

KRYSTYNA SZYMANDERA-BUSZKA, WITOLD JANITZ,
DANUTA GÓRECKA

ODDZIAŁYWANIE SOLI JODOWANEJ NA ZMIANY ILOŚCIOWE I JAKOŚCIOWE TIAMINY W WYBRANYCH POTRAWACH MIĘSNYCH

Streszczenie

Celem pracy było ustalenie stopnia oddziaływania dodatku soli jodowanej jodkiem potasu na zmiany ilościowe i jakościowe tiaminy, w procesie gotowania i późniejszego przechowywania wybranych potraw mięsnych. W badaniach uwzględniono mięso o zachowanej strukturze histologicznej - tzw. „sztukę mięsa”, mięso rozdrobnione (pulpety) oraz mięsny farsz pierogowy. Przygotowane potrawy przechowywano w warunkach chłodniczych przez 7 dni oraz zamrażalniczych przez 30 dni.

Przeprowadzone badania wykazały, że najmniejsze ubytki tiaminy ogólnej stanowiące 53% stwierdzono podczas gotowania mięsa w kawałku w obecności chlorku sodu. Mniejszą podatność na degradację termiczną wykazywała tiamina wolna niż związana. Większe straty tiaminy stwierdzono w mięsie rozdrobnionym niż w litym kawałku mięsa.

Wprowadzenie soli jodowanej przyspieszało dynamikę rozpadu tiaminy wolnej i związanej. Przechowywanie badanych potraw w warunkach chłodniczych, jak i zamrażalniczych zwiększało straty zarówno tiaminy wolnej, jak i związanej.

Wstęp

Współczesne kryteria jakości żywności – szczególnie przetworzonej – w coraz większym stopniu preferują walory odżywcze. Stąd też, zawartość witamin w gotowym produkcie spożywczym pozyskanym w wyniku przetwarzania surowców roślinnych i zwierzęcych jest istotnym miernikiem jakości żywności w odbiorze potencjalnego konsumenta.

Różnorodność zabiegów technologicznych, związanych z procesem przetwarzania żywności i późniejszego jej przechowywania, niesie ryzyko strat ilościowych wi-

tamin. Dotyczy to szczególnie tiaminy – witaminy B₁, której udział w przemianach metabolicznych naszego organizmu jest bardzo istotny. Tiamina jest niezbędna w procesie całkowitego spalania węglowodanów, co z kolei decyduje o aktywności metabolicznej narządów wewnętrznych z uwzględnieniem czynności ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego.

Podstawowym źródłem tej witaminy, w obecnym bilansie żywieniowym, są produkty zbożowe. Konsumpcja przetworów zbożowych w około 40% pokrywa zapotrzebowanie organizmu na tę witaminę. Istotnym źródłem tiaminy są również produkty pochodzenia zwierzęcego, a szczególnie mięso wieprzowe. Zawartość tiaminy w mięsie wieprzowym jest dziesięciokrotnie większa niż w mięsie wołowym [20]. Cennym źródłem tiaminy są również podroby, spośród których największą zawartością charakteryzuje się wątroba i nerki.

W produktach spożywczych tiamina występuje w postaci wolnej, jako chlorowoderek tiaminy i związanej, głównie w postaci estrów mono-, dwu- i trójfosforanowych [2, 4, 7, 8].

Tiamina w podwyższonej temperaturze jest związkiem nietrwałym. Straty tiaminy podczas obróbki cieplnej mięsa zależą nie tylko od rodzaju interwencji technologicznej, ale w znacznym stopniu od formy jej występowania [6, 14] oraz proporcji ilościowych między tiaminą wolną i związaną [6]. Ta ostatnia jest szczególnie podatna na rozpad termiczny [4, 7, 13, 22].

Tiamina wolna, jak i związana wykazuje większą stabilność w środowisku o odczynie kwaśnym niż zasadowym [3, 10]. Wykazano, że kwaśne roztwory tiaminy można ogrzewać przez godzinę w temperaturze 120°C, bez utraty jej aktywności witaminowej [4, 5].

Straty tiaminy podczas obróbki cieplnej mięsa uzależnione są także od przyjętych warunków technologicznych. Największe ubytki tiaminy (50–70%) zaobserwowano w czasie sterylizacji konserw [11, 12].

Podczas duszenia i gotowania straty powodowane są procesem dyfuzji oraz przenikania tiaminy do wywaru lub sosu i kształtują się na poziomie 50–70%. W procesie smażenia w obecności tłuszczu, ubytki wywołane działaniem wysokiej temperatury potęgowane są dodatkowo przez produkty utleniania tłuszczu i wynoszą 10–50% [1, 21]. Wyeliminowanie czynnika tłuszczowego poprzez smażenie na ruszcie czy też zastosowanie pieca konwekcyjnego pozwala na znaczne ograniczenie ubytków witaminy B₁ [15, 21]. Korzystny wpływ na zawartość tiaminy w mięsie, w porównaniu z innymi zabiegami technologicznymi, wywołuje ogrzewanie mikrofalowe, które nie tylko skraca czas obróbki cieplnej, ale także eliminuje proces dyfuzji i czynnik tłuszczowy [9].

Przechowywanie konserw mięsno-warzywnych w temp. +15°C przez okres 6 miesięcy powoduje ubytki tiaminy ogólnej w granicach 9,3%, w tym 11% tiaminy

wolnej. Wydłużenie czasu przechowywania do 12 miesięcy zwiększa straty tiaminy ogólnej do 29%, a tiaminy wolnej do 31% [22].

W badaniach modelowych wykazano, że tiamina w obecności związków utleniających (np. KMnO_3) przechodzi w biologicznie nieczynny związek – tiochrom [4, 10]. Stąd też można przypuszczać, że jod wykazujący właściwości utleniające może również oddziaływać na zawartość tej witaminy w przetworzonej żywności.

Celem pracy było ustalenie stopnia oddziaływania dodatku soli jodowanej jodkiem potasu na zmiany ilościowe i jakościowe tiaminy, w procesie gotowania i późniejszego przechowywania potraw mięsnych. Jako czynniki zmienności surowca mięsnego uwzględniono mięso o zachowanej strukturze histologicznej – tzw. „sztukę mięsa”, mięso rozdrobnione (pulpety) oraz mięsny farsz pierogowy. Spośród warunków przechowywania uwzględniono przechowywanie chłodnicze oraz zamrażalnicze.

Material i metody badań

Materiał badawczy stanowiło mięso wieprzowe – mięsień najdłuższy grzbietu (*m. longissimus dorsi*). Po usunięciu omięsnej zewnętrznej, w celu uzyskania jednorodności tkankowej materiału, mięsień podzielono wzdłuż osi długiej na trzy części. Część środkowa posłużyła do oznaczania składu podstawowego oraz wyróżników wartości odżywczej mięsa surowego. Boczne części wykorzystano do przygotowania potraw tzn. sztuki mięsa, pulpetów i masy mięsnej do pierogów. Przy sporządzaniu potraw użyto soli jodowanej jodkiem potasu (Kopalnia Soli „Wieliczka”) oraz chlorku sodu cz.d.a.. Mięso w postaci litego kawałka gotowano w zalewie z 2% dodatkiem soli, w odniesieniu do masy mięsa, zaś do pulpetów i pierogów dodano sól w ilości 1,5%, w stosunku do masy mięsnej.

W przypadku „sztuki mięsa”, jednolite plastry o masie 50 g gotowano w wodzie w stosunku 4:1 (m/m). Obróbkę cieplną rozpoczynano od wody zimnej i kontynuowano, od momentu zagotowania, przez 20 min.

Obróbkę termiczną pulpetów o masie 50 g oraz pierogów (30 g) rozpoczynano od wody wrzącej i prowadzono przez 20 min, przy zachowaniu stosunku wody wobec surowca 3:1 (m/m). Tak przygotowane próby przechowywano w warunkach chłodniczych (temp. $+4^\circ\text{C}$) przez 7 dni oraz zamrażalniczych (-18°C) przez 30 dni.

Bezpośrednio po produkcji, jak i po wymaganym okresie przechowywania, określono zmiany ilościowe i jakościowe tiaminy ogólnej oraz wolnej metodą tiochromową [19]. Zawartość tiaminy związanej określono z różnicy tiaminy ogólnej i wolnej.

Wyniki zawartości tiaminy przedstawiono w przeliczeniu na suchą masę bez tłuszczową (s.m.b.). W tym celu oznaczono zawartość wody metodą suszarkową [18], tłuszczu metodą ekstrakcyjno – wagową wg Soxhleta przy użyciu jako rozpuszczalnika eteru naftowego [17] oraz białka na podstawie zawartości azotu oznaczonego metodą Kjeldahla [16]. Azot ogólny przeliczono na białko stosując mnożnik 6,25.

Uzyskane wyniki pomiaru zawartości tiaminy poddano analizie wariancji jednozynnkowej, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Omówienie i dyskusja wyników

Obróbka cieplna trzech potraw mięsnych – sztuki mięsa, pulpetów i pierogów – wpłynęła istotnie na ubytki tiaminy w mięsie. Użycie niejodowanej soli, w przypadku gotowania mięsa – tzw. sztuki mięsa (tab. 1), wywołało straty tiaminy ogólnej w granicach 53%. Stwierdzone ubytki dotyczyły w większym stopniu tiaminy związanej niż wolnej. Większa podatność tiaminy związanej w mięsie na rozpad termiczny, została już wcześniej udokumentowana w licznych pracach badawczych [4, 7, 11]. W przypadku pulpetów i farszu pierogowego (tab. 2 i 3) straty tej witaminy przy zastosowaniu czystego chlorku sodu były nieco większe. W pulpetach ubytki tiaminy ogólnej sięgały 61%, a w farszu pierogowym 58%. W obu przypadkach w większym stopniu dotyczyły formy związanej niż wolnej tej witaminy.

Tabela 1

Wpływ soli jodowanej na zmiany ilościowe i jakościowe tiaminy w mięsie gotowanym w kawałku.
The influence of iodized salt on quantitative and qualitative changes of thiamine in the cooked piece of meat.

Wariant technologiczny Technological way		Zawartość tiaminy w mg/100 g s.m.b. Thiamine content mg/100g free-fat dry matter						
		ogólna / total		wolna / free form		związana / bound form		
		x	%	x	%	x	%	
Mięso surowe / Meat raw		3,21 ^{a*}	100,00	2,00 ^a	100,00	1,21	100,00	
Mięso gotowane Cooked meat	NaCl	1,51 ^b	47,04	1,01 ^b	50,50	0,50	41,32	
	NaCl + KJ	1,43 ^c	44,55	0,96 ^c	48,00	0,47	38,84	
	przech. w +4°C/7dni storage +4°C/7 days	NaCl	1,27 ^d	39,56	0,86 ^d	43,00	0,41	33,88
		NaCl + KJ	1,16 ^e	36,14	0,79 ^e	39,50	0,37	30,58
	przech. w -18°C/30dni storage -18°C/30 days	NaCl	1,31 ^f	40,81	0,90 ^f	45,00	0,41	33,88
		NaCl + KJ	1,19 ^e	37,07	0,81 ^e	40,50	0,38	31,40

Legenda:

% - zawartość tiaminy w stosunku do mięsa surowego,

* - średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się w sposób statystyczny istotnie przy $p \leq 0,05$,

x - średnia wartość arytmetyczna.

Legend:

% - thiamine content in comparison with thiamine content in raw meat,

* - means in the same columns with different letters are significantly different ($p \leq 0,05$),

x - mean value.

Użycie soli jodowanej w czasie gotowania potraw spowodowało większe ubytki tiaminy w porównaniu z solą niejodowaną. Różnice sięgały tu 3–5% w odniesieniu do tiaminy ogólnej. Relacje ilościowe ubytków tiaminy wolnej wobec związanej były podobne jak w przypadku gotowania z solą niejodowaną. Na uwagę zasługuje fakt, że straty tiaminy w farszu pierogowym były, tak w przypadku użycia soli niejodowanej, jak i soli jodowanej, nieco mniejsze w porównaniu z pulpetami. Należy to wiązać przyczynowo z hamującym oddziaływaniem ciasta pierogowego na migrację tiaminy wraz z sokiem mięsnym do wywaru. Relacje ilościowe ubytku tiaminy ogólnej, w czasie gotowania wspomnianych trzech potraw, pozwalają stwierdzić, że stopień rozdrobnienia mięsa (pulpety, „sztuka mięsa”) i obecność jodu, determinują wielkość ubytków tiaminy w mięsie.

Tabela 2

Wpływ soli jodowanej na zmiany ilościowe i jakościowe tiaminy w pulpetach.

The influence of iodized salt on quantitative and qualitative changes of thiamine in minced meat balls.

Wariant technologiczny Technological way		Zawartość tiaminy w mg/100 g s.m.b. Thiamine content mg/100 g free-fat dry matter						
		ogólna / total		wolna / free form		związana / bound form		
		x	%	x	%	x	%	
Mięso surowe Raw meat		3,15 ^{a*}	100,00	1,95 ^a	100,00	1,20	100,00	
Pulpety Minced meat balls	NaCl	1,23 ^b	39,05	0,84 ^b	43,08	0,39	32,50	
	NaCl + KJ	1,08 ^c	34,29	0,72 ^c	36,92	0,36	30,00	
	przech. w +4°C/7dni storage +4°C/7 days	NaCl	0,93 ^d	29,52	0,66 ^d	33,85	0,27	22,50
		NaCl + KJ	0,85 ^e	26,98	0,61 ^e	31,28	0,24	20,00
	przech. w -18°C/30dni storage -18°C/30 days	NaCl	0,94 ^d	29,84	0,67 ^d	34,36	0,27	22,50
		NaCl + KJ	0,82 ^e	26,03	0,58 ^f	29,74	0,24	20,00

%, * - oznaczenia jak w tabeli 1 / symbols as in table 1.

Przechowywanie chłodnicze potraw, jak i przechowywanie w postaci zamrożonej, pogłębiło straty tiaminy. W odniesieniu do tiaminy ogólnej ubytki zwiększyły się w granicach 8–10%.

Podczas przechowywania chłodniczego „sztuki mięsa” zawartość tiaminy ogólnej uległa zmniejszeniu o około 7%. Ubytki te prawdopodobnie wiążą się z powstającymi produktami utlenienia tłuszczu i dotyczą w głównej mierze tiaminy związanej. Znisz-

czenie struktury mięsa poprzez zmielenie spotęgowało destruktywne oddziaływanie produktów utlenienia tłuszczu w pulpetach, zwiększając ubytki tiaminy ogólnej o 10%, a zastosowanie ciasta pierogowego pozwoliło na obniżenie wspomnianych ubytków obu form tiaminy o 1,5%, w odniesieniu do strat powstałych w pulpetach.

Tabela 3

Wpływ soli jodowanej na zmiany ilościowe i jakościowe tiaminy w farszu mięsnym pierogów
The influence of iodized salt on quantitative and qualitative changes of thiamine in meat – pie stuffing

Wariant technologiczny Technological way		Zawartość tiaminy w mg/100 g s.m.b. Thiamine content mg/100 g free-fat dry matter						
		ogólna / total		wolna / free form		związana / bound form		
		x	%	x	%	x	%	
Mięso surowe Raw meat		3,15 ^{a*}	100,00	1,95 ^a	100,00	1,20	100,00	
NaCl		1,32 ^b	41,91	0,88 ^b	45,13	0,44	36,67	
NaCl + KJ		1,14 ^c	36,19	0,73 ^c	37,44	0,41	34,17	
Farsz mięsny Meat stuffing	przech. w +4°C/7dni storage +4°C/7 days	NaCl	1,07 ^d	33,97	0,73 ^c	37,44	0,34	28,33
		NaCl + KJ	0,84 ^e	26,67	0,57 ^d	29,23	0,27	22,50
	przech. w -18°C/30dni storage -18°C/30 days	NaCl	1,08 ^d	34,29	0,74 ^c	37,95	0,34	28,33
		NaCl + KJ	0,79 ^f	25,08	0,53 ^d	27,18	0,26	21,67

%, * - oznaczenia jak w tabeli 1 / symbols as in table 1.

Obecność soli jodowanej w wyrobach mięsnych i półmięsnych przechowywanych w warunkach chłodniczych zwiększyła ubytki zarówno tiaminy wolnej, jak i związanej. Podczas przechowywania chłodniczego „sztuki mięsa” i pulpetów zaobserwowano wzrost strat o około 3%. Prawdopodobnie zwiększona retencja jodu w farszu pierogowym, podczas obróbki cieplnej, przyczyniła się do zwiększenia ubytków tiaminy ogólnej w trakcie przechowywania o 7%. Na uwagę zasługuje fakt, że podczas przechowywania „sztuki mięsa”, pulpetów, jak również pierogów, tiamina wolna wykazywała większą podatność na oddziaływanie soli jodowanej aniżeli forma związana.

Po 30 dniach przechowywania sztuki mięsa w temp. -18°C, ubytki tiaminy ogólnej uległy pogłębieniu o dalsze 6%, w porównaniu z mięsem bezpośrednio po obróbce cieplnej. Tiamina związana wykazywała większą wrażliwość ulegając rozpadowi w 7,5%. Zniszczenie natywnej struktury białka poprzez zmielenie i zamrożenie mięsa oraz zwiększony wyciek soku z mielonej masy mięsnej pulpetów spowodowało wzrost

ubytków tiaminy ogólnej o 9%. Analogicznie do przechowywania chłodniczego, zastosowanie bariery z ciasta pierogowego zmniejszyło ubytki tiaminy ogólnej o 1,6%.

Podobnie, jak podczas przechowywania chłodniczego, po 30 dniach zamrażania niezależnie od rodzaju potrawy, zawarta sól jodowana przyczyniła się do pogłębienia strat tiaminy, przy czym wrażliwość formy wolnej tiaminy była większa. Ubytki te, w mniejszym stopniu dotyczyły mięsa gotowanego w całości oraz pulpetów, w których jod mógł zwiększać podatność tiaminy na rozpad (o około 4%). Łagodne warunki, dla zawartego w masie mięsnej pierogów jodu, przyczyniły się do zwiększonej jego aktywności podczas przechowywania zamrażalniczego. Spowodowało to zwiększenie strat tiaminy ogólnej o 9% w porównaniu z pulpetami.

Wnioski

1. Gotowanie potraw mięsnych – „sztuki mięsa” i pulpetów oraz potraw półmięsnych – pierogów wywołuje straty tiaminy ogólnej w granicach 50–60%. Dotyczą one w większym stopniu tiaminy związanej ulegającej rozpadowi w ilości 59–67%.
2. Użycie soli jodowanej przy sporządzaniu potraw, wobec tradycyjnej soli niejodowanej, wywołuje większe straty tiaminy, prawie o 5%, przy zwiększonej podatności na rozpad tiaminy wolnej.
3. Przechowywanie chłodnicze, jak i zamrażalnicze potraw, wywołuje ubytki tiaminy ogólnej w granicach 8–10%. Dotyczy to w jednakowym stopniu potraw z solą jodowaną, jak i niejodowaną.

LITERATURA

- [1] Bowers J.A., Craig J.: Components of vitamin B in turkey breast muscle. *J. Food Sci.*, **43** (5), 1987, 1916-20.
- [2] Davidek J., Velise J., Pokorny J.: Chemical changes during food processing. Department of Food Chemistry and Analysis, Institute of Chemical Technology, **166**, 1990, 28.
- [3] Dwivedi B.K., Arnold R.G.: Hydrogen sulfide from heat degradation of thiamine. *J. Agr. Food Chem.*, **19**, 1971, 923.
- [4] Dwivedi B.K., Arnold R.G.: Chemistry of thiamine degradation. Mechanismus of thiamine degradation in a model system. *J. Food Sci.*, **37**, 1972, 886.
- [5] Dwivedi B.K., Arnold R.G.: Chemistry of thiamine degradation in food products and model systems: a review. *J. Agric Food Chem.*, **21**, 1973, 54.
- [6] Feliciotti E., Esselen W.B.: Thermal destruction rates of thiamine in pureed meats and vegetables. *Food Technol.*, **11**, 1957, 77.
- [7] Farrer K.T.H.: The thermal destruction of vitamin B₁ in foods. *Advances in Food Research*, **6**, 1955, 257.
- [8] Hofmann K.: Vitamin B₁ (Thiamin) in Fleisch I. Mitteilung: Versorgung und Stabilität, derivatbildung und Analytik *Fleischwirtschaft*, **65**, 1985, 8.

- [9] Hozova B.: Retention of B group vitamins application of non-traditional preservation methods of foods. PhD Thesis. STV Bratislava 1982.
- [10] Janicek G., Pokorny J., Davidek J.: *Chemia żywności*, WNT, Warszawa 1977.
- [11] Janitz W.: Einfluss autolytischer Veränderungen des Fleisches und der verwendeten technologischen Zusätze auf den Gehalt an freiem und gebundenem Thiamin im sterilisierten Schweinefleisch. *Z. Ernährungswiss.*, **21**, 1982, 67.
- [12] Janitz W., Czyżewska S.: Thermischer Abbau des freien Thiamins im Schweinefleisch bei Vorhandensein technologischer Zusätze und Schwefellaminosäuren. *Fleischwirtschaft*, **63**, 1983, 1761.
- [13] Janitz W., Grodzka-Zapytowska S.: Wpływ wybranych czynników technologicznych na zmiany zawartości tiaminy wolnej i związanej w sterylizowanym mięsie świńskim. *Med. Wet.*, **37**, 1981, 97.
- [14] Mulley E.A., Stumbo C.R., Hunting W.M.: Kinetics of thiamine degradation by heat. *J. Food Sci.*, **40**, 1975, 989.
- [15] Pinheiro-Sant'ana H.M., Penteadó M.V.C., Brandão S.C.C., Stringheta P.C.: Stability of B-Vitamins in meats prepared by foodservice. I. Thiamin. *Foodservice Research International*, **1**, 1999, 11.
- [16] PN-75/A-04018, Produkty rolno-żywnościowe. Oznaczenie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [17] PN-73/A-82111, Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości tłuszczu.
- [18] PN-73/A-82110, Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości wody.
- [19] Rettenmaier R., Vuilleumier J.P., Müller-Mulot W.: Zur quantitativen Vitamin-B₁- Bestimmung in Nahrungsmitteln und biologischem Material. *Z. Lebensm. Unteres.-Forsch.-Ber.*, **168**, 1979, 120.
- [20] Szczygieł A.: *Podstawy fizjologii żywienia człowieka*. PZWL, Warszawa, 1975.
- [21] Waszkowiak K., Szymandera-Buszka K., Janitz W., Górecka D.: Comparative evaluation of nutritive and sensory value of selected raw materials and dishes after thermal processing in a convection oven and with conventional methods, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, **2**, 1999.
- [22] Wilska-Jeszka J., Zajac K., Florianowicz T., Jasek H., Tartanus M.: Wpływ sterylizacji i przechowywania konserw mięsno-warzywnych na trwałość różnych form witaminy B₁. *Przem. Spoż.*, **37**, 1983.

THE INFLUENCE OF IODIZED SALT ON QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHANGES OF THIAMINE IN THE MEAT DISHES

S u m m a r y

The aim of this work was to evaluate the influence of salt iodized with potassium iodide addition on quantitative and qualitative changes of thiamine in the process of cooking and storage of selected meat dishes. In experiments were taken into account meat demonstrating original histological structure (one piece of meat), minced meat balls (cooked) and meat – pie stuffing. All samples were kept under cooling conditions (temp. +4°C) for 7 days and frozen state (-18°C) for 30 days.

The results indicated least losses equal to about 53% of total thiamine content in the heat cooked in one piece in presence of NaCl only. The free thiamine was less resistant to thermal degradation in compare with bound thiamine. The minced meat showed higher losses of thiamine in compare with the whole piece of meat.

The addition of salt iodized with potassium iodide accelerated break-up dynamics of free thiamine as well as bound one. The storage of meat dishes both under conditions cooling and as well as freezing resulted in higher of free and bound thiamine. ❖