

KRYSTYNA SZYMANDERA-BUSZKA, KATARZYNA WASZKOWIAK

WPLYW WYBRANYCH PRODUKTÓW TŁUSZCZOWYCH NA STABILNOŚĆ CHLOROWODORKU TIAMINY

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu produktów tłuszczowych o różnym stopniu nienasylenia na stabilność chlorowodorku tiaminy. Spośród produktów tłuszczowych wybrano: olej rzepakowy rafinowany, słonecznikowy rafinowany, olej lniany, oliwę z oliwek extra virgin oraz smalec. Roztwór chlorowodorku tiaminy nanoszono na celulozę w ilości 0,1 mg/100 g, a następnie mieszano z produktami tłuszczowymi, które dodawano w ilości 50 %. Próbki przechowywano w temp. 30 °C. W próbkach pobieranych okresowo oznaczano zawartość tiaminy metodą tiochromową oraz zmiany oksydacyjne na podstawie zawartości pierwotnych (liczba nadtlenkowa) i wtórnych (liczba anizydynowa) produktów utlenienia. W produktach tłuszczowych określono skład kwasów tłuszczowych.

Kwasy tłuszczowe nienasycone: C18:1, C18:2 i C18:3 stanowiły około 90 % ogółu kwasów tłuszczowych w olejach i 60 % w smalcu. Stwierdzono istotny wpływ rodzaju produktu tłuszczowego na stabilność chlorowodorku tiaminy. Obecność tłuszczów o wyższym stopniu nienasylenia wiązała się z większym tempem zmian oksydacyjnych podczas inkubacji i jednocześnie większymi stratami chlorowodorku tiaminy. Największe tempo rozpadu tiaminy stwierdzono w próbkach z olejem lnianym, a najwolniejsze – w próbkach ze smalcem. Na podstawie czasu potrzebnego do powstania strat tiaminy na poziomie 50 % ($T_{1/2}$) wyniki uszeregowano następująco: olej lniany ($T_{1/2}$ = 28 dni) > olej słonecznikowy > olej rzepakowy ($T_{1/2}$ = 79 dni) = oliwa z oliwek > smalec ($T_{1/2}$ = 93 dni). Straty chlorowodorku tiaminy podczas przechowywania korelowały z powstawaniem produktów utlenienia tłuszczów, a w szczególności z zawartością wtórnych produktów tego procesu.

Słowa kluczowe: stabilność chlorowodorku tiaminy, produkty tłuszczowe, przechowywanie, liczba nadtlenkowa, liczba anizydynowa

Wprowadzenie

W profilaktyce wielu tzw. chorób cywilizacyjnych zwraca się uwagę zarówno na poziom spożywanego tłuszczu, jak i jego skład, a zwłaszcza proporcje kwasów tłuszcz-

Dr inż. K. Szymandera-Buszka, dr inż. K. Waszkowiak, Katedra Technologii Żywności Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 61-624 Poznań. Kontakt: kruszka@up.poznan.pl

czowych nasyconych oraz jedno- i wielonienasyconych [8, 11]. Organizm człowieka nie wytwarza enzymów prowadzących do syntezy wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (z grupy $n-3$ i $n-6$), dlatego konieczne jest dostarczenie tych związków z żywnością. Wiadomo jednak, że ich przemiany oksydacyjne przyczyniają się do pogorszenia właściwości sensorycznych tłuszczów oraz obniżenia ich wartości odżywczej i zdrowotnej [1, 9, 17, 20]. Określono związek pomiędzy powstawaniem produktów utlenienia tłuszczów a stratami witamin, w tym tiaminy [2, 3, 5, 18, 19]. Wcześniejsze badania dowodzą wpływu produktów utlenienia tłuszczów na zmiany ilościowe tiaminy, głównie w powiązaniu z działaniem wysokiej temperatury. Stwierdzono, że w procesie smażenia straty tiaminy wywołane działaniem wysokiej temperatury potęgowane są oddziaływaniem powstających produktów utlenienia tłuszczów i mogą wynosić od 10 do 50 % [18, 19, 22]. Biorąc pod uwagę zalecenia żywieniowe sugerujące zwiększenie w diecie człowieka poziomu kwasów tłuszczowych jedno- i wielonienasyconych poprzez wprowadzenie ich m.in. do produktów mięsnych, które stanowią jedno z głównych źródeł tiaminy [12], nieodzowne jest sprawdzenie stabilności tiaminy podczas przechowywania w ich obecności.

Celem pracy było określenie wpływu produktów tłuszczowych o różnym stopniu nienasylenia na stabilność chlorowodorku tiaminy podczas przechowywania.

Material i metody badań

Źródłem tiaminy był wodny roztwór chlorowodorku tiaminy (Merck) naniesiony na celulozę (Sigma-Aldrich) w ilości 0,1 mg/100 g. Spośród produktów tłuszczowych wybrano: olej rzepakowy rafinowany (ZT „Kruszwica” S.A.), olej słonecznikowy rafinowany (ZT „Kruszwica” S.A.), olej lniany („Oleofarm” Sp. z o.o.), oliwę z oliwek extra virgin („Monini” Włochy) oraz smalec (Zakłady Mięsne „POZMEAT” S.A.), które nanoszono na celulozę w ilości 50 % (m/m). Liczba nadtlenkowa (LOO) olejów wahała się od 0,5 do 0,8 meq O_2 /kg, a liczba anizydynowa – od 0,25 do 0,32 jednostek. Próbkę o masie 30 g, mieszane dwa razy dziennie, przechowywano w temp. 30 ± 1 °C, bez dostępu światła przez 31 dni.

W próbkach oznaczano zawartość tiaminy metodą tiochromową [23]. W produktach tłuszczowych oznaczano skład procentowy kwasów tłuszczowych [7]. Określano także zmiany oksydacyjne na podstawie zawartości pierwotnych (liczba nadtlenkowa) [16] oraz wtórnych produktów przemian oksydacyjnych (liczba anizydynowa) [15]. Uzyskane wyniki tych oznaczeń przedstawiono jako wskaźnik oksydacji tłuszczu Tox [14]. Ekstrakcję tłuszczu prowadzono metodą Folcha [13].

Analizę statystyczną wykonano w programie StatisticaTM PL 9.0 (StatSoft). Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji z użyciem testu Tukeya. Hipotezy testowano na poziomie istotności $p = 0,05$. W celu określenia siły współza-

leżności pomiędzy zmiennymi obliczono współczynniki korelacji liniowej. Dla zbadania kształtu i kierunku tych powiązań wyznaczono równania regresji liniowej:

$$y = ax + b, \text{ gdzie:}$$

y – wartość badanego parametru,

x – czas inkubacji,

a – współczynnik przy zmiennej niezależnej (tg kąta nachylenia krzywej regresji),

b – wyraz wolny.

Do określenia tempa ubytków chlorowodoru tiaminy obliczono czas połowicznego rozpadu tiaminy, czyli czas, w którym tiamina ulegnie rozpadowi w 50 %.

Wyniki badań stanowią wartości średnie z co najmniej trzech powtórzeń.

Wyniki i dyskusja

Stwierdzono istotny ($p \leq 0,05$) wpływ rodzaju produktu tłuszczowego na stabilność chlorowodoru tiaminy (tab. 1). W miarę wydłużania czasu przechowywania następowało zmniejszenie zawartości chlorowodoru tiaminy w obecności wszystkich produktów tłuszczowych. Na podstawie tangensa kąta nachylenia prostej zależności procentowej zawartości tiaminy od czasu przechowywania oraz obliczonego czasu potrzebnego do powstania strat tiaminy na poziomie 50 % ($T_{1/2}$) uzyskane wyniki (tab. 1) uszeregowano według tempa strat tiaminy: olej lniany > olej słonecznikowy > olej rzepakowy = oliwa z oliwek > smalec. Najszybsze tempo rozpadu tiaminy stwierdzono przy zastosowaniu oleju lnianego, najwolniejsze – przy zastosowaniu smalcu. W próbkach zawierających olej lniany $T_{1/2}$ wynosił 28 dni, a w próbkach ze smalcem – 93 dni. Czas połowicznego rozpadu chlorowodoru tiaminy w próbkach zawierających smalec był więc dłuższy o 70 % w porównaniu z próbkami zawierającymi olej lniany. W obecności oleju rzepakowego oraz oliwy z oliwek stwierdzono zbliżone tempo powstawania strat chlorowodoru tiaminy, a czas połowicznego rozpadu analizowanej witaminy wynosił 79 dni. Czas ten był krótszy o 15 % w porównaniu z $T_{1/2}$ próbek zawierających smalec. W próbkach zawierających olej słonecznikowy stwierdzono szybsze tempo rozpadu tiaminy w porównaniu z olejem rzepakowym czy oliwą z oliwek. Obliczony czas połowicznego rozpadu chlorowodoru tiaminy w obecności tych tłuszczów był krótszy o 4 dni niż w obecności oleju słonecznikowego.

Tłuszcze wybrane do badań charakteryzowały się zróżnicowanym składem kwasów tłuszczowych, a tym samym różną dynamiką zmian oksydacyjnych podczas przechowywania (rys. 1). Kwasy tłuszczowe nienasycone: C18:1, C18:2 i C18:3 stanowiły około 90 % ogółu kwasów tłuszczowych w olejach i 60 % – w smalcu (tab. 2). Analiza składu kwasów tłuszczowych potwierdziła największy udział kwasu oleinowego w oliwie z oliwek i oleju rzepakowym, wynoszący odpowiednio: 71 i 66 %. W oleju słonecznikowym najwięcej było kwasu linolowego (69 %), a w oleju lnianym – kwasu

α -linolenowego (48 %). Stwierdzono zależność pomiędzy składem kwasów tłuszczowych w badanych tłuszczach a tempem zmian zawartości chlorowodorku tiaminy podczas przechowywania próbek. W wariantach próbek z tłuszczami charakteryzującymi się większym udziałem kwasów tłuszczowych o wyższym stopniu nienasylenia obserwowano większe tempo strat chlorowodorku tiaminy (tab. 1). W przypadku oleju lnianego zawierającego najwięcej kwasu α -linolenowego tempo powstawania strat chlorowodorku tiaminy było najszybsze.

Tabela 1. Wartości czasu połowicznego rozpadu i współczynników w równaniach regresji przedstawiających zależności pomiędzy zawartością chlorowodorku tiaminy (wyrażoną jako % początkowej zawartości) a czasem przechowywania w obecności wybranych tłuszczów.

Table 1. Values of half-life and coefficients in regression equations presenting correlation between thiamine hydrochloride content (expressed as % of initial content) and time of storage in the presence of selected fats.

Rodzaj tłuszczu Type of fat	Wskaźniki zawartości tiaminy Values of thiamine content			
	T _{1/2} [dni / days]	r ²	Y = ax + b	
			A	b
Smalec / Lard	93,0 ^d	0,97 *	- 0,52214	99,6866
Olej rzepakowy / Rapeseed oil	79,0 ^c	0,96 *	- 0,60632	99,40887
Oliwa z oliwek / Olive oil	79,1 ^c	0,96 *	- 0,5888	98,35621
Olej słonecznikowy / Sunflower oil	74,9 ^b	0,93 *	- 0,59745	97,54403
Olej lniany / Linseed oil	28,0 ^a	0,99 *	- 1,80803	101,0044

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, d – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0,05$); n = 12;

* – współczynniki determinacji linowej statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$ / statistically significant coefficients of linear determination at $p \leq 0,05$.

Wykazano także istotną ($p \leq 0,05$) ujemną korelację pomiędzy zawartością tiaminy a stabilnością oksydacyjną tłuszczów (tab. 3). Tym prawdopodobnie można również tłumaczyć zmienną stabilność chlorowodorku tiaminy w tłuszczach o różnych zawartościach kwasu α -linolenowego. W próbkach zawierających oleje o większym stopniu nienasylenia stabilność oksydacyjna była znacznie mniejsza (rys. 1), co potwierdzają wcześniejsze badania [4, 6, 21].

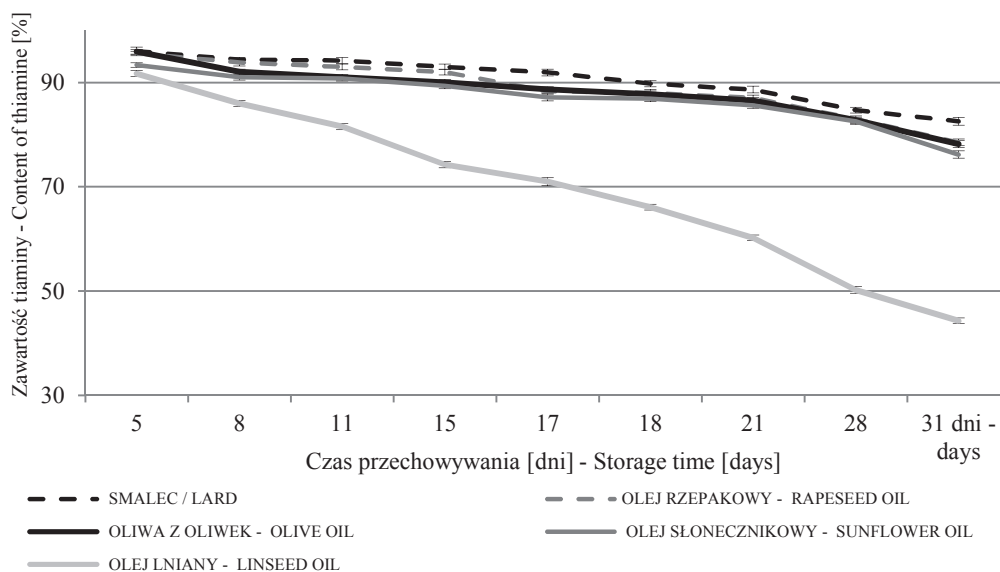
Tabela 2. Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych w składzie wybranych tłuszczów.

Table 2. Percent content of unsaturated fatty acids in selected fats.

Rodzaj tłuszczu Type of fat	Skład nienasyconych kwasów tłuszczowych Percent composition of unsaturated fatty acids [%]		
	C18:1	C18:2	C18:3
Smalec / Lard	50 ^c	13 ^a	0 ^a
Olej rzepakowy / Rapeseed oil	66 ^d	23 ^c	4 ^d
Olej słonecznikowy / Sunflower oil	23 ^b	69 ^e	1 ^b
Oliwa z oliwek / Olive oil	71 ^e	21 ^b	2 ^c
Olej lniany / Linseed oil	18 ^a	23 ^d	48 ^e

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, d, e – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (dotyczą rodzaju produktu tłuszczowego w ramach tego samego kwasu tłuszczowego) ($p \leq 0,05$) / Mean values denoted by different letters differ statistically significantly (they refer to fat product type with the same fatty acid) ($p \leq 0.05$); n = 9.



Rys. 1. Straty chlorowodorku tiaminy podczas przechowywania w temp. 30 °C, w próbkach zawierających tłuszcze.

Fig. 1. Losses of thiamine hydrochloride during storage at 30 °C in samples containing fats.

Na podstawie zmian zawartości pierwotnych (liczba nadtlenkowa) i wtórnych produktów utleniania (liczba anizydynowa) określono wskaźnik oksydacji tłuszczu Totox, wyrażający ogólny stopień utlenienia tłuszczu. Na rys. 1. przedstawiono zależ-

ność pomiędzy zawartością tiaminy podczas przechowywania w układach doświadczalnych zawierających tłuszcze a wartościami wskaźnika Totox, wyrażonym w % wzrostu wobec pierwszego dnia przechowywania. Stwierdzono istotną zależność pomiędzy stratami tiaminy a kształtowaniem się wartości wskaźnika Totox. Najwyższe wartości wskaźnika Totox zaobserwowano w próbkach zawierających olej lniany, co jednocześnie związane było z największymi stratami chlorowodorku tiaminy. Najmniejsze straty chlorowodorku tiaminy, przy jednocześnie najniższych wartościach wskaźnika utlenienia tłuszczu (Totox), stwierdzono w układach zawierających smalec.

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością chlorowodorku tiaminy a wskaźnikami stabilności oksydacyjnej produktów tłuszczowych.

Table 3. Correlation coefficients between thiamine hydrochloride content and oxidative stability of fats.

Rodzaj tłuszczu Type of fat	Współczynnik korelacji pomiędzy zawartością tiaminy a wskaźnikami stabilności oksydacyjnej tłuszczu Coefficient of correlation between thiamine content and coefficients of oxidative stability of fat	
	Liczba nadtlenkowa Peroxide value	Liczba anizydynowa Anisidine value
Smalec / Lard	-0,89*	-0,96*
Olej rzepakowy / Rapeseed oil	-0,89*	-0,95*
Oliwa z oliwek / Olive oil	-0,90*	-0,96*
Olej słonecznikowy / Sunflower oil	-0,91*	-0,98*
Olej lniany / Linseed oil	-0,90*	-0,96*
Współczynnik korelacji pomiędzy stabilnością chlorowodorku tiaminy a początkową zawartością kwasu α -linolenowego w olejach Coefficients of correlation between stability of thiamine hydrochloride and initial content of α -linolenic acid in oils.	- 0,95*	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* – zależność liniowa statystycznie istotna przy $p \leq 0,05$ / statistically significant linear correlation at $p \leq 0.05$; $n = 12$.

W tab. 3. przedstawiono współczynniki korelacji liniowej pomiędzy zawartością chlorowodorku tiaminy a wskaźnikami utlenienia tłuszczów. Zaobserwowano ujemną korelację pomiędzy zawartością tiaminy a zawartością zarówno pierwotnych, jak i wtórnych produktów utlenienia wszystkich badanych tłuszczów. Wyższe wartości współczynników korelacji stwierdzono pomiędzy zawartością tiaminy a wtórnymi

produktami utlenienia, co może wskazywać na większą wrażliwość chlorowodoru tiaminy na ich obecność. Straty chlorowodoru tiaminy spowodowane działaniem produktów utlenienia tłuszczów wynikają z dużej wrażliwości tej witaminy na czynniki oksydo-redukcyjne [3, 10]. Podobne wnioski uzyskano podczas analizy stabilności tiaminy zawartej w mięsie sterylizowanym z dodatkiem utlenionego smalcu [19]. Można przypuszczać, że chlorowodorek tiaminy w obecności pierwotnych i wtórnych produktów utlenienia tłuszczów ulega utlenieniu [2].

Wnioski

1. W układach chlorowodorek tiaminy - tłuszcz stwierdzono istotny wpływ rodzaju produktu tłuszczowego na zawartość chlorowodoru tiaminy podczas przechowywania próbek w temp. 30 °C.
2. Wyższy stopień nienasycenia tłuszczów wiązał się ze zwiększonymi stratami chlorowodoru tiaminy. Największe straty chlorowodoru tiaminy stwierdzono w układach z olejem lnianym, a najmniejsze – w próbkach ze smalcem.
3. Na zmniejszenie zawartości chlorowodoru tiaminy wpływały postępujące zmiany oksydacyjne produktów tłuszczowych, tak więc można stwierdzić, że stabilność obecnego w układzie tłuszczu wpływała na stabilność chlorowodoru tiaminy.

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki – projekt badawczy Nr N312 241638.

Literatura

- [1] Bałasińska B., Mazur A.: Utlenione tłuszcze z diety mogą uczestniczyć w rozwoju miażdżycy. *Postępy Hig. Med. Dośw.*, 2004, **58**, 176-182.
- [2] Cooksey K., Klein B.P., McKeith F.K.: Thiamin retention and other characteristics of cooked beef loin roasts. *J. Food Sci.*, 1990, **55**, 863-864.
- [3] Dwivedi B.K., Arnold R.G.: Chemistry of thiamine degradation 4-methyl-S(β -hydroksyethyl) thiazole from thermally degraded thiamine. *J. Food Sci.*, 1972, **37**, 689-692.
- [4] Hęś M., Gramza-Michałowska A., Szymandera-Buszka K.: Wpływ wybranych metod ogrzewania oraz zamrażalniczego przechowywania na utlenianie się lipidów w produktach mięsnych z dodatkiem przeciwutleniaczy. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, **42** (3), 455-459.
- [5] Hęś M., Jeżewska M., Szymandera-Buszka K., Gramza-Michałowska A.: Wpływ dodatków przeciwutleniających na wybrane wskaźniki wartości odżywczej mięsa suszonego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **5** (78), 94-106.
- [6] Hęś M., Korczak J.: Wpływ różnych czynników na szybkość utleniania się lipidów mięsa. *Nauka Przyr. Technol.*, 2007, **1** (1), 1-3.
- [7] ISO/FDIS 17059: 2007: Oilseeds - Extraction of oil and preparation of methyl esters of triglyceride fatty acids for analysis by gas chromatography (Rapid method).
- [8] Khandelwal S., Kelly A., Malik R., Prabhakaran D., Reddy S.: Impact of omega-3 fatty acids on cardiovascular outcomes: A review. *J. Preventive Cardiology*, 2013, **2** (3), 325-326.

- [9] Korczak J., Hęś M., Gramza A., Jędrusek-Golińska A.: Influence of fat oxidation on the stability of lysine and protein digestibility in frozen meat products. *Electron. J. Pol. Agric. Univ. Food Sci. Technol.*, 2004, **7**, 1-13.
- [10] Kotas I.: Biosynteza i bioaktywacja tiaminy. *Postępy Biol. Kom.*, 2001, **28** (Suppl.16), 199-212.
- [11] Marciniak-Lukasiak K.: Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **6** (79), 24-35.
- [12] Nadolna J., Przygoda B., Trosczyńska A., Kunachowicz H.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych - witaminy. *Prace IŻŻ, Warszawa* 2000.
- [13] Pérez-Palacios T., Ruiz J., Martín D., Muriel E., Antequera T.: Comparison of different methods for total lipid quantification in meat and meat products. *Food Chem.*, 2008, **110**, 1025-1029.
- [14] PN-93/A-86926. Tłuszcze roślinne jadalne. Oznaczanie liczby anizydynowej oraz obliczanie wskaźnika oksydacji tłuszczu Totox.
- [15] PN-EN ISO 6885:2008 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby anizydynowej.
- [16] PN-ISO 3960:2005 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- [17] Pyrcz J., Kowalski R., Danyluk B.: Wpływ obróbki cieplnej na zmiany jakości kutowanych kielbas parzonych. *Med. Weter.*, 2007, **63** (4), 475-479.
- [18] Szymandera-Buszk K.: Oddziaływanie wybranych czynników technologicznych na zmiany ilościowe tiaminy wolnej i związanej w mięsie wołowym. *Mat. XXIX Sesji Naukowej KTiChŻ PAN, Olsztyn*, 1998, s. 255.
- [19] Szymandera-Buszk K.: The quantitative and qualitative changes of thiamine in sterilized pork in the presence of selected technological additives. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 59-62.
- [20] Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B., Obiedziński M., Matias D.: Jakość rynkowych wyrobów cukierniczych z dużym udziałem tłuszczu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **1(46) supl.**, 192-200.
- [21] Tańska M., Rotkiewicz D.: Jakość tłuszczu nasion oleistych zastosowanych do produkcji wybranych rodzajów pieczywa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **5** (78), 62-74.
- [22] Thayer D.W., Shieh J.J., Jenkins R.K., Philips J.G., Wierbicki E., Ackerman S.A.: Effect of gamma ray irradiation and frying on the thiamine content of bacon. *J. Food Quality*, 2007, **12** (2), 115-134.
- [23] Waszkowiak K., Szymandera-Buszk K.: Effect of collagen preparations used as carriers of potassium iodide on retention of iodine and thiamine during cooking and storage of pork meatballs. *J. Sci. Food Agric.*, 2007, **87** (8), 1473-1479.

EFFECT OF SELECTED FAT PRODUCTS ON STABILITY OF THIAMINE HYDROCHLORIDE

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the effect of fat products with varying degrees of unsaturation on the stability of thiamine hydrochloride. Among the selected fat products, there were: refined rapeseed oil, refined sunflower oil, linseed oil, extra virgin olive oil, and pork lard. An amount of 0.1 mg/100 g of thiamine hydrochloride solution was deposited onto a cellulose and, then, the cellulose was mixed with selected fat products that were added in the amount of 50 %. Samples were stored at a temperature of 30 °C. In the periodically collected samples, the thiamine content was determined using a thiochromium method as were oxidative changes based on the contents of primary (peroxide value) and secondary (anisidine value) oxidation products. In the fat products, the fatty acid composition was determined.

Unsaturated fatty acids: C18:1, C18:2, and C18:3 constituted ca. 90% of total fatty acids in the oils and 60% in the lard. It was found that the type of fat product had a significant impact on the stability of thiamine hydrochloride. The presence of fats showing a higher degree of unsaturation was correlated with the higher rate of oxidative changes during the incubation and, at the same time, with the higher losses of the thiamine hydrochloride. The highest disintegration rate of thiamine was found in the samples with linseed oil and the lowest in the samples with lard. Based on the time period necessary for thiamine losses of 50% ($T_{1/2}$) to be incurred, the results were arranged as follows: linseed oil ($T_{1/2} = 28$ days) > sunflower oil > rapeseed oil ($T_{1/2} = 79$ days) = olive oil > lard ($T_{1/2} = 93$ days). The losses of thiamine hydrochloride during the storage correlated with the production of fat oxidation products, in particular with the content of the secondary products of that process.

Key words: stability of thiamine hydrochloride, fat products, storage, peroxide value, anisidine value ☒