über die biologische Wertigkeit des Walfleischs vorliegen, haben wir eine solche vorgenommen und außerdem die Aminosäurezusammensetzung des Walfleisches bestimmt.