

*Institut für Ernährungsforschung der Landwirtschaftlichen Universität zu Poznań
(Polen), Direktor: Prof. Dr. St. Stawicki*

Einfluß autolytischer Veränderungen des Fleisches und der verwendeten technologischen Zusätze auf den Gehalt an freiem und gebundenem Thiamin im sterilisierten Schweinefleisch

W. Janitz

(Eingegangen am 15. September 1981)

Bewertungskriterien des Nährwertes des Fleisches und seiner Erzeugnisse berücksichtigen neben der Aminosäurezusammensetzung auch den Gehalt an Vitaminen der Gruppe B. Dies betrifft vor allem das Thiamin. Neben den Rohstoffbedingtheiten wie Art des Fleisches, Geschlecht, Alter und allgemeiner physiologischer Zustand des Tieres beeinflussen technologische Verfahren den Gehalt an Thiamin.

Der Hauptfaktor, der auf die Mengenveränderungen an Thiamin in Fleischerzeugnissen einwirkt, ist große Empfindlichkeit dieses Vitamins auf Wirkung hoher Temperaturen. Es wird angenommen, daß die Konzentration an Thiamin in sterilisierten Fleischkonserven Indikator der Effektivität des Sterilisationsprozesses und somit der Dauerhaftigkeit des Fleischerzeugnisses sein kann (1). Man hat ebenfalls das Vorhandensein einer genauen Korrelation zwischen dem Gehalt dieses Vitamins und dem Koeffizienten der Verwertung des Muskeleiweißes beobachtet (2). Neben der Höhe der Temperatur und deren Einwirkungszeit beeinflußt eine ganze Reihe anderer Faktoren den thermischen Abbau an Thiamin im Fleisch. Es wurde praktisch festgestellt, daß Pökelsalze (3, 4, 5) und sogar Fortschrittsgrad der autolytischen Veränderungen des Fleisches (5) die Mengenveränderungen an Thiamin im Fleisch beeinflussen.

Die meisten der bisherigen Informationen zum Thema Einfluß der physikalischen und chemischen Faktoren auf den thermischen Abbau des Thiamins beruhen auf Modelluntersuchungen, was nicht immer seine Bestätigung in der Praxis – im Prozeß der Verarbeitung der Nährrohstoffe – findet. Das Hauptelement, das in den sich unterscheidenden Beobachtungen der Modellexperimente in den praktisch-technologischen Versuchen seinen Niederschlag findet, ist die Tatsache, daß Thiamin in Naturrohstoffen sowohl in gebundener wie auch freier Form auftritt. Es wurde bewiesen, daß gebundenes Thiamin, das in Gestalt zahlreicher oft mit Eiweiß verbundener Phosphorsäure-Ester eine größere Nachgiebigkeit auf thermischen Abbau aufweist als freies Thiamin (6, 7, 8, 9). Daher entscheiden auch über die Menge an allgemeinem Thiamin in den Nähr-

produkten – neben dem Temperatureinfluß und der Milieureaktion pH – Mengenverhältnisse zwischen freiem und gebundenem Thiamin in den verarbeiteten Rohstoffen pflanzlicher und tierischer Herkunft.

In vorliegender Arbeit wurde ein Versuch unternommen, dem Einfluß einer Reihe technologischer Faktoren auf Veränderungen des Gehalts an freiem und gebundenem Thiamin in sterilisierten Schweinefleischkonserven nachzuforschen. In dem Probemodell wurden Elemente technologischen Verfahrens angenommen, die für die Produktion von Konserven Typ Luncheon Meat hinsichtlich der Vielfalt verwendeter technologischer Zusätze und hinsichtlich drastischer Bedingungen der Hitzebehandlung charakteristisch sind.

Material und Methoden

Zu den Versuchen wurde Fleisch von Schweinen der Rasse „Große Weiße“ mit einem Gewicht von 120 kg verwendet. Sofort nach der Schlachtung wurden die Kammstücke ausgeschnitten. Es wurden auf einmal sechs Kammstücke aus drei Schweinen ausgeschnitten. Aus den Kammstücken wurde der längste Rückenmuskel (m. longissimus dorsi) ausgeschnitten. Jeder von diesen Muskeln wurde entlang der Längsachse in zwei Teile zerlegt. Das auf diese Weise vorbereitete Rohmaterial-Fleisch, das aus zwölf Muskelementen bestand, wurde in drei Varianten aufgeteilt:

- Frisch erschlachtetes Fleisch (I);
- Fleisch mit fortgeschrittenen autolytischen Veränderungen – sieben Tage im Kühlraum bei + 4°C gelagert (II);
- aufgetautes Fleisch – im Kühlraum zwei Tage + 4°C gelagert, danach 60 min im Kryostat bei - 25°C gefroren, sechs Wochen bei - 18°C gelagert und bei + 15°C während 12 Stunden aufgetaut (III).

Die auf diese Weise erhaltenen drei technologischen Varianten des Rohstoffes wurden mittels Fleischwolf von 2 mm Lochscheibe zerkleinert. Das zerkleinerte Fleischbrät wurde im Rahmen einer jeden Rohstoffvarianten in sechs gleiche Teile aufgeteilt. Die ersten zwei Portionen dienten als Vergleichsproben, die den ungepökelten, nicht sterilisierten (R) und den ungepökelten, sterilisierten (SN) Ausgangsrohstoff charakterisieren. Die übrigen Portionen wurden dem Pökelverfahren unterzogen. Die Pökelmischung in der Menge 2,5 g NaCl und 11 mg NaNO₂ auf 100 g Fleisch wurde manuell dem Fleisch untermischt. Dann wurde Polyphosphat „Hamine“ in der Menge von 0,4 g auf 100 g Fleisch zugegeben. Die Pökelung erfolgte über 24 Stunden bei + 8°C.

Die dritte Portion berücksichtigte Pökelfleisch (SP). Zu den übrigen drei gepökelten Portionen wurden folgende technologischen Zusätze zugegeben:

- 2%iges Kalträucherpräparat 0,5 g/100 g Fleisch (SPR)
- Zucker (Saccharose) 0,2 g/100 g Fleisch (SPZ)
- Kartoffelstärke 5,0 g/100 g Fleisch (SPS).

Die Basis für das Kalträucherpräparat in 2%iger Konzentration war Schmalz. Die auf oben erwähnte Weise erhaltenen Varianten von Konservenbrät wurden in Dosen vom Ausmaß 99 × 28 mm sterilisiert. Die Sterilisierung wurde bei 121°C durchgeführt, wobei der Sterilisationswert in den Grenzen $F_{oc} = 2,85$ bestimmt wurde. Der Sterilisationswert wurde durch Addition errechnet mit der Voraussetzung, daß Koeffizient des Sterilisationseffektes $z = 10^\circ\text{C}$ ist (10).

Der Untersuchungszyklus wurde im Dreiseriensystem durchgeführt, wobei für jede Serie Rohstoff-Fleisch gesondert entnommen wurde. Im Rahmen jeder Sorte wurden zwei Messungswiederholungen durchgeführt. Die Messung des Gehaltes an freiem Thiamin und an gebundenem Thiamin ließ sich auf die Messung des Gehalts an allgemeinem Thiamin und an freiem Thiamin zurückführen. Aus dem

Unterschied des Gehaltes an allgemeinem und an freiem Thiamin wurde der Gehalt an gebundenem Thiamin gewonnen.

Das klassische, analytische Verfahren der Messung des allgemeinen Thiamins berücksichtigt zwei Stufen der Hydrolyse des Forschungsmaterials. Die erste Stufe ist „Enthüllung“ und Befreiung des Thiamins von der nativistischen Struktur des Untersuchungsmaterials unter Anwendung der 0,1 oder 0,2 n Schwefelsäure. Die zweite Stufe der Hydrolyse ist die Befreiung des Thiamins von dessen Esterverbindungen unter Anwendung von Clara-Diastase-Suspension. Beschränkt man das Analyseverfahren zur Bestimmung des Thiamins lediglich auf die erste Stufe der Hydrolyse, so kann man die Messung des Gehaltes an freiem Thiamin erreichen. Wiederum durch Einführen beider Stufen der Hydroanalyse wird gleichzeitig der Gehalt an freiem und gebundenem Thiamin – also an allgemeinem Thiamin – gewonnen.

In unserem analytischen Verfahren bei Bestimmung des allgemeinen Thiamins richteten wir uns nach den methodischen Anweisungen von Rettenmaier, Vuilleumier und Müller-Mulot (11). Im Falle der Messung des freien Thiamins wurde nur die erste Stufe der Hydrolyse eingeführt, die das Anwenden von 0,2 n Schwefelsäure berücksichtigte, aber von der Hydrolyse unter Anwendung von Clara-Diastase wurde abgesehen. Weiteres Verfahren verlief laut Anweisungen der erwähnten Autoren.

Die gewonnenen Werte an freiem und gebundenem Thiamin (aus dem Unterschied zwischen dem allgemeinen und dem freien Thiamin) wurde im Verhältnis zu der trockenen, fettlosen Fleischmasse, d. h. in mg/100 g trockener, fettloser Masse (mg % t.f.m.) beinhaltet. Die trockene, fettlose Fleischmasse wurde unter Anwendung von Trocknermethode und der Methode von Soxhlet bestimmt (12).

Ergebnisse und Diskussion

Die Resultate der in dem angenommenen Versuchsmodell unternommenen Untersuchungen erlauben festzustellen, daß das Niveau des Gehaltes an allgemeinem Thiamin in den sterilisierten Konserven von dem Grad der fortgeschrittenen autolytischen Veränderungen des Fleisches sowie von dem Vorhandensein der verwendeten technologischen Zusätze (Tab. 2) bestimmt wird.

Erwägt man den Einfluß des Fortschrittlichkeitsgrades der autolytischen Veränderungen des Fleisches auf den thermischen Abbau des Thiamins, so muß man die Gestaltung der Mengenverhältnisse zwischen dem freien und dem gebundenen Thiamin in Betracht ziehen (Tab. 1). Das in den Versuchen unmittelbar nach der Schlachtung verwendete Rohmaterial-Fleisch (IR) enthielt ca. 14 % freies Thiamin und 86 % gebundenes Thiamin. Nach sieben Tagen Lagerung des Gefrierfleisches (IIR) gestalteten sich entsprechend die Mengenverhältnisse 61 % und 39 %. Das Gefrieren, die Lagerung im Gefrierzustand und späteres Auftauen des Fleisches (IIIR) beeinflußten noch mehr die Mengenzunahme an freiem Thiamin bei gleichzeitiger Mengenabnahme der gebundenen Formen dieses Vitamins. Im aufgetauten Fleisch waren durchschnittlich 83 % freies Thiamin und kaum 17 % gebundenes Thiamin. Veränderungen der Mengenverhältnisse zwischen dem freien und dem gebundenen Thiamin im Bereich der analysierten, technologischen Varianten des Fleisches muß man wahrscheinlich ursächlich mit den metabolischen Umwandlungen des Fleisches nach dem klinischen Tod des Tieres in Verbindung setzen. Der Abbau des Gehaltes an gebundenem Thiamin von 86 % im frisch erschlachteten Fleisch auf 39 % im Fleisch nach siebentägiger Gefrierlagerung spricht für

Tab. 1. Veränderungen am Gehalt von freiem, gebundenem und allgemeinem Thiamin im sterilisierten Schweinefleisch, abhängig vom technologischen Verfahren.

Technologisches Verfahren	Fleisch- art	Thiamin in mg% t.f.m. und %					
		freies \bar{x}		gebundenes \bar{x}		allgemeines \bar{x}	
		mg% t.f.m.	%	mg% t.f.m.	%	mg% t.f.m.	100 %
Fleisch-Rohmaterial (R)	I	0,41	13,57	2,61	86,43	3,02	-
	II	1,86	61,38	1,17	38,62	3,03	-
	III	2,46	71,92	0,50	28,08	2,96	-
Nicht-Pökeln (SN)	I	0,21	56,75	0,16	43,25	0,37	-
	II	0,66	77,65	0,18	22,35	0,84	-
	III	0,82	79,61	0,21	20,39	1,03	-
Pökeln (SP)	I	0,11	57,89	0,08	42,11	0,19	-
	II	0,54	79,41	0,14	20,59	0,68	-
	III	0,57	77,03	0,16	22,97	0,74	-
Pökeln + Kalt- räucherpräparat (SPR)	I	0,06	50,00	0,06	50,00	0,12	-
	II	0,43	72,88	0,16	27,12	0,59	-
	III	0,38	70,37	0,16	29,63	0,54	-
Pökeln + Zucker (SPZ)	I	0,28	68,29	0,13	31,71	0,41	-
	II	0,93	87,74	0,13	12,26	1,06	-
	III	0,80	80,81	0,19	19,19	0,99	-
Pökeln + Stärke (SPS)	I	0,10	58,82	0,07	41,18	0,17	-
	II	0,61	81,33	0,14	18,67	0,75	-
	III	0,61	74,39	0,21	25,61	0,82	-

\bar{x} = arithmetisches Mittel aus 6 Wiederholungen

% = gegenüber dem allgemeinen Thiamin

Sterilisierung

die Beteiligung dieses Vitamins an den Umwandlungen der Kohlenhydrate im Fleisch nach der Schlachtung. Dies betrifft wahrscheinlich die Oxydase-Dekarboxylierung der α -Ketosäuren. In dem Maße, wie die Autolyse zunimmt, erfolgt eine Erschöpfung der energetischen Reserven des Fleisches, geht seine biologische Aktivität ein, Thiamin befreit sich von den metabolischen Verbindungen, was zur Mengenzunahme der freien Formen dieses Vitamins führt.

Das Vorhandensein von Mengenunterschieden zwischen dem freien und dem gebundenen Thiamin in den analysierten, technologischen Varianten des Fleisch-Rohmaterials findet seine Konsequenzen in den nach der Sterilisation des Fleisches erhaltenen Mengen, unabhängig von den verwendeten technologischen Zusätzen. Konserven, die frisch erschlachtes Fleisch enthielten, verloren während der Sterilisation den größten Teil des allgemeinen Thiamins, was mit großen Verlusten im

Bereich des gebundenen Thiamins stand (Abb. 1, 2, Tab. 3). Diese Erscheinung ist Bestätigung der in anderen Untersuchungen erzielten Beobachtungen, die bewiesen haben, daß gebundenes Thiamin erheblich mehr als freies Thiamin gegen den destruktiven Einfluß der Wärmebehandlung anfällig ist (6, 7, 8, 9). Beachtenswert ist jedoch die Tatsache, je weniger an gebundenem Thiamin im Fleisch-Rohmaterial war, desto geringer seine Verluste als Folge der Sterilisation waren. Im Fleisch mit fortgeschrittenen, autolytischen Veränderungen und im aufgetauten Fleisch, wo der Gehalt an gebundenem Thiamin niedriger war, waren die Verluste dieser Form von Vitamin als Sterilisationsergebnis ebenfalls geringer. Muley

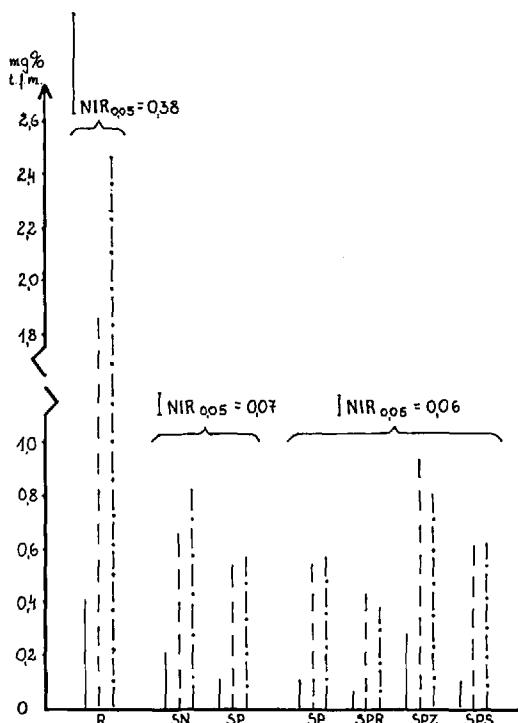


Abb. 1. Veränderungen am Gehalt von freiem Thiamin im sterilisierten Schweinefleisch.

Erklärungen der Abkürzungen und Zeichen

- I, ————— frisch erschlagtes Fleisch
- II, - - - - - Fleisch mit fortgeschrittenen autolytischen Veränderungen
- III, - · - - - aufgetautes Fleisch
- R: Fleisch-Rohmaterial
- SN: sterilisiertes ungepökeltes Fleisch
- SP: sterilisiertes gepökeltes Fleisch
- SPR: sterilisiertes gepökeltes Fleisch + Kalträucherpräparat
- SPZ: sterilisiertes gepökeltes Fleisch + Zucker (Saccharose)
- SPS: sterilisiertes gepökeltes Fleisch + Kartoffelstärke
- NIR: kleinster statistisch signifikanter Unterschied

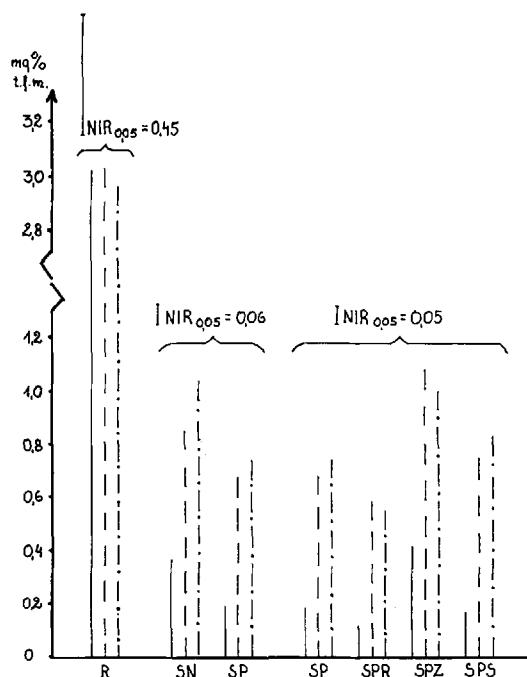


Abb. 2. Veränderungen am Gehalt von allgemeinem Thiamin im sterilisierten Schweinefleisch.

u. a. (9), die die Abbaudynamik der Mischung von Thiaminiumdichlorid und mit Cocarboxylase im Modellsystem untersuchten, haben beobachtet, daß der erhöhte Wärmeabbau der Cocarboxylase vor allem dann stattfindet, wenn deren Konzentration in der Mischung der beiden Formen von Thiamin 35 % übersteigt. Es darf angenommen werden, daß beim Schweinefleisch die Steigerung der Wärmeempfindlichkeit von gebundeneem Thiamin dann stattfindet, wenn dessen Anteil in Zusammenstellung mit dem freien Thiamin 30 % übersteigt. Fleisch mit fortgeschrittenen autolytischen Veränderungen (IIR) enthielt ungefähr 39 % gebundenes Thiamin und aufgetautes Fleisch (IIIR) 28 %. Nach der Sterilisation verlor das Fleisch mit fortgeschrittenen autolytischen Veränderungen (II SN) ungefähr 84 % gebundenes Thiamin, dagegen aufgetautes Fleisch (III SN) kaum ca. 58 % (Tab. 1, 3). Die Pökelung des Fleisches sowie die verwendeten technologischen Zusätze änderten das Vorhandensein dieser Beziehungen nicht. Konserven mit Fleisch mit fortgeschrittenen autolytischen Veränderungen verloren als Sterilisationsergebnis durchschnittlich von 20 bis 25 % mehr an gebundenem Thiamin als analoge, aufgetautes Fleisch enthaltende Konserven.

Die Pökelung des Fleisches mit Zusatz von Polyphosphat steigerte den Wärmeverlust des Thiamins. Unabhängig von der technologischen Variante des Fleisches war die Abnahme an freiem und gebundenem Thiamin im Verhältnis zum ungepökelten Fleisch größer, durchschnitt-

Tab. 2. Ergebnisse der Variationsanalyse (Wert F) des Einflusses der technologischen Faktoren auf die Veränderungen des Gehalts an allgemeinem und freiem Thiamin im sterilisierten Schweinefleisch.

Änderungsquelle	Freigrad	Berechneter Wert F	
		Allgemeines Thiamin	Freies Thiamin
Allgemeine Veränderung	17		
Fleischart	2	0,65	805,50*
Irrtum	15	1,00	1,00
Allgemeine Veränderung	35		
Pökeln - a	1	135,94*	164,87*
Fleischart - b	2	402,45*	734,61*
a × b	2	5,25*	14,85*
Irrtum	30	1,00	1,00
Allgemeine Veränderung	71		
Fabrikationszutaten - a	3	226,90*	786,28*
Fleischart - b	2	1047,03*	3098,35*
a × b	6	8,85*	17,58*
Irrtum	60	1,00	1,00

* = statistische Wesentlichkeit beim Vertrauensniveau $\alpha = 0,05$

Tab. 3. Verluste am Gehalt des freien, gebundenen und allgemeinen Thiamins im sterilisierten Schweinefleisch (in % gegenüber dem Fleisch-Rohmaterial).

Technologisches Verfahren	Fleischart	freies Thiamin		gebundenes Thiamin		allgemeines Thiamin	
		%	\bar{x}	%	\bar{x}	%	\bar{x}
Nicht-Pökeln (SN)	I	49,15		93,69		87,61	
	II	64,30	59,96	84,23	78,62	72,02	74,87
	III	66,44		57,94		65,00	
Pökeln (SP)	I	73,37		96,75		93,54	
	II	70,85	73,62	87,89	83,97	77,44	82,02
	III	76,64		67,26		75,04	
Pökeln + Kalträucher-präparat (SPR)	I	85,23		97,63		95,94	
	II	76,76	82,10	85,94	83,68	80,30	85,90
	III	84,32		67,44		81,45	
Pökeln + Zucker (SPZ)	I	31,48		94,91		86,25	
	II	49,92	49,55	88,66	81,36	64,89	72,42
	III	67,25		60,52		66,10	
Pökeln + Stärke (SPS)	I	75,06		97,13		94,12	
	II	67,20	72,38	88,06	81,17	75,26	80,48
	III	74,89		58,33		72,07	

lich um 10 bis 15 % (Tab. 3). Auf die erhöhten Verluste an Thiamin übte ihren Einfluß wahrscheinlich die Veränderung der Reaktion des Fleisches in alkalischer Richtung unter Einfluß der Pökelsalze insbesondere der Polyphosphate (13) aus. Frouin u. a. (4) bemerkten, daß die größten Verluste an Thiamin im Produktionsprozeß von gekochtem Schinken als Ergebnis der Pökelung des Fleisches entstanden. Lhuissier (3) wies ebenfalls den destruktiven Einfluß der Nitroverbindungen auf das Thiamin nach. In diesen Untersuchungen wurde jedoch keine Interpretationsprobe unternommen. Es scheint, daß der Hauptfaktor, der den Abbau von Thiamin im Pökelfleisch steigerte, nicht so sehr das Vorhandensein von Pökelsalzen war, sondern vielmehr die Veränderung der Reaktion des Fleisches als Ergebnis des Vorhandenseins dieser Salze. Der Einfluß der Reaktion des Milieus auf thermische Empfindlichkeit des Thiamins und die daraus resultierenden Konsequenzen wurden schon eingehend in zahlreichen Modelluntersuchungen und technologischen Untersuchungen erkannt (7, 8, 9, 14). Von den verwendeten technologischen Zusätzen war es lediglich der Zusatz von Zucker und Kalträucherpräparat, deren statistisch wesentlicher Einfluß auf den Gehalt an Thiamin bemerkt wurde. Dies betrifft besonders die Veränderungen des Gehaltes an freiem Thiamin. In den einen Zuckerzusatz enthaltenden Konserven war infolge der Sterilisation die Abnahme an freiem Thiamin im Verhältnis zu den übrigen technologischen Varianten am geringsten – sogar im Verhältnis zu den gepökeltes Fleisch enthaltenden Konserven (Abb. 1, Tab. 1, 3). Als Ergebnis dieser Erscheinung war in den Zucker enthaltenden Konserven die Menge an allgemeinem Thiamin am höchsten. Dies betraf alle drei Varianten des verwendeten Fleisches. Die Interpretationsprobe dieser Erscheinung kann man mit Ergebnissen anderer Untersuchungen begründen. Diese lassen sich auf die Feststellung zurückführen, daß Kohlehydrate eine Schutzrolle gegenüber dem Thiamin spielen. Es wurde nachgewiesen, daß eine Reihe von Kohlehydraten wie Fruktose, Mannose, Inositol oder Invertase den thermischen Abbau des Thiamins hemmen (15, 16). Dies resultiert wahrscheinlich aus der größeren Aktivität der Kohlehydrate in den Reaktionen Typ Maillard im Verhältnis zu Thiamin, dessen Anteil in diesen Reaktionen bereits beobachtet wurde (17, 18). Der Zusatz von Kalträucherpräparat steigerte hingegen die thermischen Verluste an freiem Thiamin. Dies fand jedoch keinen Niederschlag in den Mengenveränderungen des allgemeinen Thiamins in den diesen Zusatz enthaltenden Konserven im Verhältnis zu den übrigen technologischen Varianten der Konserven (Abb. 2, Tab. 1, 3).

Stützt man sich auf Informationen anderer Literaturmitteilungen (19, 20), die von der Schutzwirkung der Aminosäuren besonders der Aminoschwefelsäuren gegenüber dem Thiamin bei dessen Wärmeabbau melden, so kann man annehmen, daß man auf diese Erscheinung ebenfalls im besprochenen Versuch stößt. Im Fleisch vergrößert sich als Ergebnis fortschreitender Autolyse die Menge freier Aminosäuren (21), die im Prozeß der Sterilisation des Fleisches wahrscheinlich die Schutzfunktion gegenüber dem Thiamin erfüllen und dadurch den Mengenabbau besonders des freien Thiamins verringerten. Das in das Konservenbrät eingebrachte Kalträucherpräparat bewirkte durch Carbonylverbindungen eine Blockierung der Funktionsgruppen freier Aminosäuren (22, 23). Amino-

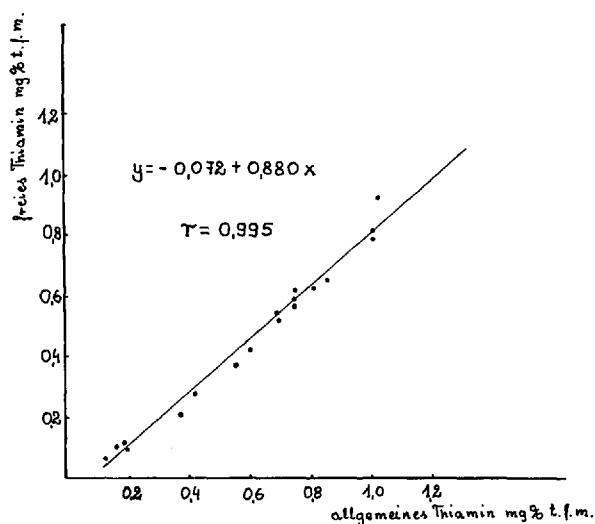


Abb. 3. Beziehungen zwischen dem Gehalt an allgemeinem Thiamin und an freiem Thiamin.

säuren und niedermolekulare Peptide erfüllten also nicht die Schutzrolle gegenüber dem Thiamin.

Das Vergleichen von Ergebnissen der durchgeföhrten Untersuchungen über Mengenveränderungen des freien und des gebundenen Thiamins mit den bisherigen Literaturinformationen hat den Nachweis erbracht, daß zahlreiche technologische Verfahren, die im Produktionsprozeß der sterilisierten Konserven enthalten sind, ihren Niederschlag vor allem im Gehalt an freiem Thiamin finden. Der Gehalt an freiem Thiamin gestaltet wiederum den Gehalt an allgemeinem Thiamin.

Es wurde die Triftigkeit der linearen Regression auf dem Niveau $\alpha = 0,01$ zwischen dem allgemeinen und dem freien Thiamin festgestellt unter Anlehnung an die Mittelwerte aus den Niveaus, die im Bereich der angenommenen technologischen Verfahren des sterilisierten Fleisches erreicht wurden (Abb. 3). Die Beziehung drückt sich in der Formel $y = -0,072 + 0,880 \times$ aus.

Die Wahl der Varianten des technologischen Verfahrens, die den maximalen Gehalt an freiem Thiamin berücksichtigen, wird somit mit der Möglichkeit im Zusammenhang stehen, Fleischerzeugnisse zu erlangen, die eine große Menge an Thiamin enthalten.

Zusammenfassung

Es wurde der Einfluß einer ganzen Reihe von technologischen für die Produktion sterilisierter Konserven charakteristischen Faktoren auf Veränderungen des Gehaltes an freiem und gebundenem Thiamin erforscht. Es wurde der Fortschrittsgrad der autolytischen Veränderungen des Fleisches, das Vorhandensein von Pökelsalzen, der Zusatz von Zucker, Stärke und Kalträucherpräparat berücksichtigt. Es wurde nachgewiesen, daß – je größer der Fortschrittsgrad der autolytischen Veränderungen des Fleisches war –, desto mehr enthielt dieses an freiem Thiamin

und weniger an gebundenem Thiamin. Verluste an allgemeinem Gehalt von Thiamin im Fleisch mit fortgeschrittenen autolytischen Veränderungen war infolge von Sterilisation der Konserven geringer. Gebundenes Thiamin wies sodann eine spezielle Empfindlichkeit gegen den thermischen Abbau auf, als sein Anteil in der Zusammensetzung mit freiem Thiamin 30 % überschritt. Der Zusatz von Zucker zum Konservenbrät setzte den thermischen Abbau des freien Thiamins langsamer herab, das Kalträucherpräparat dagegen steigerte diese Verluste. Die Menge an freiem Thiamin stand in enger Beziehung zu dem Gehalt an allgemeinem Thiamin. Der Korrelationsgrad gestaltete sich auf dem Niveau $r = 0,995$.

Schlüsselwörter: Thiamin, Sterilisation, Schweinefleisch, freies Thiamin, gebundenes Thiamin

Literatur

1. Muley, E. A., C. R. Stumbo, W. M. Hunting: J. Food Sci. **40**, 993 (1975).
2. Nadolna, I., M. Rakowska, Z. Zielińska, I. Werner: Przem. Spoz. **29**, 442 (1975).
3. Lhuissier, M., M. Suschetet, J. Causeret: Ann. Nutr. Alim. **30**, 847 (1976).
4. Frouin, A., J. Bazile, D. Jondreau: Ann. Nutr. Alim. **32**, 417 (1978).
5. Janitz, W., L. Rdesińska: Medycyna Wet. **33**, 499 (1977).
6. Greenwood, D. M., B. W. Beadle, H. R. Kraybill: J. Biol. Chem. **138**, 49 (1943).
7. Farrer, K. T. H.: Advs. Food Res. **6**, 257 (1955).
8. Feliciotti, E., W. B. Esselen: Food Technol. **11**, 77 (1957).
9. Muley, E. A., C. R. Stumbo, W. H. Hunting: J. Food Sci. **40**, 989 (1975).
10. Takačs, J., F. Wirth, L. Leistner: Fleischwirtschaft **49**, 1042 (1969).
11. Rettenmaier, R., J. P. Vuilleumier, W. Müller-Mulot: Z. Lebensm. Unters. Forsch. **168**, 120 (1979).
12. AOAC. 1970. „Official Methods of Analysis“ 11th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
13. Shults, G. W., D. R. Russell, E. Wierbicki: J. Food Sci. **37**, 860 (1972).
14. Dwivedi, B. K., R. G. Arnold: J. Agric. Food Chem. **19**, 923 (1971).
15. Ache, L., O. F. Ribeiro: Rev. Fac. Med. Vet. Univ. Sao Paulo **3**, 27/1945, Chem. Abstr. **40**, 7525 (1946).
16. Wai, K., H. G. Kay, G. S. Bunker: J. Pharm. Sci. **51**, 1976 (1962).
17. Lhoest, W. J.: J. Pharm. Belg. **13**, 519 (1958).
18. Van der Poel, G. H.: Voeding **14**, 452 (1956).
19. Wada, S., H. Suzuki: Kasei-Gaku Zasshi **16**, 322/1965, Chem. Abstr. **64**, 1014 f. (1966).
20. Utsumi, I., K. Harada, K. Kono: Bitamin **26**, 128 (1962).
21. Partmann, W., H. Schlaszus: Fleischwirtschaft **58**, 843 (1978).
22. Lea, C. H., L. J. Parr, K. J. Carpenter: Brit. J. Nutr. **14**, 91 (1960).
23. Dvořák, Z., I. Vognarova: J. Sci. Food Agric. **16**, 305 (1965).

Anschrift des Verfassers:

Dr. W. Janitz, Institut für Ernährungsforschung der Landwirtschaftlichen Universität zu Poznań. Mazowiecka 48, 60-623 Poznań (Polen)