

HANNA MOJSKA, KATARZYNA MAŁECKA,
IWONA GIELECIŃSKA, AGNIESZKA SITEK,
MAŁGORZATA PAWLICKA

OCENA WPŁYWU RÓŻNYCH RODZAJÓW OBRÓBK TERMICZNEJ NA ZAWARTOŚĆ KWASÓW TŁUSZCZOWYCH, W TYM IZOMERÓW TRANS, WE FRYTKACH ZIEMNIACZANYCH

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT HEAT-TREATMENT METHODS ON FATTY ACIDS CONTENT PARTICULARLY TRANS ISOMERS IN FRENCH FRIES

Z Zakładu Bezpieczeństwa Żywności Instytutu Żywności i Żywienia w Warszawie

Kierownik: dr n roln. K. Stoś

Celem badań była ocena wpływu różnych rodzajów obróbki termicznej na zawartość tłuszczu, kwasów tłuszczowych, w tym izomerów trans, we frytkach ziemniaczanych. Frytki poddano następującym rodzajom obróbki termicznej: frytkownica, patelnia, piekarnik i kuchenka mikrofalowa. Oznaczenie kwasów tłuszczowych wykonano metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC/MS).

Najwyższy wzrost zawartości tłuszczu ogółem, w stosunku do frytek surowych, stwierdzono we frytkach przygotowywanych we frytkownicy, natomiast najniższy przy zastosowaniu piekarnika i kuchenki mikrofalowej. Smażenie we frytkownicy skutkowało obniżeniem zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych, wzrostem zawartości jednonienasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych we frytkach surowych i poddanych obróbce termicznej była niska ($\leq 0,30\%$ wszystkich kwasów tłuszczowych). Nie stwierdzono wpływu krótkotrwałej obróbki termicznej na wzrost zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych we frytkach smażonych.

SŁOWA KLUCZOWE: obróbka termiczna – tłuszcz – izomery trans kwasów
tłuszczowych – frytki ziemniaczane

KEY WORDS: heat treatment – fat – trans fatty acids – French fries

WSTĘP

Zmiana stylu życia powoduje, że coraz częściej sięgamy po żywność wygodną, czyli produkty gotowe do bezpośredniego spożycia lub wymagające niewielkiej obróbki kulinarnej. Do tej grupy niewątpliwie należą – bardzo

popularne wśród dzieci i młodzieży – frytki. Spośród produktów typu fast food frytki smażone charakteryzują się najwyższą zawartością izomerów trans kwasów tłuszczowych, których głównym źródłem w diecie, oprócz fast foodów, są produkty cukiernicze, margaryny twarde, tłuszcze do smarowania pieczywa oraz tłuszcze smaźalnicze (1, 2).

W licznych badaniach (3, 4) wykazano, że spożywanie znacznych ilości izomerów trans kwasów tłuszczowych podwyższa poziom LDL-cholesterolu i obniża HDL-cholesterolu w surowicy krwi, a także podnosi poziom lipoproteiny (a) uznawanej za niezależny czynnik ryzyka niedokrwiennej choroby serca (5). Na podstawie badań epidemiologicznych stwierdzono, że izomery trans kwasów tłuszczowych są czynnikiem ryzyka choroby niedokrwiennej serca (6, 7, 8). Ponadto zaburzają również syntezę długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (LC-PUFA) (9, 10). Ze względu na niekorzystne działanie izomerów trans kwasów tłuszczowych na zdrowie człowieka zaleca się, aby ich spożycie nie przekraczało 1% energii z diety (11).

W jedynych przeprowadzonych do tej pory na tak szeroką skalę badaniach (12) w krajach Unii Europejskiej, stwierdzono, że zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych we frytkach ziemniaczanych, pobranych z barów i restauracji, wahała się w szerokim zakresie od 0,45% (Grecja) do 34,84% (Finlandia) wszystkich kwasów tłuszczowych. W tym samym badaniu stwierdzono również, pomiędzy krajami, duże różnice w zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych we frytkach półproduktach, mrożonych, usmażonych w warunkach domowych. Zawartość izomerów trans wahała się w szerokim zakresie od 0,01% we frytkach pobranych we Francji do 41,52% wszystkich kwasów tłuszczowych w Portugalii.

W badaniach prowadzonych w Instytucie Żywności i Żywienia w 2006 roku (13), najwyższą zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych, wśród przebadanych 58 różnych produktów typu fast food, stwierdzono również we frytkach smażonych. Mediana zawartości izomerów trans wynosiła 6,40%, przy czym w poszczególnych próbkach frytek wahała się w zakresie od poniżej granicy wykrywalności do 37,58% wszystkich kwasów tłuszczowych. Najwyższe zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych, w granicach od 1,19% do 37,58%, oznaczono we frytkach (11 próbek) pochodzących z tzw. restauracji „sieciowych”. Należy podkreślić, że na poziom oznaczanych związków we frytkach ziemniaczanych wpływa z jednej strony jakość utwardzonego tłuszczu dodawanego do frytek w procesie ich produkcji, z drugiej strony rodzaj tłuszczu używanego do smażenia frytek, wielokrotność jego stosowania oraz czas i temperatura smażenia.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 5 różnych rodzajów frytek ziemniaczanych (półproduktów) zakupionych w sklepach na terenie Warszawy: 1. Frytki

Sprinter (McCain), 2. Frytki proste mrożone (RS Markenverbieb GmbH&Co), 3. Chrupiące frytki karbowane (Aviko), 4. Tradycyjne frytki karbowane (McCain), 5. Mr. Potato (Fritar S.A.). Do czasu poddania obróbce termicznej i wykonania oznaczeń próbki frytek były przechowywane w temperaturze -20°C .

Zastosowany rodzaj obróbki termicznej frytek oraz temperatura i czas smażenia wynikały z zaleceń producenta, podanych na etykiecie produktu. Zastosowane rodzaje obróbki termicznej przedstawiono w tabeli 1. Porcje frytek (ok. 200 g) przygotowywane we frytkownicy smażone były w tej samej porcji oleju rzepakowego, w kolejności jak podano w tabeli 1.

Tabela 1

Table 1

Parametry obróbki termicznej
Conditions of French fries heat treatment

Rodzaj obróbki termicznej A heat treatment method	Nr próbki Sample number	Średnia temperatura obróbki The average temperature of heat treatment $^{\circ}\text{C}$ Moc ustawienia The microwave power W	Czas trwania obróbki termicznej The time of heat treatment min.
Frytkownica A deep fryer	próbka 1 sample 1	177,0	1
	próbka 2 sample 2	167,2	4
	próbka 4 sample 4	171,3	4
	próbka 3 sample 3	173,4	3
	próbka 5 sample 5	169,0	2,5
Piekarnik elektryczny An oven	próbka 1 sample 1	214,4	5
	próbka 4 sample 4	212,9	15
Patelnia A frying-pan	próbka 1 sample 1	134,7	2,5
Kuchenka mikrofalowa A microwave	próbka 4 sample 4	Grill (500 W)	10

Początkowa temperatura smażenia wynikała z zaleceń producenta podanych na etykiecie produktu, podobnie czas trwania obróbki termicznej.

Temperatura smażenia była monitorowana co minutę, przez cały czas trwania obróbki termicznej. Przeciętną temperaturę i czas obróbki termicznej przedstawiono w tabeli 1.

Zawartość tłuszczu w badanych próbkach frytek oznaczono ekstrakcyjno-wagową metodą Soxhleta (14). Estry metylowe kwasów tłuszczowych (15) oznaczono metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC/MS) stosując chromatograf gazowy HP 6890 wyposażony w dozownik typu split/splitless (split 1:100) oraz detektor MSD. Temperatura dozownika i detektora: 250°C, gaz nośny: hel, przepływ stały z szybkością 20 cm/s i ciśnieniem 43,3 psi. Kolumna: długość 100 m, śr. wew. 0,25 mm, grubość filmu fazy ciekłej 0,20 µm, faza stacjonarna CPSil88. Temperatura pieca programowana: 175°C/40 min., narost temperatury w tempie 5°C/min. do 220°C/15 min. Czas analizy jednej próbki 60 minut.

Interpretację jakościową chromatogramów przeprowadzono porównując czasy retencji i widma masowe poszczególnych estrów metylowych kwasów tłuszczowych w badanej próbce z wzorcami kwasów tłuszczowych (Fame Mix, Supelco, USA). Wyniki przedstawiono jako procenty wagowe wszystkich oznaczonych kwasów tłuszczowych o długości łańcucha od 8 do 24 atomów węgla. Jako wynik przyjęto średnią z dwóch równoległych oznaczeń.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Najwyższą zawartość tłuszczu ogółem we frytkach surowych stwierdzono w próbce frytek 1 (10,9 g/100 g), które zgodnie z informacją producenta są gotowe do spożycia już po 1 minucie obróbki termicznej we frytkownicy, piekarniku lub na patelni. W pozostałych próbkach frytek zawartość tłuszczu była ponaddwukrotnie niższa (tabela 2). Smażenie frytek we frytkownicy skutkowało od 1,5 do ponad dwukrotnym wzrostem zawartości tłuszczu w zależności od rodzaju frytek. Również smażenie na patelni powodowało około dwukrotny wzrost zawartości tłuszczu w badanej próbce frytek (tabela 2). W obydwu procesach do przygotowywania frytek stosowano dodatek oleju, który w czasie obróbki termicznej jest wchłaniany przez frytki. W przypadku pozostałych rodzajów obróbki termicznej również obserwowano wzrost zawartości tłuszczu, jednak był on niższy niż przedstawiony powyżej.

Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w surowych frytkach wahała się, w zależności od rodzaju frytek, w zakresie od 28,43% do 56,50% wszystkich kwasów tłuszczowych, jednonienasyconych kwasów tłuszczowych we wszystkich rodzajach frytek była podobna (od 34,18% do 40,00%), a wielonienasyconych wahała się od 7,34% do 33,25% (tabela 3). Zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych stwierdzono jedynie w dwóch próbkach frytek surowych i była ona zbliżona, wynosząc 0,22% w próbce 1 oraz 0,30% w próbce 5 (tabela 3). W wyniku smażenia we frytkownicy, wraz ze wzrostem ogólnej zawartości tłuszczu, zaobserwowano zmiany w procentowym udziale poszczególnych

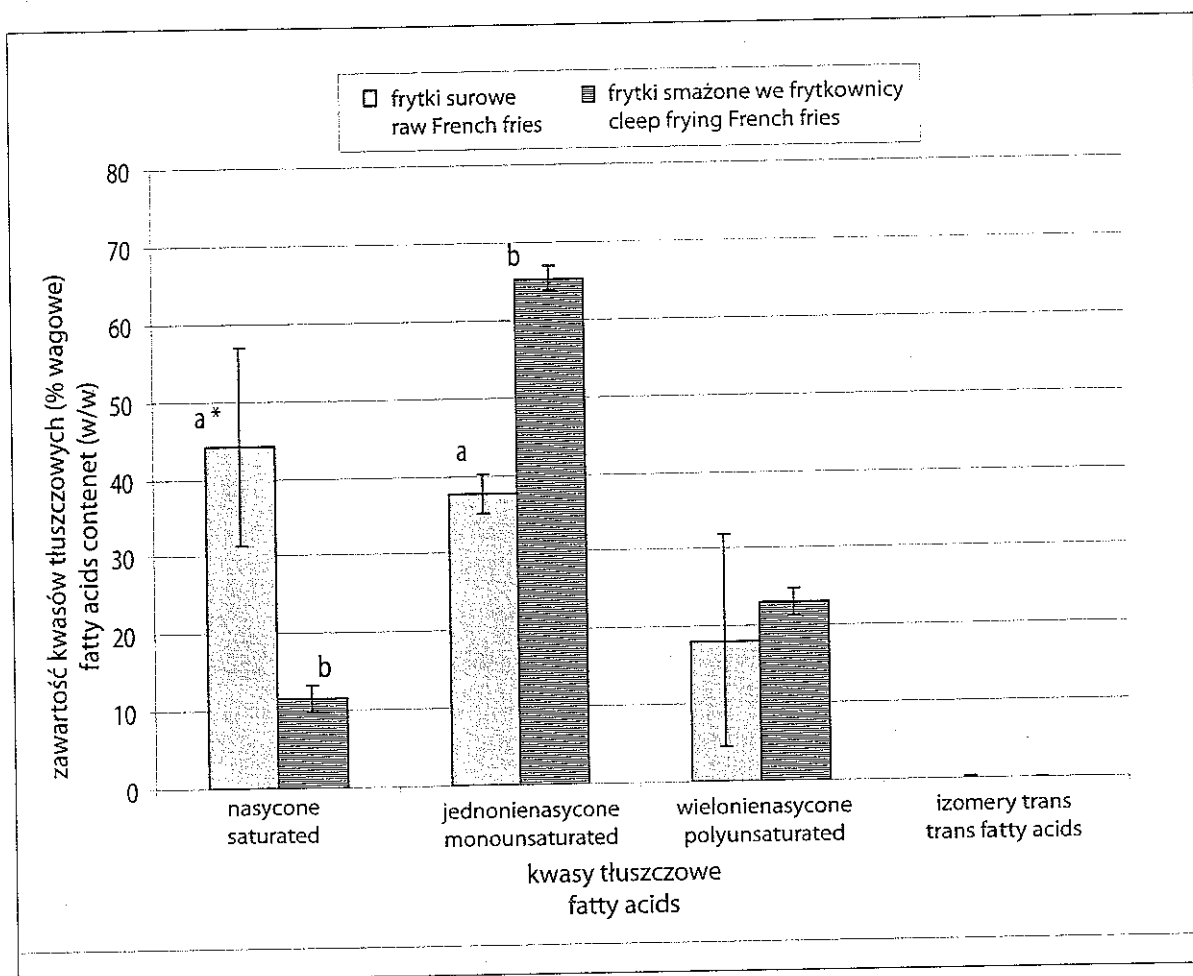
Tabela 2

Table 2

Zawartość tłuszczu ogółem w badanych próbkach frytek (g/100 g produktu)
 Fat content in French fries samples (g/100 g of product)

Rodzaj obróbki termicznej A heat treatment method Nr próbki Sample number	Zawartość tłuszczu ogółem Fat content g/100 g produktu				
	Surowe Raw	Frytkownica A deep fryer	Piekarnik An oven	Patelnia A frying-pan	Kuchenka mikrofalowa A microwave
Próbka 1 Sample 1	10,9	17,4	12,7	20,2	—
Próbka 2 Sample 2	4,7	10,7	—	—	—
Próbka 4 Sample 4	4,3	11,6	7,1	—	7,0
Próbka 3 Sample 3	3,9	11,7	—	—	—
Próbka 5 Sample 5	4,6	11,1	—	—	—

kwasów tłuszczowych w stosunku do sumy kwasów tłuszczowych. We wszystkich próbkach frytek znacząco wzrósł udział kwasów tłuszczowych jednonienasyconych, a obniżeniu uległ procentowy udział nasyconych kwasów tłuszczowych w stosunku do sumy wszystkich kwasów tłuszczowych (tabela 3). W przypadku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w próbkach 1 i 3 stwierdzono niewielki spadek procentowego udziału PUFA w sumie wszystkich kwasów tłuszczowych, a w próbkach 2, 4 i 5 wzrost (tabela 3). Obserwowane zmiany były związane z wchłanianiem przez frytki oleju, który zawiera przede wszystkim jedno- i wielonienasycone kwasy tłuszczowe. W badanych próbkach frytek smażonych we frytkownicy zawartość izomerów trans była poniżej granicy oznaczalności. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono istotny statystycznie ($p < 0,01$) spadek średniej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w stosunku do sumy kwasów tłuszczowych oraz wzrost zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych we frytkach smażonych we frytkownicy w porównaniu z frytkami surowymi. Zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych pozostała praktycznie niezmienną (ryc. 1). Nie stwierdzono wzrostu zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych we frytkach poddanych krótkotrwałemu smażeniu we frytkownicy.



* różnice istotne statystycznie w obrębie grup kwasów tłuszczowych ($p < 0,01$)

* statistically significant difference within fatty acids groups ($p < 0,01$)

Ryc. 1. Porównanie średniej zawartości grup kwasów tłuszczowych we frytkach surowych oraz smażonych we frytkownicy

Fig. 1. Comparison of the fatty acids average content in raw and prepared in deep fryer French fries

Dwa rodzaje frytek zostały poddane również innym rodzajom obróbki termicznej – smażeniu na patelni, pieczeniu w piekarniku i obróbce cieplnej w kuchence mikrofalowej. Zawartość grup kwasów tłuszczowych przedstawiono w tabeli 4.

W obydwu badanych próbkach obróbka termiczna w piekarniku nie powodowała znaczących zmian w udziale nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w sumie wszystkich kwasów tłuszczowych w porównaniu z frytkami surowymi. Obserwowane niewielkie zmiany w zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych: w próbce nr 1 obniżenie zawartości, w próbce nr 4 (tabela 4) – wzrost – są trudne do interpretacji. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości poszczególnych grup kwasów tłuszczowych pomiędzy frytkami surowymi a poddanymi obróbce termicznej w kuchence mikrofalowej. W przypadku smażenia na patelni z dodatkiem oleju zmiany w procentowym udziale grup kwasów tłuszczowych w sumie

wszystkich kwasów tłuszczowych są podobne do obserwowanych we frytkach smażonych we frytkownicy.

Tabela 3

Table 3

Zawartość grup kwasów tłuszczowych we frytkach surowych i smażonych we frytkownicy
Fatty acids content in raw and prepared in deep fryer French fries

Grupy kwasów tłuszczowych % wagowe Fatty acids groups	Nr próbki Sample number		Próbka 1 Sample 1		Próbka 2 Sample 2		Próbka 3 Sample 3		Próbka 4 Sample 4		Próbka 5 Sample 5	
	Su.	Sm.	Su.	Sm.	Su.	Sm.	Su.	Sm.	Su.	Sm.	Su.	Sm.
Nasycone Saturated	28,43	11,45	56,50	14,80	32,48	10,46	51,38	12,49	52,10	9,53		
Jednonienasycone Monounsaturated	38,42	63,13	36,40	64,76	34,18	65,25	39,32	65,64	40,00	67,65		
Wielonienasycone Polyunsaturated	33,00	25,42	7,34	21,27	33,25	24,27	9,23	21,76	7,85	22,72		
Izomery trans Trans fatty acids	0,22	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	0,30	n.w.		

Su. – surowe
raw

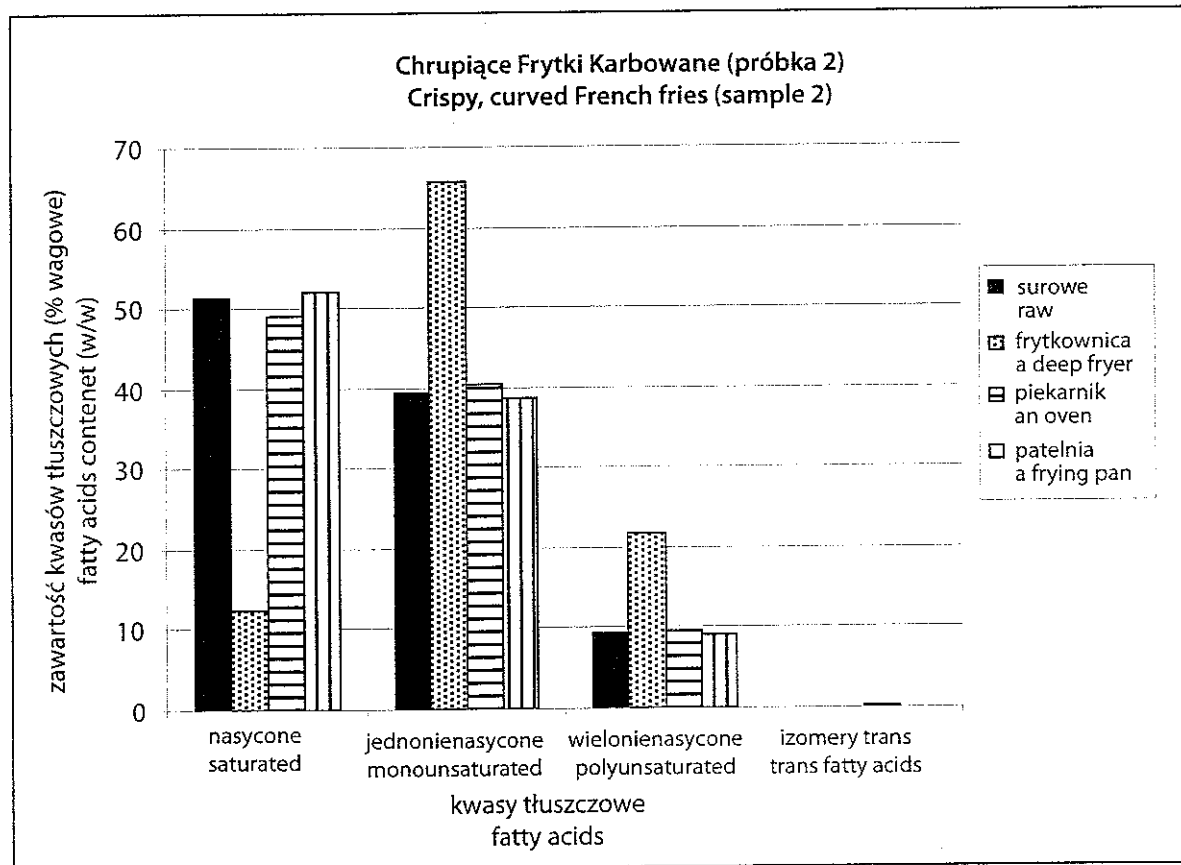
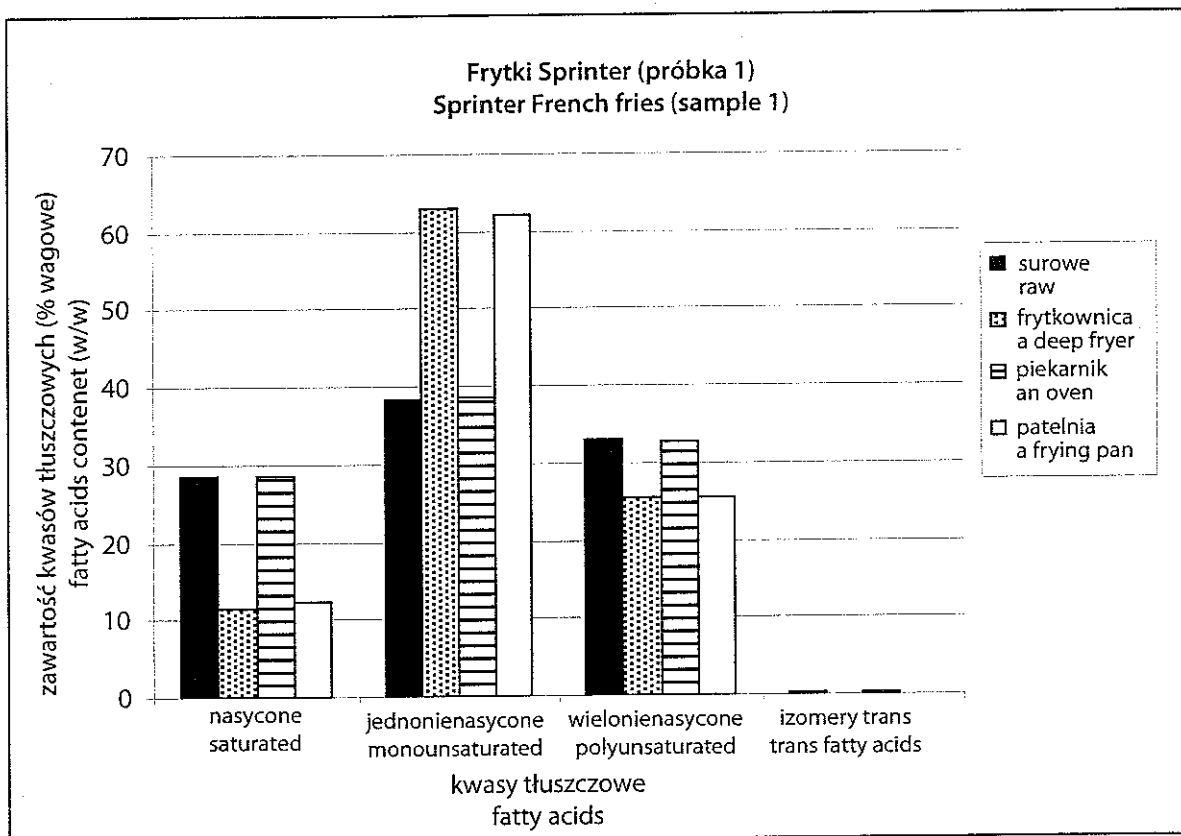
Sm. – smażone we frytkownicy
deep frying

n.w. – nie wykryto (granica wykrywalności = 0,02%)
not detected (detection level = 0,02%)

Na ryc. 2 przedstawiono porównanie zawartości poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w zależności od metody obróbki termicznej.

Rodzaj zastosowanej obróbki termicznej ma wpływ na udział poszczególnych grup kwasów tłuszczowych. Procentowy udział wszystkich grup kwasów tłuszczowych pozostaje praktycznie niezmienny pod wpływem obróbki termicznej w piekarniku i kuchence mikrofalowej w stosunku do zawartości w surowych frytkach. Smażenie we frytkownicy i na patelni skutkuje obniżeniem procentowego udziału nasyconych kwasów tłuszczowych, znaczącym wzrostem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz niewielkim wzrostem zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w sumie wszystkich kwasów tłuszczowych. Wzrasta również znacząco całkowity poziom tłuszczu.

Zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych w surowych frytkach była niska, a krótkotrwałe smażenie we frytkownicy na tej samej porcji oleju rzepakowego w temperaturze nie przekraczającej 200°C nie powodowało wzrostu ich zawartości w produkcie finalnym.



Ryc. 2. Porównanie zawartości kwasów tłuszczowych w zależności od metody obróbki termicznej
Fig. 2. Comparison of fatty acids content in French fries depending on different heat treatment methods

Należy podkreślić, że żadna z zastosowanych metod obróbki termicznej w warunkach domowych nie powodowała wzrostu zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych we frytkach. Ze względu na fakt, że na poziom izomerów trans kwasów tłuszczowych we frytkach gotowych do spożycia wpływa w znacznie większym stopniu rodzaj tłuszczu utwardzonego obecnego w półprodukcje niż obróbka termiczna (16), uzyskane wyniki wydają się wskazywać, że producenci stosują, jako frakcję tłuszczową, tłuszcze roślinne o niskiej zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych. Porównując zawartość tłuszczu i grup kwasów tłuszczowych we frytkach poddanych różnym metodom przygotowywania, należy stwierdzić, że stosunkowo najmniejsze zmiany nastąpiły podczas mikrofalowania oraz pieczenia w piekarniku. Wydaje się zatem, że te właśnie metody można polecać do przygotowywania frytek w warunkach domowych.

Tabela 4

Table 4

Zawartość grup kwasów tłuszczowych w próbkach: Frytek Sprinter (próbka 1) oraz w Chrupiących Frytkach Karbowanych (próbka 4)

Fatty acids content in French fries samples: Frytki Sprinter (sample 1) and Chrupiące Frytki Karbowane (sample 4)

Rodzaj obróbki termicznej A heat treatment method	Próbka 1 Sample 1			Próbka 4 Sample 4		
	Surowe Raw	Piekarnik An oven	Patelnia A frying-pan	Surowe Raw	Piekarnik An oven	Kuchenka mikrofalowa A microwave
Grupy kwasów tłuszczowych % wagowe Fatty acids groups						
Nasycone Saturated	28,43	28,51	12,24	51,38	49,00	52,09
Jednonienasycone Monounsaturated	38,42	38,53	62,19	39,32	40,34	38,76
Wielonienasycone Polyunsaturated	33,00	32,79	25,48	9,23	9,63	9,10
Izomery trans Trans fatty acids	0,22	0,16	n.w.	n.w.	0,33	n.w.

n.w. – nie wykryto (granica wykrywalności = 0,02%)
not detected (detection level = 0,02%)

WNIOSKI

- Rodzaj zastosowanej obróbki termicznej frytek ziemniaczanych ma wpływ na zawartość tłuszczu oraz poszczególnych grup kwasów tłuszczowych.

- Żadna z zastosowanych metod obróbki termicznej, w warunkach domowych, nie powodowała wzrostu zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych.
- Najmniejsze zmiany w zawartości tłuszczu i grup kwasów tłuszczowych we frytkach, poddanych różnym metodom przygotowania, nastąpiły podczas mikrofalowania oraz pieczenia w piekarniku. Dlatego też te metody można polecić do przygotowywania frytek w warunkach domowych.

H. Mojska, K. Małecka, I. Gielecińska, A. Sitek, M. Pawlicka

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT HEAT-TREATMENT METHODS ON FATTY ACIDS CONTENT PARTICULARLY *TRANS* ISOMERS IN FRENCH FRIES

The aim of our study was to evaluate the influence of different heat treatment methods on trans fatty acids content in French fries. French fries were heat-treated by using a deep fryer, a frying pan, an oven and a microwave. The fatty acids content was analyzed by high-resolution capillary gas chromatography using MS detector (GC/MS).

The highest increase in fat was determined in French fries prepared in deep fryer in comparison to raw French fries, whereas the lowest by using oven and microwave. We found that frying French fries in deep fryer caused the decrease in saturated fatty acids content, the increase in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. The trans fatty acids level in raw and heat-treated French fries was low ($\leq 0,30\%$ of all fatty acids). The results of our study have shown that there is no significant influence of short-time heat treatment on trans fatty acids content in French fries.

PIŚMIENNICTWO

1. Craig-Schmidt M.C.: Worldwide consumption of *trans*-fatty acids. *Trans fatty acids in human nutrition*. Ed: J.L. Sebedio, W.W. Christie. The Oily Press Lipid Library 1998, 9, 60-113.- 2. van Poppel G., van Erp-Baart M.A., Leth T., et al.: *Trans fatty acids in foods in Europe: The TRANSFAIR Study*. *J. Food Comp. Anal.*, 1998, 11, 2, 112-136.- 3. Katan M.B., Zock P.L., Mensink R.P.: *Trans fatty acids and their effects on lipoproteins in humans*. *Annu. Rev. Nutr.*, 1995, 15, 473-493.- 4. Mensink R.P.M., Katan M.B.: Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *N. Engl. J. Med.*, 1990, 323, 439-445.- 5. Almendingen K., Jordal O., Kierulf P., et al.: Effects of partially hydrogenated fish oil, partially hydrogenated soybean oil, and butter on serum lipoproteins and Lp (a) in men. *J. Lipid Res.*, 1995, 36, 1370-1384.- 6. Ascherio A., Rimm E.B., Giovannucci E.L., et al.: Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow up study in the United States. *Brit. Med. J.*, 1996, 313, 84-90.- 7. Oomen C.M., Ocke M.C., Feskens E.J.M., et al.: Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study: a prospective population-based study. *Lancet* 2001, 357, 746-751.- 8. Pietinen P., Ascherio A., Korhonen P., et al.: Intake of fatty acids and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men. The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Am. J. Epidemiol.*, 1997, 145, 10, 876-887.- 9. Carlson S.E., Clandinin M.T., Cook H.W., et al.: Trans fatty acids: infant and fetal development. *Am. J. Clin.*

Nutr., 1997, 66, 717S–736S.– 10. Koletzko B.: Trans fatty acids may impair biosynthesis of long chain polyunsaturates and growth in man. *Acta Paediatr.*, 1992, 81, 302–306.–

11. Kafatos A., Codrington C.A.: Eurodiet Core Report. *Public Health Nutrition, Special Issue*, 2000, 4.– 12. Aro A., Amaral E., Kesteloot H., et al.: Trans fatty acids in French fries, soup, and snacks from 14 European Countries: the TRANSEFAIR study. *J. Food Comp. Anal.*, 1998, 11, 170–177.– 13. Mojska H., Gielecińska I., Szponar L., i wsp.: Izomery trans kwasów tłuszczowych w produktach typu fast food. *Żyw. Człow. Metab.*, 2007, 34, 915–920.– 14. PN-ISO 1444:2000 Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu mięsnego.– 15. PN-ISO 5509:2001 Oleje i tłuszcze roślinne i zwierzęce. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.– 16. Fernández San Juan P.M.: Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food. *J. Food Comp. Anal.*, 2000, 13, 275–281.–