

2. Die Lipidzusammensetzung der Fettgewebe stimmte mit den Literaturangaben überein, obwohl sich die Untersuchungen auf das Fettgewebe von Individuen erstreckten, die beinahe ausschließlich Schweinefett verzehrt hatten.

3. Die Fettsäurezusammensetzung der verschiedenen Organlipide unterschied sich signifikant von dem der Fettgewebe. Die Verschiedenheit zeigte sich in der Phospholipidfraktion. Die Fettsäurezusammensetzung der Triglyceride und der Cholesterinester war nahezu gleich.

4. Während in der Fettsäurezusammensetzung des Fettgewebes und der einzelnen Organe zwischen den beiden Altersgruppen kein Unterschied nachgewiesen werden konnte, war der Cholesterinspiegel bei der älteren Altersklasse, mit Ausnahme des Gehirns, bedeutend höher.

Literatur

1. TARJÁN, R., M. KRÁMER und K. SZÖKE, Int. Z. Vitaminforsch. **34**, 326 (1964); Egészségtudomány **8**, 379, 1964. — 2. SZÖKE, K., M. KRÁMER, R. TARJÁN und A. ABDEL HAY, im Druck. — 3. ABDEL HAY, A. R. TARJÁN, M. KRÁMER und K. SZÖKE, im Druck. — 4. FOLCH, J., J. ASCOLI, M. LEES, J. A. MEATH und F. N. LE BARON, J. biol. Chem. **191**, 833 (1951). — 5. CZEGLÉDI-JANKÓ, G., Élelmiszervizsgálati Közlemények **9**, 193 (1963). — 6. SZÖKE, K., M. KRÁMER und K. LINDNER, Fette, Seifen, Anstrichmittel **67**, 257 (1965). — 7. LIEBERMANN, C., Chem. Ber. **18**, 1803 (1885). BURKHARD, H., Chem. Zentr. **61**, 25 (1890). — 8. HIRSCH, J., J. W. FARQUHAR, E. H. AHRENS, M. L. PETERSON und W. STOFFEL, Amer. J. clin. Nutr. **8**, 499 (1960). — 9. KRÁMER, M., K. SZÖKE, A. ABDEL HAY und R. TARJÁN, im Druck. — 10. KRUT, L. H. und B. BRONTE-SREWART, J. Lipid Res. **5**, 343 (1964). — 11. KINGSBURY, J., S. PAUL, A. CROSSLEY und D. M. MORGAN, Biochem. J. **78**, 541 (1961). — 12. KRITCHEVSKY, D., Cholesterol (New York 1958).

Anschrift der Verfasser:

Dr. MAGDALENE KRÁMER u. Mitarb., Institut für Ernährungswissenschaft,
Gyáli út 3/a, Budapest, IX (Ungarn)

*Aus dem Physiologisch-Chemischen Institut der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar
(Direktor: Prof. Dr. Dr. Ammon)*

Untersuchungen über Nährwertverluste bei der Zubereitung von Speisen mit automatisch arbeitenden Großküchenmaschinen

III. Vitamin-B₁-Verluste in Schweinefleisch*)

Von W. KUNKEL

Mit 3 Tabellen

(Eingegangen am 20. März 1966)

RICE und BEUK (1) zeigten 1945 an Schweinefleischmischungen, daß der Thiamingehalt proportional der Erhitzungstemperatur und -zeit absinkt. Wird das Fleisch auf Temperaturen oberhalb 77° C erhitzt, erfüllen der Zeitwert und die Werte des Thiamingehaltes in dem rohen und erhitzten Fleisch die Bedingung einer Gleichung der Reaktion erster Ordnung.

*) Für die finanzielle Hilfe sei dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten an dieser Stelle gebührend gedankt.

FARRER (2) faßte 1955 die Ergebnisse systematischer Untersuchungen über die thermale Destruktion des Thiamins zusammen und wies in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der Zeit und Temperatur bei der Hitzebehandlung des Fleisches hin.

In den Jahren 1943 bis 1949 haben eine Reihe von Autoren – Mc INTIRE (3,4), SCHWEIGERT (5,6), COVER (7, 8a, b), BRADY (9) und KEYS (10) mit Mitarbeitern – über die Thiaminverluste bei der Zubereitung von Schweine- (3, 5, 6, 9), Rind- (7, 8b, 10), Lamm- (4, 8b) und Kalbfleisch (4) berichtet. Die Ergebnisse beziehen sich auf verschiedene Zubereitungsverfahren [Schmoren (3, 4), Dünsten (8a, b), Braten (3, 4, 5, 7, 10), Rostbraten (3,4)] für Fleisch, das in dem Haushalt verbraucht wird. Um die Variation des Vitamingehaltes zwischen verschiedenen Tieren derselben Species zu umgehen, wurde dasselbe Fleichstück von der einen Seite desselben Tieres roh, das der anderen Seite nach der Hitzebehandlung untersucht (3, 6, 7, 10, 11).

1960 untersuchten NOBLE und Mitarb. (12) den Verlust des Thiamins in Roastbeef; die Fleischproben wurden aus einer Reihe von Rindfleischstücken entnommen und nicht festgelegt, ob diese Proben zu einem oder mehreren Tieren gehörten.

1962 finden wir bei LUSHBOUGH und Mitarb. (13) einen Vergleich der Thiaminverluste in Fleischspeisen, die mit Standardverfahren hergestellt wurden (Autoklavieren, Erhitzen in konventionellen elektrischen und modernen elektrischen Öfen), mit denjenigen in Fleischprodukten, die zu Handelszwecken hergestellt wurden (z. B. luncheon meat).

MEYER und Mitarb. (14) teilten 1963 mit, wie sich der Thiamingehalt des Glutaeus medius des Schweines zu der Qualität (Farbe, Wassergehalt und Konsistenz) des Muskels verhält.

Über Thiaminverluste bei der Zubereitung in der Großküche in einzelnen Schweine- und Rindfleischmuskeln hatte bereits 1948/49 COVER (11, 15) berichtet. Da in der Großküche mit höheren Gartemperaturen gearbeitet wird, wies der Autor nach, daß bei niedrigeren Temperaturen signifikant größere Mengen des Vitamins in dem gegarten Fleisch erhalten bleiben. Das Fleisch wurde sorgfältig aus Muskeln beider Seiten des gleichen Tieres gepaart, für die rohen und gegarten Proben ausgewählt.

F. FENTON (16) hob 1960 in einem zusammenfassenden Artikel über den Nährwertgehalt verarbeiteter Nahrungsmittel hervor, daß ein genügendes Ausmaß an Untersuchungen über die Verluste bei Großküchenverarbeitung fehlt.

Deshalb führten wir eine Anzahl Thiaminbestimmungen in rohen und gegarten Fleischarten durch, die in einem modernen Großküchenautomaten (Transfer-Grill-Automat; Firma Neff, Bruchsal) gegrillt worden waren. Die zufällige Variationsbreite des Vitamingehaltes sollte in dem Ergebnis enthalten sein. Es wurden daher keine bestimmten Tiere oder Muskeln ausgewählt oder Paarungen der Fleischproben aus den beiden Seiten desselben Tieres vorgenommen.

Beschreibung des Gerätes

Der Transfer-Grill-Automat ist ein kontinuierlich arbeitendes Gerät mit elektrischen Infrarotstrahlern, in dem Fleischscheiben (Steaks, Leberscheiben, Fisch u. a.) gegart werden können. Das Grillgut wird von Hand auf einen

Kettenrost gelegt, auf dem es das Gerät von oben nach unten durchwandert, zweimal gewendet wird und in den Ausgabebehälter gelangt. Die Grilltemperatur kann an einem Thermostaten eingestellt und an einem Thermometer beobachtet werden.

Methodisches

1. Bildung der Untersuchungsproben

Das Untersuchungsmaterial wählten wir aus den Fleischlieferungen aus, die in der Großküche der Mensa der Universität in Saarbrücken anfielen. Das Fleisch war bereits in einzelne Portionen – in Schnitzel, Steaks, Kasseler Rippen, Koteletts – geteilt. Fleischportionen dieser Art aus derselben Lieferung, die optisch eine ähnliche Muskel- und Fettgewebsstruktur hatten, wurden entnommen. Wir wogen 2–4 rohe Portionen (330 bis 510 g) ab, garten sie und bestimmten das Gewicht derselben Teile im gegarten Zustand. Durchschnittsproben aus 2–4 Fleischportionen, des rohen und gegarten Materials befreiten wir von dem groben Fett und den Knochen und unterzogen sie $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde nach der Fertigstellung des Gegarten der Vitamin-B₁-Bestimmung, später folgten die Untersuchungen des Wasser- und Fettgehaltes.

Die Garzeit und die Temperatur des Grillautomaten wurden festgehalten. Die Untersuchungen führten wir von April 1964 bis Juli 1965 durch.

2. Vitamin-B₁-Bestimmung

Das Thiamin bestimmten wir fluorometrisch nach Bildung des Thiochroms. In großen Zügen hielten wir uns an die Angaben von STROHECKER (17) und benutzten folgende spezielle Verfahren: 40 bis 160 g des Fleisches, das als Durchschnittsprobe aus 2–4 Fleischportionen von je 100–200 g gebildet worden war, werden in 0,1 n HCl in einem Haushaltsmixgerät 1–2 Minuten homogenisiert.

Der pH-Wert dieses Breies soll 1 betragen und wird bei Bedarf eingestellt. Der Extrakt wird auf einem siedenden Wasserbad 30 Minuten hydrolysiert. Das Volumen betrug ca. 500 ml; nach dem Abkühlen auf etwa 40° C wurde ein pH von 4,5–5 eingestellt, auf 10 g eiweißhaltiges Material 0,2 g Papain, zu der ganzen Probe 0,5–1 g Diastase und 2 ml Toluol zugefügt und 5 Stunden bei 37–40° C verdaut. Danach wird das Gemisch zentrifugiert (etwa 6 Minuten bei 4000 U/min), der Bodensatz mit 1 n HCl zweimal nachgewaschen; Waschflüssigkeiten und Extrakt werden filtriert, der pH-Wert auf 1 eingestellt, über Nacht kühl und dunkel aufbewahrt. Das Volumen betrug jetzt ca. 500–600 ml.

Der Extrakt wird nach Mischen in 2 gleiche Teile getrennt (= Parallelen der Thiochrommessung) und jeder Teil über eine nach STROHECKER (17) vorbereitete Permutit-T-Säule gegeben, Elution mit 25 ml heißer, saurer KCl-Lösung. Wir oxidierten das Thiamin mit Kaliumhexacyanoferrat (III) in mit Schliffen verschließbaren Zentrifugenröhren.

Für jede Probe wurde eine Blindprobe hergestellt: 10 ml jedes Eluates werden mit 3 ml einer 15%igen NaOH, die beiden Parallelproben selbst mit 3 ml der frisch angesetzten Oxidationslösung versetzt; zu allen Proben nach 1 Minute 15 ml Isobutanol hinzugefügt; nach 1 Minute schütteln zentrifugieren bis sich die Phasen getrennt haben, wäßrige Schichten absaugen, die Isobutanolschicht mit wasserfreiem Na₂SO₄ trocknen, kurz zentrifugieren und die klare Isobutanolphase in 1 cm-Küvetten in einem Fluorometerzusatz eines Eppendorf-Photometers messen. Das Gerät wurde mit einem Glasstandard geeicht, die Blindwerte von den Meßwerten subtrahiert.

Die Herstellung der Lösungen und weitere Einzelheiten sind bei STROHECKER (17) verzeichnet.

3. Standardlösungen

Aus 5 Ansätzen mit je 5, 10, 15 und 20 µg Thiaminiumdichlorid in 0,1 n HCl, die dem Thiochromtest sofort unterworfen wurden, stellten wir eine Eichkurve her.

50–300 µg Thiaminiumdichlorid in je 250 ml 0,1 n HCl unterzogen wir in 12 Ansätzen dem ganzen Untersuchungsverlauf von der Hydrolyse bis zur Thiochrombildung und setzten neben den Fermenten auch Seesand p. a. als Ersatz für Begleitstoffe hinzu.

Der arithmetische Mittelwert der Verluste betrug 57% mit einer Standardabweichung von 13%.

Bei jedem Untersuchungsfall ließen wir einen externen Standard mitlaufen (100 µg Thiaminiumdichlorid in 250 ml 0,1 n HCl).

4. Nebenuntersuchungen

Trockengewicht: von den Durchschnittsproben des rohen und gegarten Fleisches bildeten wir je 2 Proben von 20 g, trockneten bis zur Gewichtskonstanz bei 105° C.

Fettgehalt: Die getrockneten Proben wurden einer Ätherextraktion nach Soxhlet unterzogen.

5. Rechenverfahren

Den Thiamingehalt berechneten wir nach den Werten der mitlaufenden externen Standardlösungen. 2 Parallelproben, die wir vor der Austauscherreinigung aus dem Gesamtextrakt bildeten, streuten im Durchschnitt um den arithmetischen Mittelwert bei dem rohen Fleisch ± 5%, bei dem gegarten Fleisch ± 2%.

Die Anwendung eines internen Standards empfahl sich nicht. Wir schätzen den möglichen Fehler der Thiaminbestimmung im rohen und gegarten Fleisch auf etwa ± 20%.

Wir berechneten folgende Werte:

- den Fett- und Wassergehalt in 100 g rohem und gegartem Material,
- die eiweißhaltige Restsubstanz in 100 g rohem und gegartem Fleisch aus der Differenz: 100 – (Wasser- und Fettgehalt in 100 g Feuchtgewicht)
- den Thiamingehalt in 100 g rohem und gegartem Feuchtgewicht,
- den Gewichtsverlust aus der Differenz der Gewichte vor und nach der Hitzebehandlung pro 100 g rohem Fleisch,
- den Verlust an Wasser, Fett, Restsubstanz und Thiamin in % in 100 g rohem Fleisch aus der Formel:

$$100 - \left[\frac{g \text{ Substanz}/100 \text{ g gegartem Fleisch} \times Gargewicht/100 \text{ g rohem Fleisch}}{g \text{ Substanz}/100 \text{ g rohem Fleisch}} \right]$$

Ergebnisse

In der Tab. I sind der absolute Gehalt an Wasser, Fett, Restsubstanz und Thiamin in rohem und gegartem Schweinefleisch (Steaks, Koteletts, Kasseler Rippen und Schnitzel) dargestellt. Die Ofentemperatur beträgt 200–240° C, die Grillzeit 9 bis 18 Minuten.

In 100 g rohem Fleisch finden wir 246 bis 885 µg Thiamin, das gebrillte Fleisch enthält 132 bis 737 µg Thiamin in 100 g Material. Das untersuchte Fleisch, aus dem Durchschnittsproben entnommen wurden wog 330 bis 510 g und entsprach 3 bis 4 Portionen.

Der Thiamingehalt in einer Portion variiert zwischen 120 und 810 µg bei einem arithmetischen Mittelwert von 420 µg Thiamin in einer Portion.

Der Wassergehalt schwankt zwischen 61 und 72,5 g% in dem rohen, in dem gebrillten zwischen 50 und 66 g%; an Fettsubstanzen enthält das rohe 2 bis 13 g%, das gebrillte Fleisch 2–21 g%.

Die sogenannte Restsubstanz, die auch das Eiweiß erfaßt, finden wir mit 24,5 bis 29 g% in dem rohen und 29 bis 33 g in 100 g gebrilltem Fleisch.

Tabelle 1.
Schweinefleisch automatisch gegrillt. Gehalt in 100 g rohem und gegrilltem Fleisch

Fleisch	g Wasser		g Fett		g Restsubstanz		μg Thiaminum-		Zahl der unter- suchten Portionen
	roh	gegrillt	roh	gegrillt	roh	gegrillt	roh	gegrillt	
Steak	70	66	3	2	27	32	735	544	3
Steak	72	62,5	3,5	6	24,5	32	592	363	3
Steak	72	68,5	—	—	—	—	610	737	—
Steak	71	61,5	—	—	—	—	246	300	—
Steak	72,5	62,5	—	—	—	—	308	253	—
Steak	68,5	58,5	—	—	—	—	750	532	—
Kasseler	63	41	12	28	25	31	318	313	3
Kasseler	66,5	57	7	12	26	31	509	396	4
Kasseler	61	50	13	21	26	29	328	132	4
Kotelett									
gefroren	67	62	4	5	29	33	885	684	3
Kotelett	69,5	59,5	—	—	—	—	333	305	—
Schnitzel	72,5	61	2	6	25,5	33	290	378	3

Tab. 2 zeigt die relative Gewichtsänderung der genannten Bestandteile in bezug auf 100 g rohes Fleisch in Prozenten, nachdem es unter den genannten Bedingungen in dem Transferautomaten gegrillt worden war. Durch die Hitzebehandlung nahm das Gewicht des rohen Materials um etwa 20% ab.

Die Gewichtsabnahme, die in den einzelnen Fällen zwischen 12 und 29% variiert, wurde bei der Berechnung nach der angegebenen Formel berücksichtigt.

Der Wassergehalt nahm in allen Fällen ab (-21 bis -50%), der Mittelwert beträgt 29%. Die Fettmengen nahmen in 2 Fällen ab und überwiegend zu (-47 bis +36%).

Tabelle 2. Änderung der Bestandteile in Prozent des Rohwertes bei Schweinefleisch, das in einem Transfer-Automaten gegrillt worden ist

Fleisch	Wasser %	Fett %	Restsubstanz %	Thiamin %
Steak	-25	-47	- 6	-41
Steak	-29	+36	+ 6	-50
Steak	-25	—	—	- 3
Steak	-21	—	—	- 2
Steak	-21	—	—	-34
Steak	-22	—	—	-43
Kasseler	-50	+18	- 7	-25
Kasseler	-31	+31	- 5	-38
Kasseler	-24	+13	-11	-64
Kotelett				
gefroren	-27	- 3	-10	-39
Kotelett	-32	—	—	-27
Schnitzel	-40	+22	- 9	- 8

Die relative Zunahme erklären wir damit, daß die frisch in den Ofen eintretenden Fleischteile noch grobe Fetteile enthalten. Das frischere Fleischmaterial befindet sich auf den oberen Grilletagen, so daß das schmelzende Fett auf die unteren Etagen abtropft. Hier befinden sich die gegrillten Teile unmittelbar vor dem Austritt aus dem Ofen und saugen das abtropfende Fett ein.

Da wir aus methodischen Gründen das sichtbare und grobe Fett von dem Fleisch trennten und das aufgetropfte und eingesogene Fett nicht abzutrennen war, findet man häufig eine relative Zunahme der Fettsubstanzen in dem grillten Teil.

Die Restsubstanz nimmt in 11 Fällen ab bis 11 % in 100 g Fleisch, eine einzige Zunahme von 6 % läßt sich mit der Variabilität der Bestandteile innerhalb verschiedener Fleischstücke erklären.

Die relative Abnahme des Thiamins variiert zwischen 2 und 64 %, der arithmetische Mittelwert beträgt bei 12 Fällen 31 %. Bei 12 Fällen betragen die Thiaminverluste in 3 Fällen weniger als 20 %, in 5 Fällen 21 bis 40 %, in 3 Fällen 41 bis 60 % und in einem Fall wenig höher als 60 %.

Diskussion

Das Fleisch, das wir untersuchten, entnahmen wir den Lieferungen, die in der Großküche aufs Geratewohl anfielen. Die gegarten Stücke waren zwar nach deren Ähnlichkeit mit den rohen Teilen ausgewählt worden, wir grillten sie aber mit dem übrigen Fleisch während des Routinebetriebes der Küche zusammen und auf die gleiche Weise.

Die Variation des Thiamingehaltes in dem rohen und gegrillten Fleisch erklären wir mit dem verschiedenen Gehalt des Vitamins in denselben Organen verschiedener Tiere einerseits und mit der unregelmäßigen Verteilung in den einzelnen Muskeln desselben Tieres. Darauf sind bereits Untersuchungen angestellt worden.

PYKE (18) bestimmte schon 1940 den Thiamingehalt verschiedener Tier-species und stellte fest, daß der Schweinemuskel ein Mehrfaches des Vitamins in den Muskeln anderer Tiere enthält. Er fand in dem rohen Schweinemuskel zwischen 510 und 1530 µg Thiamin/100 g Fleisch. Das Material hatte er aufs Geratewohl aus einer fleischverarbeitenden Fabrik bezogen.

Neben PYKE berichteten HEINEMANN u. a. (19), MILLER u. a. (20) und HARTZLER u. a. (21) über die Abhängigkeit des Thiamingehaltes des Fleisches vom Gehalt des Schweinefutters.

So stellte HARTZLER fest, daß der Vitamin-B₁-Gehalt bei Schweinen, die mit Abfällen gefüttert worden waren, 41 bis 68 % desjenigen beträgt, der bei diesen Tieren vorkommt, die mit Körnern gemästet worden sind.

RICE (22) fand das Thiamin mit 280 bis 960 µg/100 g in Schweinen, die thiaminarm ernährt worden waren, im Gegensatz zu Konzentrationen zwischen 820 und 1680 µg/100 g Fleisch in thiaminreichen gefütterten Tieren.

Verschiedene Autoren (3, 4, 7, 9) weisen darauf hin, daß der Vitamin-B₁-Gehalts innerhalb desselben Muskels desselben Tieres sich deutlich unterscheiden kann. Andere hoben hervor, daß die Verfahren des Fleischgarens standardisiert werden müßten, um Unterschiede der Thiaminverluste bei derselben Garmethode zu vermeiden (7, 8a).

Die native Variabilität des Vitamin-B₁-Gehaltes war also bei der Entnahme der Proben auch nicht mit großer Sorgfalt zu vermeiden. Die Thiaminwerte sind Ergebnisse von Stichproben in einem inhomogenen Material. Wissenschaftstheoretisch handelt es sich auch hier um einen Fall des Induktionsproblems, auf das wir auch bei unseren Vitamin-C-Untersuchungen in Kohlarten und Kartoffeln (23) hingewiesen hatten.

Bei 12 Untersuchungsfällen führt eine eingehendere statistische Untersuchung nicht weiter, so daß wir uns hier mit dem arithmetischen Mittelwert und der Variationsbreite begnügen müssen.

Tabelle 3. Vergleich der Mitteilungen verschiedener Autoren über Thiaminverluste in Schweinefleisch durch Garverfahren

Autor	Verlust %	Temperatur	Zeit in Minuten	Art des Garens	Küchenbedingungen
RICE und BEUK (1)	48	121	30		Fleischbrei Labor
	25	99	60		
	44	99	120		
	31	93	120		
	50	93	240		
FARRER (2) Übersicht	40–60	—	—	Braten Dämpfen	Kleinküche
	50, ver-einzelt	—	—		
	bis 75				
MCINTIRE (3)	50	—	45	Schmoren Braten, Rostbraten	Kleinküche
	25–35	—	120–210		
	25–35		30– 45		
SCHWEIGERT (5)	14	—	—	Pfanne (Steaks)	Kleinküche
BRADY (9)	19,4–26,6	—	—	longissimus dorsi	Labor
	30,1	—	—	psoas major	
COVER (15)	46	205	—	Braten mit Saft im elektr. Ofen	Großküche

Um die Ergebnisse dieser Stichproben mit der notwendigen Kritik auch auf andere Fälle anwenden zu können, muß die Fütterung, das Alter der Tiere bei der Schlachtung, Zeitspanne zwischen Schlachtung und Küchenverarbeitung und die Vorbehandlung des Fleisches (Gefrieren, Räuchern u. a.), berücksichtigt werden. Auch die Art der gegarten Muskeln sind wichtig bei der Beurteilung des Vitamin-B₁-Gehaltes.

Ergebnisse anderer Autoren über die Thiaminverluste in gegartem Schweinefleisch können mit unseren Werten verglichen werden, wenn außer den genannten Bedingungen auch die Dauer und Temperatur der Hitzeeinwirkung sowie der Typ der Küchenverarbeitung betrachtet wird.

Soweit diese Tatsachen angegeben waren, haben wir die Mitteilungen aus einigen anderen Laboratorien in der Tab. 3 zusammengestellt.

Untersuchungen über die Thiaminverluste in Schweinefleisch, das in großen Mengen gegrillt worden ist, sind unseres Wissens noch nicht durchgeführt worden.

Aus den Angaben ist zu erkennen, daß der Thiaminverlust allgemein proportional der Höhe der Gartemperatur und der Zeit der Hitzeeinwirkung zunimmt.

Obwohl die Gartemperaturen in dem Transfer-Grill-Automaten ziemlich hoch sind, müssen wir zugestehen, daß die Thiaminverluste in Schweinefleisch bei einem Mittelwert von 31% im Vergleich mit anderen Garmethoden relativ gering sind.

Bis etwa 2500 Portionen können mit diesem Apparat in 2-3 Stunden kontinuierlich gegart werden. Dazu wird eine Arbeitskraft gebraucht.

Die Thiaminverluste reichen damit an diejenigen heran, die bei konventionellen Methoden in der Kleinküche oder unter Laborbedingungen auftreten.

Der Transfer-Grill-Automat läßt sich also nicht nur mit geringem Aufwand bedienen, sondern bietet auch die Möglichkeit, mehrere tausend Menschen auf einmal mit frisch hergerichtetem relativ thiaminreichem Fleisch zu versorgen.

Zusammenfassung

In der I. (23) und II. Mitteilung (24) teilten wir die Verluste an Gesamt-Vitamin-C und Mineralien bei der Zubereitung von Speisen mit automatisch arbeitenden Großküchenmaschinen mit. Jetzt berichten wir über Vitamin-B₁-Verluste in automatisch gegrilltem Schweinefleisch unter denselben Küchenbedingungen. In Steaks, Kasseler Rippen, Kotelets und Schnitzel wurden vor dem Grillen 246 bis 885 µg Thiamin/100 g gefunden. Gegrilltes Fleisch gleicher Art enthielt 132 bis 737 µg Thiamin in 100 g Material. Bezogen auf den Wert in dem rohen Fleisch, variierte die Änderung des Vitamin-B₁-Gehaltes zwischen 2 und 64% bei einem arithmetischen Mittelwert von 31%.

In 3 Fällen betragen die Verluste weniger als 20%, in 5 Fällen 21-40%, in 3 Fällen 41 bis 60% und in einem Fall wenig mehr als 60%. Die Werte beziehen sich auf 12 Fleischuntersuchungen.

Ein Teil der Literatur über bisher vorgenommene Vitaminbestimmungen in verschiedenen Fleischarten wird erwähnt und Stellung genommen zu der Variationsbreite des Vitamingehaltes.

Die eigenen Ergebnisse werden mit Thiaminverlusten, die' andere Autoren mitteilten, verglichen und festgestellt, daß die Verluste in automatisch gegrilltem Schweinefleisch an Vitamin B₁ im Durchschnitt an diejenigen heranreichen, die mit anderen Garverfahren in Kleinküchen oder unter Laborbedingungen festgestellt wurden.

Literatur

1. RICE, E. E. und J. F. BEUK, Food Res. **10**, 90 (1945). — 2. FARRER, K. T. H., in: Advances Food Res. **6**, 257-311 (1955). — 3. McINTIRE, J. M., B. S. SCHWEIGERT, L. M. HENDERSON und C. A. ELVEHJEM, J. Nutrit. **25**, 143 (1943). — 4. MC INTIRE, J. M., B. S. SCHWEIGERT und C. A. ELVEHJEM, J. Nutrit. **26**, 621 (1943). — 5. SCHWEIGERT, B. S., J. M. MC INTIRE und C. A. ELVEHJEM, J. Nutrit. **26**, 73 (1943). — 6. SCHWEIGERT, B. S., J. M. MC INTIRE und C. A. ELVEHJEM, J. Nutrit. **27**, 419 (1944). — 7. COVER, S., B. A. MC LAREN und P. B. PEARSON, J. Nutrit. **27**, 363 (1944). — 8a. COVER, S., E. M. DILSAVER und R. M. HAYS, J. Amer. dietet. Assoc. **23**, 501 (1947). — 8b. COVER, S. und E. M. DILSAVER, J. Amer. dietet. Assoc. **23**, 613 (1947). — 9. BRADY, D. E., W. J. PETERSON und A. O. SHAW, Food Res. **9**, 400 (1944). — 10. KEYS, R., CLARK und FRANCES O. VAN DUYNE, Food Res. **14**, 221 (1949). — 11. COVER, S., E. M. DILSAVER und R. M. HAYS, J. Amer. dietet. Assoc. **24**, 472 (1948). — 12. NOBLE, I. und L. GOMEZ, J. Amer. dietet.

Assoc. **36**, 46 (1960). — 13. LUSHBOUGH, C. H., B. S. HELLER, E. WEIR, B. S. SCHWEIGERT, J. Amer. dietet. Assoc. **40**, 35 (1962). — 14. MEYER, J. A., E. J. BRISKEY, W. G. HOEKSTRA und K. G. WECKEL, Food Technol. **17**, 119 (1963). — 15. COVER, S., E. M. DILSAVER, R. M. HAYS und W. H. SMITH, J. Amer. dietet. Assoc. **25**, 949 (1949). — 16. FENTON, F. und R. S. HARRIS in: Nutritional Evaluation of Food Processing, S. 391 (New York und London 1960). — 17. STROHECKER, R. und H. M. HENNING, in: Vitaminbestimmungen, S. 68 (Weinheim 1963). — 18. PYKE, M., Biochem. J. **34**, 1341 (1940). — 19. HEINEMANN, W. W., M. E. ENSMINGER, T. C. CUNHA und E. C. McULLOCH, J. Nutrit. **31**, 107 (1946). — 20. MILLER, D. C. und SAMULE H. WORK, J. Animal Sci. **5**, 350 (1946). — 21. HARTZLER, E., W. ROSS und E. L. WILLET, Food Res. **14**, 15 (1949). — 22. RICE, E. E., M. E. DALY, J. F. BEUK und H. E. ROBINSON, Arch. Biochemistry **7**, 239 (1945). — 23. KUNKEL, W., Z. Ernährungswiss. **6**, 39 (1965). — 24. KUNKEL, W., Z. Ernährungswiss. **6**, 84 (1965).

Anschrift des Verfassers:

Dr. W. KUNKEL, Physiologisch-Chemisches Institut der Universität des Saarlandes,
6650 Homburg/Saar

*Aus dem Physiologisch Chemischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. Dr. K. Lang)*

Histochemische Untersuchungen über Lipidablagerungen in Rattenorganen nach der Verfütterung von dimeren Fettsäuren

Von W. GRIEM

Mit 1 Abbildung und 2 Tabellen

(Eingegangen am 10. Mai 1966)

In Fortführung unserer Untersuchungen über die Verträglichkeit von unbehandelten und behandelten Fetten untersuchten wir auch die Wirkung von dimeren Fettsäuren auf den Organismus, die ein charakteristisches Reaktionsprodukt bei der Hitzepolymerisierung von Fetten sind. In dieser Arbeit wollen wir unsere histochemischen Untersuchungsergebnisse über die nach der Verfütterung dimerer Fettsäuren nachgewiesenen Lipidablagerungen bekanntgeben.

Die Versuchsratten erhielten in einem langfristigen Fütterungsversuch, der insgesamt 32 Wochen dauerte, 5% dimere Fettsäuren, während die Kontrolltiere 5% eines raffinierten, unbehandelten Sojaöles zur Grundkost bekamen. Bei den physiologischen Untersuchungen, über die CZOK, GRIEM, KIECKEBUSCH, BÄSSLER und LANG (1964) berichteten, zeigten die Versuchsratten gegenüber den Kontrolltieren Wachstumsverzögerungen, verschlechterte Futterefficiency, Verschlechterung des Grundumsatzes, Senkung der Körpertemperatur und Störungen der Leberfunktion. FRICKER, SCHÄFFNER und LANG (1964) stellten bei biochemischen Untersuchungen fest, daß eine Verfütterung von dimeren Fettsäuren eine Erniedrigung des Gesamtfettgehaltes der Tiere und eine Änderung der Fettsäurezusammensetzung des Körperfettes bewirkt. Außerdem wird ein sehr geringer Anteil der verfütterten Säuren in das Körperfett eingebaut.