

# ÜBER DIE JAHRESZEITLICHEN VARIATIONEN IM NÄHRSTOFFGEHALT DER LEBER

PIRKKO ANTILA, ELINA VARESMÄÄ und F. P. NIINIVAARA

*Institut für Fleischtechnologie, Universität Helsinki*

Eingegangen am 14. 11. 1967

Es ist allgemein bekannt, dass in der Zusammensetzung der Milch gewisse Variationen auftreten, welche auf die Unterschiede in der Fütterung während der Weide- und Stallfütterungsperiode zurückzuführen sind. Dies gibt Anlass zur Vermutung, dass entsprechende Variationen auch in der Zusammensetzung des Fleisches und Organe des Rindes vorkommen.

Da die Leber eine bedeutende Quelle von vielen Nährstoffen ist, war es der Zweck dieser Untersuchung die Zusammensetzung der Leber, besonders im Hinblick auf den Vitamin- und Mineralstoffgehalt, sowie die Fettsäurezusammensetzung des Fettes festzustellen und die dabei eventuell auftretenden jahreszeitlichen Variationen zu bestimmen.

## *Material und Methoden*

Die Proben wurden zu Beginn (8. 6. 1966) und am Ende der Weideperiode (29. 9. 1966) sowie in der Mitte (17. 1. 1967) und am Ende der Stallfütterungsperiode (1. 4. 1967) entnommen. An den angegebenen Tagen wurde aus dem Schlachthof 5 Rinder- und 5 Schweinelebern geholt, die von am Vortag geschlachteten Tieren stammten. Die Vorbehandlung der Proben geschah folgendermassen. Die grösseren Häute und das sichtbare Fett wurde entfernt, und die Leber danach zerschnitten. Die Rinder- und Schweinelebern wurden durch den Wolf gelassen und in zwei Proben geteilt. Die zusammengestellten Rinderleberproben wogen zusammen 21—25 kg und die Schweineleberproben 7.5—9 kg.

Die chemische Zusammensetzung, der Vitamin-A-, Thiamin-, Eisen- und Kupfergehalt der Proben wurde bestimmt. Die Fettsäurezusammensetzung des Fettes wurde aus den am 29. 9., 17. 1. und 1. 4. genommenen Proben bestimmt.

Die chemische Zusammensetzung, der Vitamin-A- und Eisengehalt wurden wie in der Untersuchung von ANTILA et al. (1967) bestimmt.

Der Thiamingehalt wurde fluorimetrisch gemäss der Thiochrom-Methode bestimmt. Die Extraktion der Proben wurde nach WELCHER (1963) durchgeführt, die Enzymbehandlung und Reinigung der Extraktlösung nach STROHECKER und HENNING (1963). Die Messung der Fluoreszenz wurde mit dem Zeiss-Spektralphotometer PMQ II unter Verwendung des Fluoreszenz-Zusatzgerätes ZFM 4, Aufstellung B, durchgeführt.

Der Kupfergehalt wurde mit dem Atomabsorptions-Spektralphotometer Perkin-Elmer Modell 303 bestimmt. Für die Messung wurde eine Probe von 5 g mit Salpeter- und Schwefelsäure verascht. Die Aschelösung wurde auf 100 ml mit 0.5-n Salzsäure verdünnt.

Für die Fettsäurenbestimmung aus dem Fett wurden die Lipide aus der Leber nach der von BLIGH und DYER (1959) entwickelten Methode extrahiert. Um eine Oxydation des Fettes zu vermeiden, wurde die Leber-Lösungsmittel-Mischung während der Extraktion mit gasförmigen Stickstoff versetzt. Das Lösungsmittel liess man schnell im Vakuum eindampfen und die Lipide wurden mit 4 % etanolischen KOH-Lösung unter dem Rückflusskühler verseift. Die Fettsäuren wurden mit Salzsäure freigesetzt und in absolutem Methanol mit Schwefelsäure als Kathalysator in 3 Stunden unter dem Rückflusskühler verestert.

Die Fettsäurenmethylester wurden mit dem Perkin-Elmer 800 Gaschromatographen analysiert, der mit einem Flammen-Ionisator-Detektor (FID) und zwei 15 % Buthandiolsucchinat (BDS)-kolonnen versehen war. Die Mengen der Fettsäuren wurden von relativen Flächen unter Verwendung des Perkin-Elmer D 2 Integrators berechnet.

Die Fettsäuren wurden mit Hilfe von bekannten Fettsäurenmischungen identifiziert und durch Vergleich der Spitzen mit den Geraden von Logarithmen der Retentionszeiten von bekannten Estern. Die gesättigten und ungesättigten Fettsäuren wurden durch Hydrierung der Fettsäurenmethylester im Wasserstoffstrom unter Verwendung von Platinoxid als Kathalysator getrennt.

### *Resultate und Besprechung*

**C h e m i s c h e   Z u s a m m e n s e t z u n g** Die Resultate sind in Tabelle 1 zusammengestellt. In der Zusammensetzung der Leberproben konnten keine klaren jahreszeitlichen Variationen festgestellt werden. Der Fettgehalt der

Tabelle 1. Die chemische Zusammensetzung der Rinder- und Schweineleber.

Probe	Rinderleber			Schweineleber		
	Wasser %	Fett %	Protein %	Wasser %	Fett %	Protein %
8. 6. 66	69.4	3.4	20.2	67.3	4.4	20.3
29. 9. 66	69.8	4.4	20.0	70.2	3.9	21.3
17. 1. 67	70.3	3.5	19.9	70.0	3.1	19.7
1. 4. 67	70.6	3.9	18.5	70.6	3.7	19.9
	70.0	3.8	19.7	69.5	3.8	20.3

Rinderleber war am höchsten zu Ende der Weideperiode, aber der Abfall von diesem Höchstwert ging nicht geradlinig vonstatten. Der Proteingehalt sowohl der Rinder- als auch der Schweineleber war in den Sommer- und Herbstproben etwas höher als im Winter und Frühjahr.

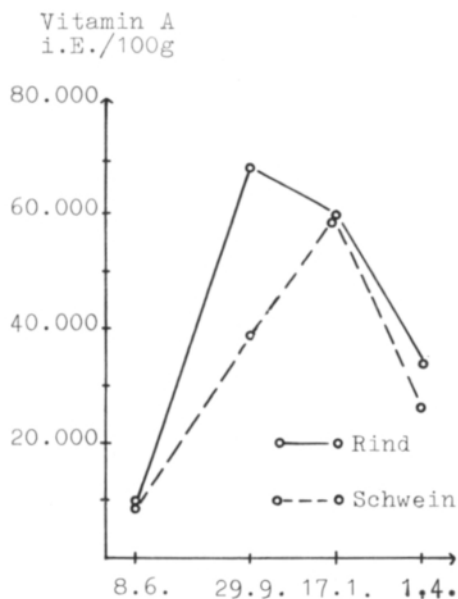


Abb. 1. Der Vitamin-A-Gehalt der Leber

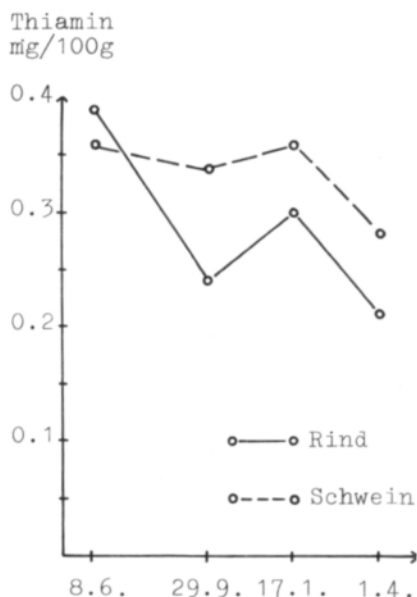


Abb. 2. Der Thiamingehalt der Leber

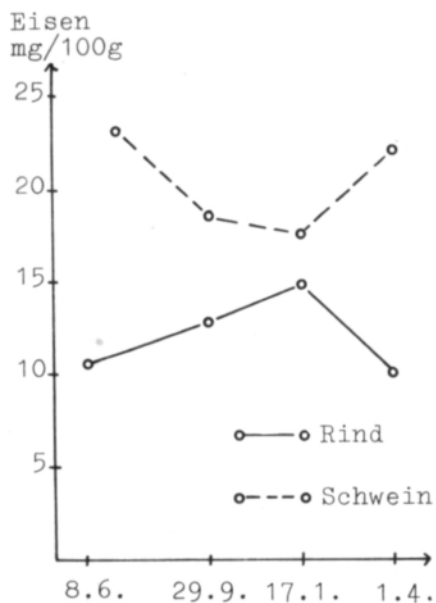


Abb. 3. Der Eisengehalt der Leber

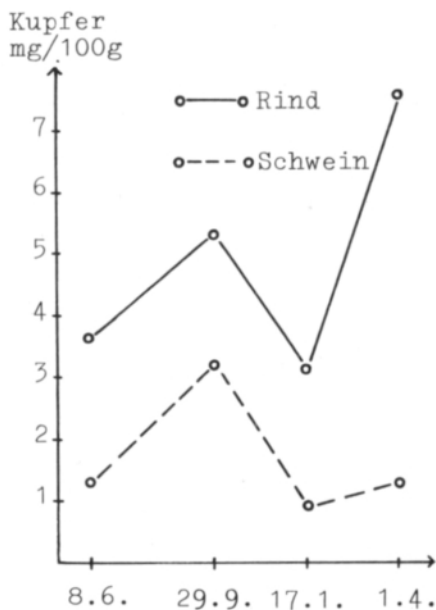


Abb. 4. Der Kupfergehalt der Leber

Tabelle 1 zeigt weiter, dass die untersuchten Rinder- und Schweinelebern ihrer Zusammensetzung nach fast gleich waren. Diese Resultate weisen in die gleiche Richtung wie diejenigen in früherer Untersuchung (ANTILA et al. 1967).

**Vitamingehalt Vitamin A.** Die Resultate sind in Abbildung 1 zu finden. Aus dieser geht hervor, dass der Vitamin-A-Gehalt der Rinderleber im Herbst am höchsten und im Frühsommer am niedrigsten war. Der Vitamin-A-Gehalt der Ende September analysierten Probe, 68 000 i.E./100 g, war über 7 Mal höher als derjenige der Anfang Juni analysierten Probe, deren Vitamin-A-Gehalt 9000 i.E./100 g war.

Zwischen dem Vitamin-A-Gehalt der Rinder- und Schweineleber bestehen Unterschiede nur betreffend der Herbstproben, als der Vitamin-A-Gehalt der Schweineleber nur fast die Hälfte des Gehaltes der Rinderleber betrug.

Die untersuchten Rinderlebern enthielten Vitamin A durchschnittlich 43.000 und Schweinelebern 34.000 i.E./100 g. In der vorliegenden Arbeit war der Unterschied des Vitamin A-Gehaltes der Rinder- und Schweineleber bedeutend niedriger als in der früheren Arbeit von ANTILA et al. (1967). Dieses beruht wahrscheinlich darauf, dass die Lebern in der früheren Untersuchung während der Weideperiode analysiert wurden, wenn nach Abbildung 1 die Unterschiede in den Gehalten an Vitamin A der Rinder- und Schweinelebern am höchsten sind.

Tabelle 2. Vergleich zwischen dem Thiamingehalt der Rinder- und Schweineleber.

Quelle	Rinderleber	Schweineleber
	Thiamin mg/100 g	
SCHEID et al. (1953)	0.22	0.24
SOUCI et al. (1962)	0.30	0.31
U. S. D. A. (1963)	0.25	0.30
PEJČEV & CVETKOVA (1963)	0.29	0.44
Eigene Untersuchungen (1967)	0.29	0.34

Thiamin. Die Resultate sind in Abbildung 2 und Tabelle 2 angeführt.

Der Thiamingehalt der Rinderleber variierte in den untersuchten Proben von 0.21—0.39 mg und der der Schweineleber zwischen 0.28 und 0.36 mg/100 g. Keine jahreszeitlichen Variationen konnten jedoch festgestellt werden, Abb. 2.

In der Literatur findet man etwas von einander abweichende Angaben über den Thiamingehalt der Leber. Nach den meisten Quellen ist der Thiamingehalt der Schweineleber etwas höher als derjenige der Rinderleber, Tabelle 2.

**Mineralstoffgehalt Eisen.** Die Resultate sind in Abbildung 3 angegeben. Man kann feststellen, dass der Eisengehalt besonders der Rinderleber jahreszeitlich recht wenig variiert. Der Eisengehalt der im Herbst und Winter analysierten Proben war etwas höher als im Frühjahr und Vorsommer. Die Eisenwerte der Schweineleber zeigten entgegengesetzte Variationen.

Die untersuchten Rinderlebern enthielten im Durchschnitt 12.1 mg und die Schweinelebern 20.4 mg/100 g Eisen. Diese Resultate sind mit den von ANTILA

et al. (1967) erhaltenen gleichgerichtet, obgleich die Unterschiede in den Eisengehalten der Schweine- und Rinderleber hier niedriger waren als in der früheren Untersuchung.

**Kupfer.** Die Resultate sind in Abbildung 4 angegeben. Es zeigt sich, dass der Kupfergehalt der Rinderleber in allen Proben höher war als in der Schweineleber. In den Kupfergehalten traten gewisse Variationen auf, die in den Rinder- und Schweinelebern gleichgerichtet waren. Diese Variationen wiesen aber nicht Korrelation mit den Jahreszeiten auf.

Die analysierten Rinderlebern enthielten im Durchschnitt 5.03 und die Schweinelebern 2.07 mg/100 g Kupfer. In der Untersuchung von TOMOFF (1960), in der 128 Rinder- und 103 Schweineleberproben analysiert wurden, fand sich auch ein Kupfergehalt von 5.03 mg /100 g in der Rinderleber. Dagegen war der Kupfergehalt der Schweineleber, 5.48 mg/100 g, bedeutend höher als in der vorliegenden Arbeit gefunden wurde. HOPKINS *et al.* (1961) fanden bei ihrer Untersuchung über den Mineralstoffgehalt der tierischen Organe bedeutend niedrigere Werte. Der Kupfergehalt von drei zusammengesetzten Proben, die Leber von zehn verschiedenen Tieren enthielten, variierte zwischen 1.2 und 2.2 mg und derjenigen von zwei zusammengesetzten Proben von Schweineleber zwischen 0.46 und 0.56 mg/100 g. Am meisten Kupfer, 3.7—6.7 mg/100 g wurde in Schafslebern gefunden.

**Fettsäurezusammensetzung** Die Resultate sind in Tabelle 3 angegeben. Das Fett der Rinderleber war ihrer Fettsäurezusammensetzung nach viel reicher als das der Schweineleber. Im Chromatogramm der Rinder-

Tabelle 3. Die Fettsäurezusammensetzung des Fettes von Rinder- und Schweineleber.

Fettsäure a, b	Rinderleber			Schweineleber		
	29. 9. 66	17. 1. 67	1. 4. 67	29. 9. 66	17. 1. 67	1. 4. 67
14: 0	1.1	1.5	1.6	0.9	0.7	0.7
15: 0	0.7	0.7	0.8	0.2	0.2	0.2
16: 0	13.2	15.0	16.2	14.1	13.1	15.5
16: 1	3.0	2.8	2.7	1.7	1.6	1.8
17: 0	1.8	1.9	1.8	0.5	1.0	1.0
17: 1	0.6	0.9	0.9	0.3	0.6	0.4
18: 0	37.1	33.5	34.9	33.4	32.6	37.4
18: 1						
18: 2	7.1	6.4	6.7	11.0	8.8	11.7
20: 0	2.1	2.6	3.0		0.4	0.3
20: 2				0.8	0.7	0.7
20: 3	3.9	3.3	3.4			
22: 0	5.1	5.1	5.4	4.8	2.1	2.8
22: 1	2.2	1.4	2.6			
24: 0	1.3	0.6	0.8			
22: 6	5.6	5.4	5.6			

a Die Länge der Kohlenkette: die Anzahl der Doppelbindungen

b Die Werte sind in Prozenten von Gesamtmenge der Fettsäurenmethylester angegeben worden.

leber fanden sich alles in allem 47 Spitzen, aus denen es gelang, 14 Fettsäuren zu identifizieren. Im Chromatogramm der Schweineleber fanden sich entsprechend 34 Spitzen, aus denen 11 Fettsäuren identifiziert werden konnten.

Das Rinderleberfett enthielt bedeutende Mengen, ca 5.5 % Docosaheksaensäure (22: 6), die in der Schweineleber nicht gefunden wurde. Ähnliche Resultate erhielten auch SIEDLER et al. (1964). Nach dieser Untersuchung enthielt das Fett von Rinderleber 34 % Stearin- und 14 % Ölsäure und das von Schweineleber 26 % Stearin- und 22 % Ölsäure. In der vorliegenden Arbeit konnten diese Säuren nicht getrennt werden.

Der Gehalt an Myristin-, Palmitolein-, Arachin- und Behensäure war im Rinderleberfett höher als im Schweineleberfett. Dagegen enthielt das Fett von Rinderleber weniger Linolsäure (6.4—7.1 %) als das von Schweineleber (8. 8—11.7 %). Der Linolsäuregehalt ist auch im Rindertalg (ca 2 %) niedriger als im Schweineleberfett (ca 10 %).

Die jahreszeitlichen Variationen in der Fettsäurezusammensetzung des Leberfettes sind verhältnismässig klein gewesen. Diese Variationen waren jedoch in der Rinderleber deutlicher als in der Schweineleber. Im Herbst war der Palmitin-, Myristin- und Arachinsäuregehalt des Rinderleberfettes niedriger als im Winter und Frühling. Der Linolsäuregehalt war sowohl in der Rinder- als auch in der Schweineleber während der Stallfütterungsperiode im Januar am niedrigsten.

Es ist offensichtlich, dass man mit der Fütterung deutlichen Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung des Leberfettes ausüben kann, wie auch aus der Untersuchung von CHUNG und LING (1965) hervorgeht.

### *Zusammenfassung*

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es gewesen, die eventuellen jahreszeitlichen Variationen in dem Nährstoffgehalt der Leber festzustellen.

Die Lebern wurden im Juni, September, Januar und April analysiert. Insgesamt wurden 4 zusammengesetzte Rinder- und 4 Schweineleberproben untersucht. Jede Probe enthielt die Lebern von 5 verschiedenen Tieren.

Aus den Proben wurde die chemische Zusammensetzung, der Vitamin-A-, Thiamin-, Eisen- und Kupfergehalt bestimmt. Die Fettsäurezusammensetzung des Fettes wurde aus Proben bestimmt, die im Herbst, Winter und Frühjahr entnommen worden waren.

Von den untersuchten Nährstoffen zeigten nur die Vitamin-A-Werte deutliche jahreszeitliche Variationen. Am Ende der Weideperiode war der Vitamin-A-Gehalt der Rinderleber mit 68.000 i.E./100 g über 7-fach höher als zu Beginn der Weideperiode mit 9000 i.E./100 g. Die grössten Unterschiede in den Vitamin-A-Werten der Rinder- und Schweineleber traten in den im Herbst untersuchten Proben auf, als der Vitamin-A-Gehalt der Schweineleber fast nur halb so gross war als derjenige der Rinderleber.

## LITERATURVERZEICHNIS

- ANTILA, P., SIHVOLA, R.-L. & NIINIVAARA, F. P. 1967. Über den A-Vitamin- und Eisengehalt der Leber. *Acta Agr. Fenn.* 109, 1: 78—84.
- BLIGH, E. G. & DYER, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 911—917.
- CHUNG, R. A. & LIN, C. C. 1965. The fatty acid content of pork cuts and variety meats as affected by different dietary lipids. *J. Food Sci.* 30: 860—864.
- HOPKINS, H. T., MURPHY, E. W. & SMITH, D. P. 1961. Minerals and proximate composition of organ meats. *J. Am. Dietet. Assoc.* 38: 344—349.
- PEJČEV, S. & CVETKOVA, C. 1963. Vitamin-B<sub>1</sub>-Gehalt in Fleisch und Tierorganen. *Izn. vet.-hig. Inst. zivotinski Produkti* 3: 291—294. Ref. *Die Nahrung* 1965, 1: 13.
- SCHEID, H. E., BENNET, B. A. & SCHWEIGERT, B. S. 1953. Thiamine, riboflavin and niacin content of organ meats. *Food Res.* 18: 109—112.
- SIEDLER, A. J., SPRINGER, D., SLOVER, H. T. & KIZLAITIS, L. 1964. The nutrient content of variety meats. III. Fatty acid composition of lipids of certain raw and cooked variety meats. *J. Food Sci.* 29: 877—880.
- SOUČI, S. W., FACHMANN, W. & KRAUT, H. 1962. Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen. Bl. F-III, 16, F-IV, 15. Stuttgart.
- STROHECKER, R. & HENNING, H. M. 1963. Vitaminbestimmungen. p. 72—75. Weinheim.
- TOMOFF, A. 1960. Über den Kupfergehalt der Leber unserer Haustiere. *Tierärztl. Umschau* 15: 96.
- U. S. Dept. of Agric. 1963. Composition of foods. *Agriculture Handbook* No. 8, p. 37. Washington.
- WELCHER, F. Y. 1963. Standard methods of chemical analysis. Vol. II B, p. 2359—2361. New York.

## SELOSTUS:

## MAKSAN RAVINTOAINESISÄLLÖN VUODENAIKAISET VAIHTELUT

PIRKKO ANTILA, ELINA VARESMÄÄ ja F. P. NIINIVAARA

*Helsingin Yliopisto, Lihateknologian laitos*

Maksanäytteet otettiin kesä-, syys-, tammi- ja huhtikuussa. Yhteensä tutkittiin neljä naudan- ja neljä sianmaksanäytettä, joista kukin edusti viiden eri eläimen maksaa.

Näytteistä määritettiin kemiallinen koostumus, A-vitamiini-, tiiamiini-, rauta- ja kuparisältö. Maksan rasvan rasvahappokoostumus tutkittiin syksyllä, talvella ja keväällä otetuista näytteistä.

Selviä vuodenaikaisia vaihteluja esiintyi ainoastaan maksan A-vitamiinisäällössä. Laidunruokinnan lopussa naudanmaksan A-vitamiinimäärä, 68.000 ky/100 g oli yli seitsemän kertaa korkeampi kuin laidunruokinnan alussa, 9.000 ky/100 g. Suurimmat erot naudan- ja sianmaksan A-vitamiiniarvoissa olivat syksyllä, jolloin sianmaksan A-vitamiinisäältö oli lähes puolta pienempi kuin naudanmaksan.