

Z. Ernährungswiss. 14, 175–183 (1975)

*Chemische Abteilung des Allgemeinen Krankenhauses Heidberg, Hamburg, Zentrallaboratorium der „Nordsee“ Deutsche Hochseefischerei GmbH, Bremerhaven, Tierversuchsstation der Deutschen Unilever GmbH, Hamburg-Bergstedt, Unilever Forschungsgesellschaft mbH, Hamburg, und Physiologisch-Chemisches Institut der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz*

## Über die ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Fritierfetten

### 7. Mitteilung: Einfluß der Fritierfette auf den Lipidstoffwechsel und die Fettsäurezusammensetzung der Körperlipide

*J. Führ, E. H. von Jan, J. Henschel, H.-J. Strauss, G. Billek\*) und K. Lang\*)*

Mit 1 Abbildung und 7 Tabellen

(Eingegangen am 26. Mai 1975)

In früheren Mitteilungen (1, 2, 3, 4, 5, 6) haben wir uns mit dem Einfluß des Erhitzens bzw. Fritierens auf die chemische Zusammensetzung von Fetten und ihre Verwertung in Fütterungsversuchen beschäftigt. Dabei interessierten uns insbesondere der Gehalt an dimeren und höhermolekularen Triglyceriden sowie der Einfluß der Fette im Fütterungsversuch auf die Fortpflanzung und Lebensdauer der Versuchstiere und eventuelle histologische Veränderungen.

In der vorliegenden Mitteilung berichten wir ergänzend über die Auswirkung verfütterter Fritierfette auf den Lipidstoffwechsel und die Fettsäurezusammensetzung der Körperlipide. Außerdem prüften wir die akute Toxizität des aus erhitztem und nichterhitztem Fett isolierten unverseifbaren Anteils. Die vorgelegten Befunde stammen aus verschiedenen Versuchsreihen. Bezüglich der dabei angewandten Fütterungstechnik, der Tierhaltung und weiterer technischer Einzelheiten verweisen wir auf unsere Mitteilung 1. Die dem Futter in den einzelnen Versuchen zugeetzte Fettmenge, der Fütterungszeitraum und eventuelle Daten über die Versuchstiere sind jeweils in der Legende der betreffenden Tabelle angegeben. Wie bei unseren früheren Mitteilungen wurden folgende unterschiedlich behandelten Fette untersucht und zur Fütterung verwendet:

- BR 1: Erdnußöl, partiell gehärtet, nicht erhitzt,
- BR 2: Erdnußöl, partiell gehärtet, 72 Std. ohne Bratgut auf 175° C erhitzt,
- BR 3: Erdnußöl, partiell gehärtet, 96 Std. ohne Bratgut auf 175° C erhitzt,
- BR 4: Sojaöl, nicht erhitzt,
- BR 5: Sojaöl, 72 Std. ohne Bratgut auf 175° C erhitzt,

<sup>1)</sup> Unserem verehrten Kollegen, Herrn Prof. Dr. K. Kratzl, Universität Wien, zum 60. Geburtstag gewidmet.

- BR 6: Sojaöl, 96 Std. ohne Bratgut auf 175° C erhitzt,  
BR 7: Sojaöl, 56 Std. mit Bratgut (Fisch) auf 175° C erhitzt,  
BR 8: Sojaöl, 72 Std. mit Bratgut (Fisch) auf 175° C erhitzt.

### Methodik

Zur Blutentnahme wurden die Versuchstiere mit Evipan (150 mg/kg) betäubt. Nach dem Einschlafen wurden 2 ml einer Heparinlösung (25 mg in 100 ml 0,9%iger Natriumchloridlösung) in das Herz gespritzt. Wir ließen die Kanüle 5 Minuten im Lumen des Herzens, setzten dann wieder die Spritze an und entnahmen 3 ml Blut. Durch das Heparin war das Blut schon im Kreislauf für die Blutentnahme ungerinnbar gemacht. Die meisten Tiere erwachten wieder, blieben nach dieser Prozedur am Leben und zeigten keinerlei gesundheitliche Störungen.

Die Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung der Blutlipide und der Lipide des subkutanen Fettgewebes erfolgte gaschromatographisch. Wir bestimmten die Fettsäuren bis zu einer Kettenlänge von 18 C-Atomen, die im Sojaöl (BR 4) zusammen 99 % ausmachen. Der Rest wurde jeweils als „Sonstige“ zusammengefaßt.

Das subcutane Fettgewebe wurde mit Methanol/Chloroform = 9/1 (v/v) im Bühler-Homogenisator extrahiert und das in ca. 90%iger Ausbeute erhaltene Fett ohne weitere Reinigung umgeestert. Die Umesterung erfolgte mit N-Methylat/Methanol nach Zusatz von Heptadecansäuremethylester als innerer Standard nach (5). Die Blutlipide wurden aus je 20 ml Blutplasma nach Folch et al. (7) extrahiert und gereinigt und in einer Ausbeute von ca. 40 mg gewonnen. Sie wurden nach Vorveresterung mit Diazomethan wie oben beschrieben umgeestert. Wegen der geringen Fettmengen wurde hier jedoch ohne inneren Standard gearbeitet.

Die Bestimmung der Spaltung der Fette in vitro durch Pankreaslipase erfolgte nach der Methode von Hollstein et al. (8). Die Bestimmung der Gesamtlipide im Plasma erfolgte nach (9), die an Gesamtcholesterin nach (10) und die an Neutralfetten nach (11). Zur Elektrophorese der Plasmalipoproteine wurde die Methode von (12) verwendet.

Die Isolierung des Unverseifbaren erfolgte nach H.-J. Strauss und D. Kröber (unveröffentlicht). Je etwa 6 kg der Sojaöle BR 4 und BR 6 wurden in einem 85-l-Rührkessel mit Rückflußkühler unter Stickstoff 1 Stunde mit ca. der 4,5fachen Gewichtsmenge 2 n wäbrig-äthanolischer KOH (ca. 80 Vol.-%iger Äthanol) unter Rückflußsieden verseift. Das auf Raumtemperatur abgekühlte Verseifungsgemisch wurde mit dem doppelten Volumen entmineralisiertem Wasser verdünnt und daraus das Unverseifbare dreimal mit Extraktionsbenzin extrahiert. Die vereinigten Benzinphasen wurden dreimal mit wäbrigem Äthanol (55 Vol.-%ig) alkalifrei gewaschen. In einer 85-l-Destillationsanlage aus Edelstahl 1.4571 wurde die Hauptmenge des Benzins abdestilliert, zuletzt im Vakuum einer Wasserringpumpe. Anschließend wurde der Extrakt in einem Labor-Rotationsverdampfer im N<sub>2</sub>-Strom bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die Ausbeuten betrugen aus BR 4 0,38 %, aus BR 6 0,39 %, bezogen auf das eingesetzte Öl. Im Dünnschichtchromatogramm (Abb. 1) unterschieden sich beide Substanzen nicht von dem nach der DGF-Methode (Petroläther-Methode C-III 1 b [53]) gewonnenen Unverseifbaren. Ebenso bestand kein Unterschied zwischen dem Unverseifbaren aus BR 4 und aus BR 6.

Zur Untersuchung der akuten Toxizität wurden Emulsionen des aus BR 4 und BR 6 gewonnenen Unverseifbaren hergestellt, indem das Unverseifbare mit 20 % seines Gewichtes an Tween 20 versetzt und unter Erwärmen auf 60° C zu einer homogenen Paste verrührt wurde. Mit dest. Wasser wurde dann zu

einer 10%igen Emulsion (10 g Unverseifbares/100 ml Emulsion bei 20° C) aufgefüllt. Als Kontrolllösung für die Tierversuche diente eine 2%ige wäßrige Lösung von Tween 20.

In einer ersten Versuchsreihe wurden 10 Tiere in jeder Versuchsgruppe verwendet (5 Männchen und 5 Weibchen). Jedes Tier erhielt einmal je 5 ml der Emulsionen per Magensonde. Das mittlere Gewicht der Tiere dieser Reihe betrug 210 g. In der zweiten Versuchsreihe betrug die Tierzahl je 8 pro Gruppe (4 Männchen und 4 Weibchen). Das mittlere Gewicht dieser Tiere war 240 g. Den Tieren der zweiten Gruppe wurden dreimal (an je drei aufeinanderfolgenden Tagen) je 5 ml der Emulsionen verabreicht. Insgesamt haben demnach die Ratten der zweiten Versuchsreihe 6–7,5 g/kg Körpergewicht an dem Unverseifbaren erhalten.

Die Bestimmung der Pestizide erfolgte nach der vom BGA empfohlenen Methode (18), die des Unverseifbaren nach der DGF-Methode, die der Polycyclen nach (19).

### Ergebnisse und Diskussion

Über den Einfluß der Verfütterung der Fritierfette auf die Plasmalipide orientiert die Tabelle 1. Eine statistische Auswertung der Analysenwerte der Plasmalipide war wegen der geringen Tierzahl nicht möglich. Neben dem Mittelwert wurde deshalb gleichzeitig auch der höchste sowie niedrigste Analysenwert angegeben. Deutliche Unterschiede der Werte der Gesamtlipide, Neutralfette und des Gesamtcholesterins sind nach Verfütterung der verschiedenen Fette nicht zu erkennen. Eine Erhöhung der Plasmalipidwerte bei Verfütterung der erhitzten Fette erfolgt nicht, auch nicht der Cholesterinwerte. Der mitunter ausgesprochene Verdacht, daß der Verzehr von Fritierfetten eine Erhöhung der Blutlipidwerte, insbesondere des Blutcholesterinspiegels, verursache, ist demnach in keiner Weise gerechtfertigt.

Auch Nolen et al. (13) hatten in ihren langfristigen Fütterungsversuchen an Ratten festgestellt, daß die Konzentration der Lipide im Plasma

Tab. 1. Einfluß der Verfütterung von Fritierfetten auf die Plasmalipide von Ratten (Angaben in mg/100 ml)

Fett	Tierzahl Geschlecht	Gesamtlipide		Neutralfett		Gesamt- cholesterin	
		MW*	hW/nW**	MW	hW/nW	MW	hW/nW
BR 4	4 ♂	327	398/325	23,5	40,0/13,0	62,0	78,0/46,0
	7 ♀	355	433/256	23,8	47,0/ 4,3	73,4	120,0/42,0
BR 7	4 ♂	332	358/280	22,6	62,0/ 0	63,5	76,0/46,0
	7 ♀	354	450/303	33,6	62,0/ 4,3	62,9	90,0/44,0
BR 8	5 ♂	308	341/268	10,2	33,0/ 0	52,4	80,0/ 8,0
	8 ♀	346	435/294	31,3	76,0/ 0	65,8	84,0/52,0

\* MW = Mittelwert

\*\* hW = höchster Wert

nW = niedrigster Wert

Fütterung: 8 Monate alte Ratten, die vom 4.–8. Monat eine Versuchsdiät mit 20 Gew.-% Fett erhalten hatten.

Tab. 2. Ergebnisse der Lipoprotein-Elektrophorese

Tier- gruppe	Tier- zahl	$\alpha_1$ -Lipoproteine				$\alpha_2$ -Lipoproteine				Prä- $\beta$ -Lipo- proteine				$\beta_2$ -Lipoproteine			
		++	+	(+)	—	++	+	(+)	—	++	+	(+)	—	++	+	(+)	—
BR 4	14	43	43	14	0	43	50	7	0	7	43	22	28	0	7	0	93
	17	82	18	0	0	0	94	0	6	0	41	48	11	0	0	0	100
BR 7	4	75	25	0	0	75	25	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100
	8	63	37	0	0	63	37	0	0	13	25	50	12	0	12	24	64
BR 8	15	87	13	0	0	7	93	0	0	0	27	73	0	0	0	0	100
	18	78	22	0	0	6	94	0	0	0	22	72	6	0	0	0	100

Fütterung: wie in Tab. 1. Alle Angaben in % der untersuchten Tiere. Es bedeutet: ++ sehr deutlich positiv, + deutlich positiv, (+) schwach, noch positiv, — negativ.

Tab. 3. Fettsäurezusammensetzung (%) des nichterhitzten und erhitzten Sojaöls

Fett	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	Sonstige
BR 4	11,0	3,0	22,1	56,0	6,9	1,0
BR 8	11,0	2,9	21,4	49,3	5,4	10,0

durch die Verfütterung von Fritierfetten nicht erhöht wird. Bei Hunden war — wie in unseren Fütterungsversuchen an Ratten — ein Trend zur Senkung des Lipidspiegels im Plasma vorhanden.

Wie die Tabelle 2 zeigt, verursacht die Verfütterung von Fritierfetten auch keine signifikante Veränderung in der Verteilung der Lipoproteine auf die untersuchten Lipoproteinklassen. Auch dieser Befund zeigt, daß die Verfütterung der Fritierfette keine Veränderungen im Lipidstoffwechsel bewirkt. Daß das Elektrophoresediagramm der Ratte von dem des Menschen verschieden ist, wird durch unsere Befunde erneut bestätigt.

In der Tabelle 3 sind unsere Befunde hinsichtlich der Fettsäurezusammensetzung der verfütterten Öle BR 4 und BR 8 wiedergegeben. Der Vergleich der nichterhitzten und erhitzten Probe zeigt die zu erwartenden Veränderungen. In der Spalte „Sonstige“ mit 10 % sind bei BR 8 vor allem die durch das Erhitzen an der Luft entstandenen oxidierten und dimerisierten Fettsäuren enthalten. Außerdem können auch hier länger-kettige Polyenfettsäuren auftreten, die aus dem Bratgut Fisch stammen.

Ein Vergleich von BR 4 und BR 8 zeigt eine Abnahme der ungesättigten  $C_{18}$ -Säuren. Sie ist bei 18:3 und 18:2 stärker als bei 18:1 in Übereinstimmung mit der bekannten Erfahrung, daß Oxidations- und Oligomerisierungsreaktionen bevorzugt an den stärker ungesättigten Fettsäuren ansetzen. Im Hinblick auf die Bildung von 10 % neuer Fettsäuren durch den Fritiervorgang enthält BR 8 in seinem Anteil unveränderter Fettsäuren mehr gesättigte Fettsäuren als BR 4. Die Zusammensetzung der sonstigen Fettsäuren ist nicht bekannt; eine Diskussion über die Fettsäurezusammensetzung des Fritierfettes kann daher nur mit einem gewissen Vorbehalt erfolgen.

Tab. 4. Fettsäurezusammensetzung der Fettgewebslipide und Plasmalipide

		14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	Sonstige
Fettgewebe								
BR 4	Männchen	0,4	15,9	2,3	25,3	49,9	3,3	—
	Weibchen	0,4	15,2	3,0	26,5	48,6	3,6	0,5
BR 8	Männchen	0,5	13,4	3,0	25,8	47,5	4,1	0,9
	Weibchen	0,6	14,2	2,9	27,1	44,7	4,2	1,3
Plasmalipide								
BR 4	Männchen	0,2	21,6	8,5	19,4	38,8	1,7	9,7
	Weibchen	0,2	14,2	8,2	16,2	30,2	4,1	17,8
BR 8	Männchen	0,4	22,3	8,9	22,2	36,5	2,9	6,8
	Weibchen	0,4	16,6	10,6	16,8	34,9	3,2	17,5

Fütterung wie in Tab. 1 angegeben. Die Proben wurden nach einem einheitlichen GLC-Programm untersucht, bei dem die Säule (4% PEG auf Chromosorb G) bis 210°C aufgeheizt wurde.

Angabe in % der gesamten erfaßten Fettsäuren

Unsere Befunde über die Fettsäurezusammensetzung des Depotfettes und der Blutlipide nach Verfütterung des nichterhitzten und des 72 Stunden zum Fritieren von Fisch verwendeten Sojaöls sind in der Tabelle 4 wiedergegeben. Bekanntlich gleicht sich die Fettsäurezusammensetzung des Fettgewebes bei längerer Verfütterung eines Nahrungsfettes dessen Zusammensetzung an. Dies ist, wie die Tabelle 4 zeigt, auch in unserem Fütterungsversuch der Fall. Wie die Tabelle weiterhin erkennen läßt, war die Zusammensetzung des Depotfettes praktisch dieselbe, gleichgültig ob die Tiere das nichterhitzte oder das zum Fritieren verwendete Sojaöl erhalten hatten. Die durch das Erhitzen des Fettes gebildeten veränderten Fettsäuren (oxidierte und dimere Fettsäuren) sind nicht in dem Depotfett enthalten. Ähnliches gilt für die Fettsäurezusammensetzung der Blutlipide. Auch bei ihnen ist die Zusammensetzung der Männchen und Weibchen bei den Kontrolltieren praktisch identisch mit denjenigen der Versuchstiere, welche das Fritierfett erhalten hatten. Im übrigen sei auf unsere Mitteilung 3 und 5 verwiesen, in denen gezeigt wurde, daß durch die Verfütterung der Fritierfette keine oxidierten oder oligomeren Triglyceride und Fettsäuren im Organismus abgelagert werden.

In unserer Mitteilung 1 hatten wir gezeigt, daß die Futter-Efficiency (Gewichtszunahme je g verzehrtes Futter) durch die Verfütterung der Fritierfette gegenüber derjenigen bei den nichterhitzten Kontrollfetten unverändert bleibt und daß somit der kalorische Wert der Fette durch das Erhitzen nicht verändert wird. Gleichzeitig führten wir den Nachweis, daß durch das Erhitzen oligomere, insbesondere dimere Triglyceride entstehen, deren Bestandteile, die dimeren Fettsäuren, im Organismus aber nicht gespeichert werden.

Dies ließ vermuten, daß die di- und oligomeren Triglyceride durch die Lipasen des Verdauungstraktes gespalten werden. Dadurch würden die in ihnen enthaltenen monomeren Fettsäuren, die ca.  $\frac{2}{3}$  des Fettsäureanteils

Tab. 5. Spaltung der Fritierfette in vitro durch Pankreaslipase

Fett	$\mu$ Mol freigesetzte Fettsäuren je mg Substrat in 4 Min.	Standard- abweichung ( $\sigma$ )
BR 1	2,80	0,34
BR 2	2,36	0,51
BR 3	2,13	0,52
BR 4	2,26	0,13
BR 5	2,17	0,18
BR 6	2,00	0,27
BR 7	2,34	0,13

Durchführung nach *Hollstein* et al. (8)

Mittelwert aus je 4 Parallelbestimmungen

ausmachen, in den normalen Fettstoffwechsel eingehen können. Wie Versuche in vitro gezeigt haben, werden die di- und oligomeren Triglyceride durch die Pankreaslipase mit derselben Geschwindigkeit gespalten wie die Triglyceride der nichterhitzten Kontrollfette (Tab. 5).

In unseren Versuchen, in denen innerhalb einer Fütterungsgruppe immer dasselbe Futter mit denselben Fettsäuren in gleichbleibenden Mengen verfüttert wird, ist die Tagesaufnahme an den individuellen Fettsäuren konstant und ebenso auch der Umsatz der Fettsäuren sowie ihr Transport von und zu den Fettsäuren speichernden und umsetzenden Organen. Unter diesen Bedingungen besteht im Plasma hinsichtlich der individuellen Fettsäuren eine Gleichgewichtskonzentration. Die Plasmafettsäuren spiegeln daher auch nicht die Zusammensetzung der Nahrungsfette wider, da im intermediären Stoffwechsel durch Kettenverlängerungen, Kettenverkürzungen, Hydrierungen und Dehydrierungen das Fettsäurespektrum verändert wird. Aus den praktisch identischen Fettsäurespektren der Plasmalipide nach Verfütterung der nichterhitzten und erhitzten Fette kann man schließen, daß der Fettsäurestoffwechsel in beiden Tiergruppen keine Unterschiede aufweist.

*H. Kaunitz* et al. (14, 15) hatten in langfristigen Fütterungsversuchen bei Ratten festgestellt, daß die Lebensdauer der Tiere bei der Verfütterung verschiedener Nahrungsfette unterschiedlich ist. Sie hatten die Vermutung ausgesprochen, daß dies nicht (oder nicht allein) auf die unterschiedliche Fettsäurezusammensetzung der Fette zurückzuführen sei, sondern daß insbesondere der Fraktion des Unverseifbaren eine wesentliche Rolle für die biologischen Wirkungen der Fette zukomme. Dies veranlaßte uns, einige Untersuchungen darüber anzustellen, inwieweit die Fraktion

Tab. 6. Gehalt der verwendeten Fette an Unverseifbarem (Gew.-%)

BR 1	0,35	BR 4	0,49
BR 3	0,40	BR 6	0,47
		BR 7	0,49
		BR 8	0,49

des Unverseifbaren bei dem Problem der erhitzten oder zum Fritieren verwendeten Fette eine Rolle spielen könne.

Aus der Tabelle 6 ist zu ersehen, daß der Gesamtgehalt der von uns untersuchten Fette an Unverseifbarem sich durch das Erhitzen bzw. Fritieren nicht veränderte.

Als Ergebnis der Toxizitätsuntersuchungen ist festzuhalten: Ein Tier der zweiten Gruppe (s. S. 3), welches das Unverseifbare des nicht-erhitzten Sojaöls BR 4 erhalten hatte, starb 1 Tag nach der letzten Substanzgabe. Die sofort vorgenommene Sektion ergab eine Pneumonie mit Abszeßbildung. Alle anderen Tiere blieben am Leben (Beobachtungszeit 3 Monate). Keine der Ratten zeigte irgendwelche Krankheitssymptome wie Freßunlust, struppiges Fell, Abmagerung. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß der eine Todesfall in der Kontrollgruppe BR 4 nicht ursächlich mit der Verabreichung des Unverseifbaren zusammenhängt.

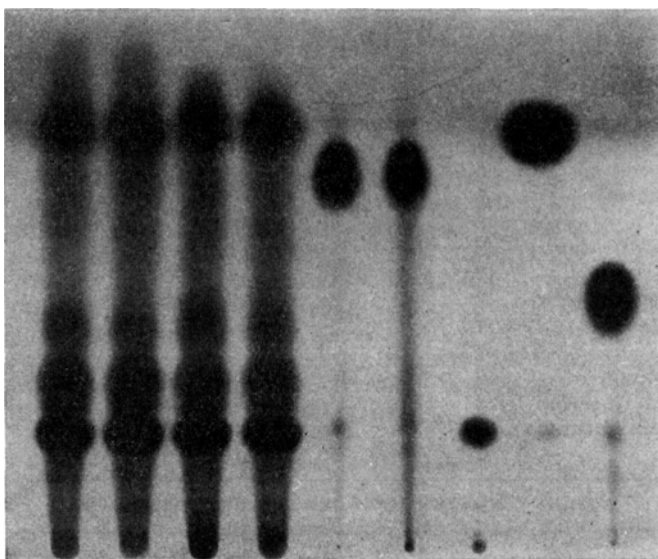


Abb. 1. Dünnschichtchromatogramm der unverseifbaren Anteile aus belastetem (BR 6) und unbelastetem (BR 4) Sojaöl.

Sorptionsschicht: Kieselgel G (Fa. Merck), 0,25 mm Schichtdicke  
Fließmittel: Petroläther : Äther : Eisessig = 70 : 30 : 2

1. UNV aus BR 4 nach DGF C-III 1 b (53)	300 µg
2. UNV aus BR 6 nach DGF C-III 1 b (53)	300 µg
3. UNV aus BR 4 nach H.-J. Strauss und D. Kröber	300 µg
4. UNV aus BR 6 nach H.-J. Strauss und D. Kröber	300 µg
5. BR 4	40 µg
6. BR 6	40 µg
7. Sterine aus Sojaöl	100 µg
8. Squalen	100 µg
9. Ölsäure	100 µg

Eine akute Toxizität des Unverseifbaren aus dem nichterhitzten und erhitzten Sojaöl wurde demnach nicht festgestellt. Chronische Toxizitätsversuche konnten wegen des zu hohen Aufwandes, der zur Gewinnung der erforderlichen großen Mengen an Unverseifbaren nötig ist, nicht durchgeführt werden.

Die Dünnschichtchromatographie des Unverseifbaren von dem nicht-erhitzten Sojaöl BR 4 und dem erhitzten BR 6 ergab keine Unterschiede (Abb. 1).

Eine Untersuchung unserer Öle auf Pestizidrückstände ergab für alle untersuchten Proben so geringe Gehalte, daß sie entsprechend den heute geltenden Höchstmengenverordnungen als frei von diesen Substanzen betrachtet werden können. Daß der zumeist nur geringe Gehalt raffinierter Fette und Öle an kanzerogenen Kohlenwasserstoffen beim Fritieren abnimmt, wurde bereits früher (16, 17) gezeigt. Die Analysen der in unserem Fütterungsversuch verwendeten Fette zeigt Tabelle 7.

Tab. 7. Gehalt der verfütterten Öle an polycyclischen Kohlenwasserstoffen (ppb)

Kohlenwasserstoff	BR 1	BR 2	BR 3	BR 4	BR 5	BR 6	BR 7	BR 8
a) Anthracen	16	14	13	1	1	1	4	4
b) Phenanthren	Sp.	Sp.	Sp.	2	5	2	10	12
c) Fluoranthren	7	6	5	3	5	3	6	6
d) Pyren	12	14	9	4	6	3	5	5
e) Benz(a)anthracen	5	3	4	1	1	1	1	1
f) Chrysen	18	12	13	2	2	2	3	2
g) Benzo(a)pyren	2	1	Sp.	2	Sp.	Sp.	3	Sp.
h) Benzo(e)pyren	4	4	4	2	2	1	2	2
i) Perylen	1	Sp.	0	0	3	0	0	0
j) Anthanthren	0	0	0	0	0	0	0	0
k) Benzo(g,h,i)perylene	2	Sp.	Sp.	3	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
l) Dibenz(a,h)anthracen	1	0	Sp.	0	Sp.	0	Sp.	Sp.
m) Coronen	0	0	Sp.	0	0	0	0	0
Summe	68	54	48	20	25	13	34	32

#### Danksagung

Wir danken Frau E. L. Meyer für die Isolierung der Körperlipide, Herrn Dr. W. R. Eckert und seinen Mitarbeitern für die gaschromatographischen Analysen und Herrn Dr. H.-D. Pruss und Frau B. Goebel für die In-vitro-Versuche mit Pankreaslipase. Frau Ch. Erdmenger danken wir für die Durchführung der Tierversuche.

#### Summary

In feeding experiments no differences could be observed when used frying fats were fed to rats in the same amount and over the same period if compared with the unheated fats (partially hardened groundnut oil, soyabean oil). In details we investigated: concentration of plasma lipids including content of total cholesterol, electrophoresis of plasma lipoproteins, fatty acid composition of plasma lipids and of adipose tissue. Amount and composition of the un-



saponifiable matter in heated and unheated fats as well as the content of polycyclic aromatic hydrocarbons were determined. In in-vitro experiments we investigated the effect of pancreas lipase on these fats.

### Zusammenfassung

Die Verfütterung von Fritierfetten an Ratten ergab in allen untersuchten Parametern keine Unterschiede gegenüber den Verhältnissen bei den Kontrolltieren, welche die entsprechenden nichterhitzten Fette (partiell hydriertes Erdnußöl, Sojaöl) in derselben Menge und über den gleichen Zeitraum erhalten hatten. Untersucht wurden: Konzentration der Plasmalipide einschließlich des Gesamtcholesteringehaltes, Elektrophorese der Plasmalipoproteine, Fettsäurezusammensetzung der Plasmalipide und des Depotfetts sowie Menge und Zusammensetzung des Unverseifbaren einschließlich des Gehaltes an den polycyclischen Kohlenwasserstoffen. In In-vitro-Versuchen untersuchten wir die Wirkung der Pankreaslipase auf nichterhitzte und erhitzte Fette.

### Literatur

1. Lang, K., E. H. von Jan, J. Henschel, Z. Ernährungswiss. 9, 363 (1969). –
2. Lang, K., J. Henschel, Z. Ernährungswiss. 10, 234 (1971). – 3. Unbehend, M., H. Scharmann, Z. Ernährungswiss. 12, 134 (1973). – 4. Lang, K., J. Henschel, J. Waibel, G. Billek, Z. Ernährungswiss. 12, 241 (1973). – 5. Strauss, H.-J., G. Billek, Z. Ernährungswiss. 13, 81 (1974). – 6. Kracht, J., K. Lang, J. Henschel, Z. Ernährungswiss. 13, 132 (1974). – 7. Folch, M., M. L. Lees, G. H. Loane-Stanley, J. biol. Chem. 226, 497 (1957). – 8. Hollstein, E., G. Franzke, R. Wolf, Nahrung 17, 93 (1973). – 9. Zöllner, N., K. Kirsch, Z. ges. exper. Med. 135, 545 (1962). – 10. Führ, J., E. Stary, Ärztl. Lab. 15, 259–262 (1969). – 11. Eggstein, M., F. H. Kreutz, Klin. Wschr. 44, 262 (1966). – 12. Koch, C.-D., J. Führ, Ärztl. Lab. 20, 245–253 (1974). – 13. Nolen, G. A., J. C. Alexander, N. R. Artman, J. Nutr. 93, 337 (1967). – 14. Kaunitz, H., R. E. Johnson, L. Pegus, Z. Ernährungswiss. 10, 61 (1971). – 15. Kaunitz, J., R. E. Johnson, Lipids 8, 329 (1973). – 16. Fritz, W., Nahrung 12, 8/9 (1968). – 17. Berner, G., G. Biernoth, Z. Untersuch. Lebensmitt. 140, 330 (1969). – 18. Bundesgesundheitsblatt Nr. 18 vom 6. 9. 1974, 269. – 19. Biernoth, G., Fette, Seifen, Anstrichmittel 70, 217 (1968).

### Anschrift des Verfassers:

J. Führ, Chemische Abteilung des AK Heidberg,  
2 Hamburg 62, Taugstedter Landstraße 400