

*Aus der Tierversuchsstation der Deutschen Unilever GmbH, Hamburg-Bergstedt,
und der Unilever Forschungsgesellschaft mbH, Hamburg*

Über die ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Fritierfetten

4. Mitteilung: Einfluß auf die Lebenserwartung der Versuchstiere

Von K. Lang, J. Henschel, J. Waibel und G. Billek

Mit 3 Abbildungen und 4 Tabellen

(Eingegangen am 15. Mai 1973)

In der ersten Mitteilung (1) brachten wir die Ergebnisse unserer Fütterungsversuche an Wistar-Ratten über Wachstum und Protein-Efficiency, wobei über einen Fütterungszeitraum von 8 Wochen in der ersten Generation mit insgesamt 772 (338 ♂, 434 ♀) Versuchstieren berichtet wurde. Es hatten sich bei diesen Untersuchungen keine Effekte, die durch das Erhitzen eines der Fritierfette zustande gekommen wären, gezeigt. Nach Abschluß des Efficiency-Versuchs wurden die Tiere in den Langzeitfütterungsversuch überführt und nach 5 und 10 Monaten Lebensalter gepaart. Die Versuche ergaben, daß die Verfütterung dieser erhitzten Fritierfette an Wistar-Ratten keinen Einfluß auf die Fortpflanzung der Versuchstiere und die Aufzucht von deren Jungen hatte (2).

Dieser seit dem Jahr 1969 laufende Langzeitfütterungsversuch ist beendet, da inzwischen alle Versuchstiere, auch jene der 2. Generation, verstorben sind. Wir legen hier die vollständigen Daten über die Lebensdauer der Versuchstiere und die statistische Auswertung vor.

Eingesetzte Fritierfette

Wir verfütterten folgende, unterschiedlich vorbehandelte Fritierfette, die in 10 Gewichtsprozent des Gesamtfutters dargeboten wurden:

- BR 1 Erdnußöl, partiell gehärtet, nicht küchentechnisch eingesetzt;
- BR 2 Erdnußöl, partiell gehärtet, stark belastet, 72 Std. bei etwa 175° C, ohne Bratgut;
- BR 3 Erdnußöl, partiell gehärtet, extrem stark belastet, 96 Std. bei etwa 175° C, ohne Bratgut;

BR 4 Sojaöl, nicht küchentechnisch eingesetzt;

BR 5 Sojaöl, stark belastet, 72 Std. bei etwa 175° C, ohne Bratgut;

BR 6 Sojaöl, extrem stark belastet, 96 Std. bei etwa 175° C, ohne Bratgut;

BR 7 Sojaöl, mittelstark belastet, etwa 56 Std. bei etwa 175° C, mit Bratgut;

BR 8 Sojaöl, stark belastet, etwa 72 Std. bei etwa 175° C, mit Bratgut.

Die nicht erhitzten Fritierfette BR 1 und BR 4 galten als Kontrollfette.

Die wesentlichen Kennzahlen (1) dieser Fette sowie die Ergebnisse der gel-permeationschromatographischen (3) und liquidchromatographischen (4) Untersuchungen sind bereits veröffentlicht worden.

Versuchsdurchführung

Bezüglich der Einzelheiten der Versuchsdurchführung sei auf die 1. Mitteilung (1) verwiesen.

Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse

Methoden

Tab. 1 und 2 zeigen die Zahl der bis zu einem bestimmten Zeitpunkt gestorbenen Versuchstiere getrennt für die 1. und 2. Generation. Für jedes verfütterte Fett wurden aus den Daten der Tab. 1 und 2 die relativen Häufigkeitssummen berechnet, d. h. die in Prozenten ausgedrückte Zahl der zu einem bestimmten Zeitpunkt verstorbenen Tiere. Zwei ausgewählte Beispiele, nämlich die relativen Sterbehäufigkeitssummen nach Fütterung von BR 1 in der 1. Generation und

Tab. 1. Zahl der bis zu bestimmten Zeitpunkten gestorbenen Versuchstiere nach Fütterung partiell hydrierter Erdnußöle

Futter Monate	1. Generation			2. Generation		
	BR 1	BR 2	BR 3	BR 1	BR 2	BR 3
7	—	—	—	—	1	1
10	—	2	—	—	1	1
13	1	3	—	—	1	1
16	3	3	—	1	2	1
19	7	3	—	2	3	1
20	9	4	1	2	3	1
22	15	5	4	2	3	1
24	19	8	7	3	5	2
25	22	9	8	3	7	4
26	26	10	8	4	7	4
28	31	15	15	8	10	9
30	37	20	16	14	13	11
31	39	21	19	18	16	13
32	41	21	19	20	17	14
34	44	25	19	23	21	21
36	48	28	24	26	28	24
37	51	28	24	27	29	26
38	55	28	26	28	30	28
40	56	28	26	29	30	28

Tab. 2. Zahl der bis zu bestimmten Zeitpunkten gestorbenen Versuchstiere nach Fütterung von Sojaölen

Futter Monate	1. Generation BR 4	BR 5	BR 6	BR 7	BR 8
7	—	—	1	—	—
10	1	—	1	—	—
13	3	—	2	1	—
16	4	2	2	2	—
19	6	4	2	3	2
20	7	4	4	4	3
22	15	4	5	5	3
24	20	7	6	8	3
25	24	14	7	8	5
26	24	17	7	9	6
28	26	26	10	9	8
30	35	30	13	12	11
31	37	34	14	17	14
32	39	35	17	17	15
34	46	44	20	22	24
36	50	51	25	25	28
37	51	54	26	25	28
38	51	54	26	27	28
40	56	55	26	28	28

Fortsetzung der Tabelle 2

Futter Monate	2. Generation BR 4	BR 5	BR 6	BR 7	BR 8
7	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—
13	1	—	—	—	—
16	1	—	—	—	2
19	2	1	—	—	2
20	3	1	—	—	2
22	3	3	—	3	3
24	5	5	2	5	3
25	6	6	3	6	6
26	7	8	5	6	6
28	12	12	7	9	9
30	14	14	13	15	12
31	17	17	15	15	12
32	18	20	17	19	15
34	23	26	18	21	18
36	25	27	19	24	24
37	25	28	21	24	25
38	26	28	21	26	26
40	26	28	22	27	27

relative Sterbehäufigkeitssumme bzw.
Sterbewahrscheinlichkeit

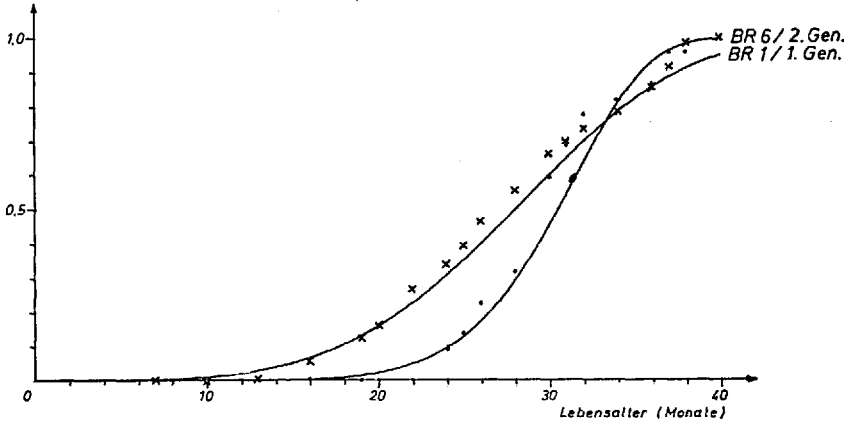


Abb. 1. Vergleich von relativer Häufigkeitssumme und Wahrscheinlichkeitsverteilung; relative Häufigkeitssummen nach Fütterung von BR 1, 1. Generation (x), und von BR 6, 2. Generation (•); ausgezogene Kurven geben die Wahrscheinlichkeitsverteilungen wieder.

von BR 6 in der 2. Generation, sind in Abb. 1 dargestellt. Häufigkeitsverteilungen dieses Typs lassen sich gut durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung von Weibull (5) annähern, welche durch die Formel gegeben ist:

$$W_t = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)^\beta}$$

Darin bedeuten t = Zeit und τ bzw. β frei wählbare Parameter, durch die die Lage des 50%-Wertes und die Steilheit der Kurve an dieser Stelle verändert werden können.

Für jede Versuchsgruppe wurden nun optimale Parameter τ und β so bestimmt, daß die maximale Abweichung der Häufigkeitsverteilung von den durch τ und β bestimmten Wahrscheinlichkeitsverteilungen minimal war. Mit Hilfe des Kolmogoroff-Smirnoff-Tests wurde das Modell geprüft und festgestellt, daß keine der Häufigkeitsverteilungen von der zugehörigen Weibull-Verteilung signifikant abweicht. Damit ist sichergestellt, daß die Weibull-Verteilung ein angemessenes Modell zur Beschreibung der Häufigkeitsverteilungen ist.

Abb. 1 zeigt neben den zwei Häufigkeitsverteilungen auch die ihnen zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

Ergebnisse bei Fütterung von partiell gehärteten Erdnußölen

Abb. 2 zeigt die Wahrscheinlichkeitsverteilungen bei Fütterung des partiell gehärteten Erdnußöls. Die Kurven der 1. Generation sind deutlich verschieden von denen der 2. Generation. Aus den Weibull-Funktionen der Abb. 2 lassen sich die in Tab. 3 wiedergegebenen charakteristischen Daten ableiten. Ratten, die mit den belasteten Fetten BR 2 und BR 3 gefüttert wurden, hatten eine in der Tendenz etwas höhere Lebenserwartung als solche, die das Vergleichsfett BR 1 bekamen. Ein signifikanter Unterschied zwischen Fetten innerhalb der Generationen ist jedoch mit Hilfe des Kolmogoroff-Tests für zwei Stichproben (6) nicht nachweisbar.

Ein Vergleich der 50%-Werte der Sterbewahrscheinlichkeiten in Tab. 3 zeigt, daß die 2. Generation eine um etwa 3 Monate längere Lebenserwartung hatte.

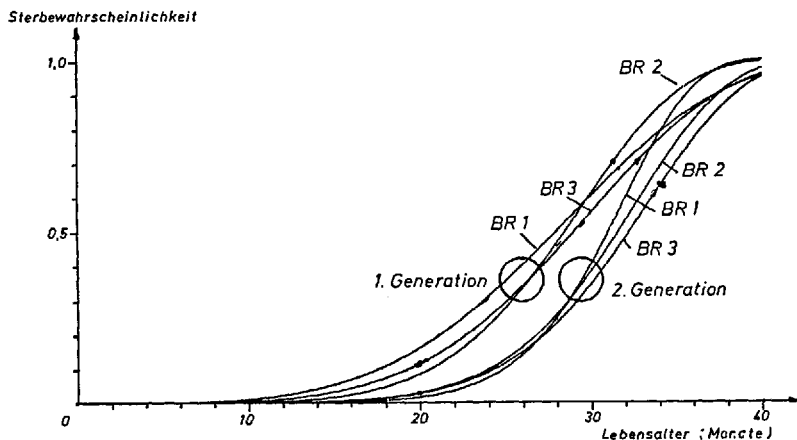


Abb. 2. Sterbewahrscheinlichkeiten nach Fütterung von partiell gehärteten Erdnußölen.

Tab. 3. Sterbewahrscheinlichkeit der Versuchstiere nach Fütterung partiell gehärteter Erdnußöle (in Monaten)

Fett	1. Generation			2. Generation		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%
BR 1	17,7	28,0	37,5	24,9	31,0	35,7
BR 2	20,6	28,5	35,0	24,1	31,6	37,6
BR 3	19,4	29,0	37,6	24,4	32,3	38,6

Ergebnisse bei Fütterung von Sojaöl

Abb. 3 zeigt die Wahrscheinlichkeitsverteilungen bei Fütterung der Sojaöle und Tab. 4 die aus den Weibull-Funktionen ermittelten charakteristischen Daten. Mit BR 4, also dem unbelasteten Sojaöl, in der 1. Gene-

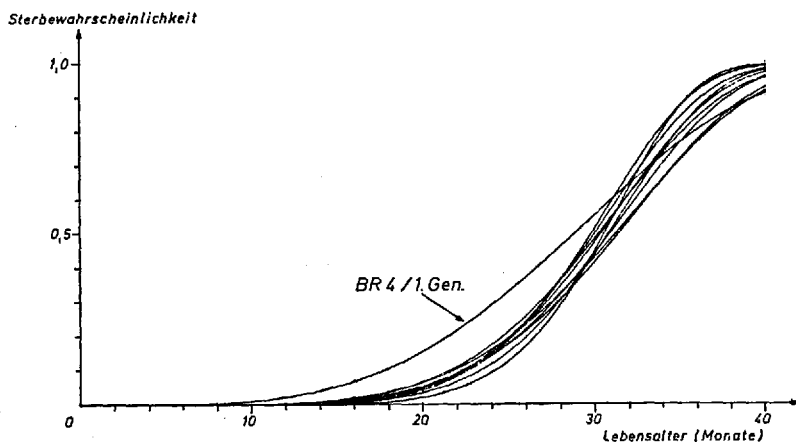


Abb. 3. Sterbewahrscheinlichkeiten nach Fütterung von Sojaölen.

Tab. 4. Sterbewahrscheinlichkeit der Versuchstiere nach Fütterung von Sojaöl (in Monaten)

Fett	1. Generation			2. Generation		
	10%	50%	90%	10%	50%	90%
BR 4	17,6	28,7	39,2	22,2	29,9	36,2
BR 5	21,5	30,2	37,4	22,6	29,7	35,5
BR 6	22,2	30,3	36,9	24,1	30,5	35,4
BR 7	21,7	31,1	39,2	23,3	30,7	36,7
BR 8	22,4	30,8	37,7	22,3	31,3	38,9

ration gefütterten Ratten zeigten eine signifikant geringere mittlere Lebenserwartung als alle anderen Versuchstiere. In der 2. Rattengeneration ist bei Sojaöl die – statistisch nicht gesicherte – Tendenz zu steigender Lebenserwartung bei Verfütterung von belastetem Fett noch weniger deutlich als bei den Fütterungsversuchen mit den partiell gehärteten Erdnußölen.

Abgesehen von BR 4 in der 1. Generation sind im Gegensatz zu den partiell gehärteten Erdnußölen hier die Sterblichkeitskurven zwischen 1. und 2. Generation, und damit auch die mittleren Lebenserwartungen, nur geringfügig, und nur auf dem 5 %-Niveau signifikant verschieden.

Diskussion

In einer früheren Veröffentlichung (7) wurde an Hand der damals vorliegenden Versuchsergebnisse der Schluß gezogen, daß erhitzte Fette einen deutlich günstigen Einfluß auf die Lebensdauer der Tiere, und zwar im Sinne einer Verminderung der frühen Sterblichkeit, ausüben. Eine derartige Feststellung stand nicht im Widerspruch mit den Befunden anderer Autoren, wie z. B. *Nolen et al.* (8) und *Kaunitz* (9).

Auf Grund der nun vollständig vorliegenden Versuchsdaten (Tab. 1 und 2) ist ebenfalls eine Tendenz erkennbar, daß Ratten, die mit *unbelastetem Fett* gefüttert wurden, eine Verkürzung der mittleren Lebenserwartung zeigen gegenüber solchen, die mit oder ohne Bratgut *erhitzte Fette* erhielten. Dieser Effekt ist aber nur bei einer von 16 Versuchsgruppen statistisch gesichert, und zwar bei Verfütterung des nicht erhitzten Sojaöls BR 4 und nur in der 1. Generation. Bei der Fütterung des partiell gehärteten Erdnußöls konnte weder bei der 1. noch bei der 2. Generation ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen erhitztem und nichterhitztem Fett festgestellt werden.

Zusammenfassung

Partiell gehärtetes Erdnußöl und Sojaöl wurden mit oder ohne Bratgut, aber jeweils unter praxisüblichen Bedingungen bis zu 96 Stunden erhitzt und in einem Langzeitfütterungsversuch an 2 Generationen von Wistar-Ratten verfüttert. Die Gesamtlebensdauer der Versuchstiere ist bei Fütterung von erhitzten und nichterhitzten Fetten praktisch identisch und von der Vorbehandlung unabhängig. Die nun vollständig vorliegenden Versuchsdaten lassen aber eine Tendenz erkennen, daß Versuchstiere, die mit unbelasteten Fetten gefüttert

wurden, eine erhöhte Frühsterblichkeit zeigen gegenüber solchen, die erhitzte Fette erhielten.

Dieser Effekt ist aber nur bei einer von 16 Versuchsgruppen statistisch gesichert.

Summary

Partially hardened groundnut oil and soyabean oil were heated with and without frying goods under good manufacturing practice up to 96 hours and then fed to two generations of Wistar rats in long-term feeding experiments. The over-all life span of the animals fed the unheated or heated fats respectively is practically identical and not influenced by the treatment of the fats. Furthermore our data indicate a tendency that rats fed with the unheated fats showed an increased mortality in the early periods of the experiment if compared with those groups which received the heated fats. This effect, however, is statistically significant only in case of one group out of 16 experimental groups.

Literatur

1. K. Lang, E. H. van Jan, J. Henschel, Z. Ernährungswiss. 9, 363 (1969). –
2. K. Lang und J. Henschel, Z. Ernährungswiss. 10, 234 (1971). – 3. M. Unbehend und H. Scharmann, Z. Ernährungswiss. 11, 134 (1973). – 3a. M. Unbehend, H. Scharmann, H. J. Strauß und G. Billek, Fette – Seifen – Anstrichmittel (im Druck). – 4. K. Aitzetmüller, Fette – Seifen – Anstrichmittel 75, 14 (1973). – 5. L. Sachs, Statistische Auswertungsmethoden (Berlin 1968). – 6. E. S. Pearson und M. O. Hartley, Biometrika Tables for Statisticians, Vol. 2 (Cambridge 1972). –
7. K. Lang, Z. Ernährungswiss. 11, 177 (1972). – 8. G. A. Nolen, J. C. Alexander und N. R. Artman, J. Nutr. 93, 337 (1967). – 9. M. Kaunitz, R. E. Johnson und L. Pegus, J. Amer. Oil Chem. Soc. 42, 770 (1965).

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Dr. K. Lang et al., 7812 Bad Krozingen, Schwarzwaldstraße 71