

GRZEGORZ BIENKIEWICZ, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI, DOMINIKA PLUST,
BARBARA CZERNIEJEWSKA-SURMA

ZAWARTOŚĆ DŁUGOŁAŃCUCHOWYCH POLIENOWYCH KWASÓW TŁUSZCZOWYCH *n-3* W PALUSZKACH RYBNYCH

Streszczenie

Długołańcuchowe polienowe kwasy tłuszczowe z rodziny *n-3* (LC *n-3* PUFA) są szczególnie cenne ze względów żywieniowych. Głównym ich źródłem są lipidy ryb. Paluszki rybne będące przedmiotem badań łączą w sobie zarówno lipidy mięśniowe ryb (rdzeń), jak również lipidy roślinne (panier). Celem pracy była ocena paluszków rybnych dostępnych na rynku krajowym jako źródła LC *n-3* PUFA. Badaniom poddano siedem sortymentów pochodzących od różnych producentów i wyprodukowanych z różnych surowców. Oznaczano udział panieru, zawartość lipidów i skład kwasów tłuszczowych w panierce, rdzeniu i całym produkcie. Wykazano, że badane paluszki rybne są ubogim źródłem istotnych żywieniowo kwasów LC *n-3* PUFA. Zawierały one w składzie od 0,09 do 0,16 g LC *n-3* PUFA/100 g produktu przy zawartości tłuszczu przed ostateczną obróbką cieplną (smażenie) na poziomie od 6 do 8 %. Wyjątek stanowił sortyment D, wyprodukowany z ryby tłustej, który zawierał nawet dziesięciokrotnie więcej LC *n-3* PUFA, przy dwukrotnie większej zawartości tłuszczu, w odniesieniu do pozostałych badanych paluszków rybnych.

Słowa kluczowe: paluszki rybne, lipidy rybne, kwasy tłuszczowe *n-3*

Wprowadzenie

Paluszki rybne to wyroby otrzymane w wyniku pocięcia na kawałki o formie prostopadłościanu mrożonych bloków mięsa rybiego, najczęściej mielonego, zmieszanego z odpowiednimi dodatkami, poddane panierowaniu mokrym i suchym panierem, zamrożone, zapakowane w opakowania jednostkowe i przechowywane w ujemnych temperaturach zgodnie z obowiązującymi wymaganiami. W handlu pod nazwą paluszków rybnych sprzedawane są również wyroby z ciętych bloków filetów rybnych. Technologia produkcji paluszków rybnych umożliwia wykorzystanie różnorodnych gatunków

ryb do produkcji [4, 9, 14]. Dominującym składnikiem paluszków rybnych jest mięso z ryb, które według deklaracji producentów stanowi ponad 60 % produktu.

Jednym z podstawowych składników mięsa ryb są cenne żywieniowo lipidy, szczególnie bogate w długołańcuchowe nienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny *n-3* (LC *n-3* PUFA). Zawartość LC *n-3* PUFA zależy od gatunku ryby i szeregu czynników biologicznych, największa zawartość tego rodzaju lipidów znajduje się w mięsie ryb morskich, zwłaszcza pochodzących z zimnych wód, mniej w rybach słodkowodnych, najmniej zaś w rybach hodowlanych [1, 11 - 13]. Dzielne zapotrzebowanie na LC *n-3* PUFA wynosi około 0,5 g na dobę [8, 11]. Ze względu na to, że paluszki rybne są produktem mrożonym o długim terminie przydatności do spożycia, w czasie przechowywania mogą w nich zachodzić zmiany cech sensorycznych i obniżanie jakości. Najbardziej narażone na te niekorzystne zmiany są przede wszystkim lipidy – szczególnie w przypadku ryb tłustych [11, 15], ale również białka. W procesie mrożenia i przechowywania zamrażalniczego gotowego produktu może dochodzić również do wielu zmian w strukturze związków odżywczych, co w istotny sposób wpływa np. na teksturę gotowego wyrobu [5 - 10].

Paluszki rybne, jako produkt łatwy i wygodny w przygotowaniu do spożycia, zdobywają coraz większą popularność wśród konsumentów. Dodatkowo jako wyrób panierowany są one produktem łączącym składniki żywieniowe obecne w rybach, jak również składniki roślinne wchodzące w skład panieru, między innymi skrobia, mąka, oleje roślinne itp. Jako połączenie składników odżywczych roślinnych (panier) i zwierzęcych (rdzeń) paluszki rybne mogą stanowić cenny żywieniowo produkt, łatwy do przygotowania i spożycia przez konsumenta oraz atrakcyjny sensorycznie [6, 18, 19]

Celem pracy była ocena wybranych paluszków rybnych pochodzących od różnych producentów ze szczególnym uwzględnieniem zawartości tłuszczu i składu kwasów tłuszczowych, w tym cennych żywieniowo kwasów LC *n-3* PUFA.

Material i metody badań

Paluszki rybne pochodzące od różnych producentów scharakteryzowano w tab. 1.

Wszystkie analizowane sortymenty charakteryzowały się minimum trzymiesięcznym terminem przydatności do spożycia. Przed oznaczeniem paluszki rozmrażano przez 4 h w temp. 20 °C.

W badanych paluszkach oznaczano stosunek panieru do rdzenia (m/m) według AOAC [2] podając ich udział w procentach. Lipidy ekstrahowano metodą Bligha i Dyera [3]. Zawartość lipidów oraz skład kwasów tłuszczowych oznaczano w panierce, rdzeniu oraz w całym produkcie. Zawartość lipidów oznaczano wagowo po odparowaniu rozpuszczalnika z 10 cm³ ekstraktu i przeliczano na zawartość tłuszczu w 100 g próby. W ekstraktach lipidowych oznaczano ilościowo i jakościowo skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej (GC), przy użyciu chromato-

grafu gazowego Agilent Technology 7890A, USA, sprzężonego z detektorem masowym. Estry metylowe przygotowywano, a następnie rozdzielano zgodnie z PN ISO [17] w kolumnie kapilarnej o długości 100 m, pokrytej fazą stacjonarną SP2360 firmy Supelco, o średnicy wewnętrznej 0,25 μm . Gaz nośny stanowił hel, przepływający z prędkością 10 cm^3/min , temperatura dozownika i detektora wynosiła 220 $^{\circ}\text{C}$, a całkowity czas analizy 45 min. Identyfikacji poszczególnych kwasów tłuszczowych dokonywano poprzez porównanie widm masowych oznaczonych substancji oraz czasów retencji z wzorcami estrów metylowych kwasów tłuszczowych (FAME) firmy SUPELCO.

Tabela 1

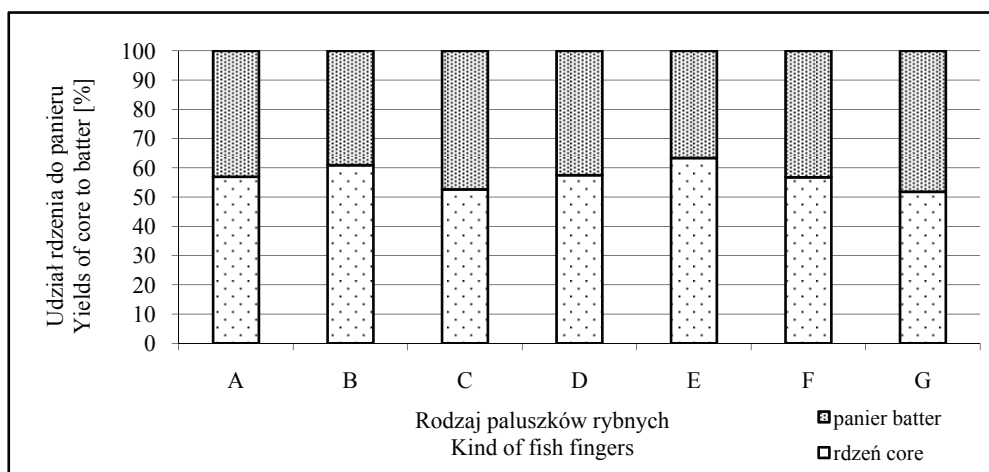
Charakterystyka składników badanych paluszków rybnych.
Profile of ingredients of the fish fingers investigated.

Produkt Product	Rdzeń (rodzaj fileta) Core (kind of fish)	Pozostałe składniki Other ingredients
A	mintaj, morszczuk, dorsz, buławik, czarniak, sandacz, fladra, plamiak	mąka pszenna, olej roślinny, skrobia ziemniaczana, grysik ryżowy, błonnik pszenny, płatki ziemniaczane sól, przyprawy
B	mintaj, morszczuk, sieja, miruna, witlinek	mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, modyfikowana skrobia kukurydziana E 1422, środek spulchniający, sól, przyprawy
C	dorsz - filet	mąka pszenna, drożdże, tłuszcz utwardzony, sól, papryka
D	łosoś norweski - filet	mąka pszenna, skrobia pszenna, włókna pszenicy, płatki kukurydziane, białko mleka, glukoza, olej słonecznikowy, sól, przyprawy
E	mintaj - filet	mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, olej roślinny, sól, przyprawy
F	mintaj, czarniak, miruna, morszczuk	mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, olej roślinny, sól, przyprawy
G	mintaj, morszczuk	mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, olej roślinny, sól, przyprawy

Wyniki przedstawione w tabelach i na rysunkach są średnią arytmetyczną z trzech równoległych powtórzeń. Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu Statistica 5.0. Wyliczono istotne różnice za pomocą testu post-hoc, a weryfikację prowadzono na poziomie $p = 0,005$.

Wyniki i dyskusja

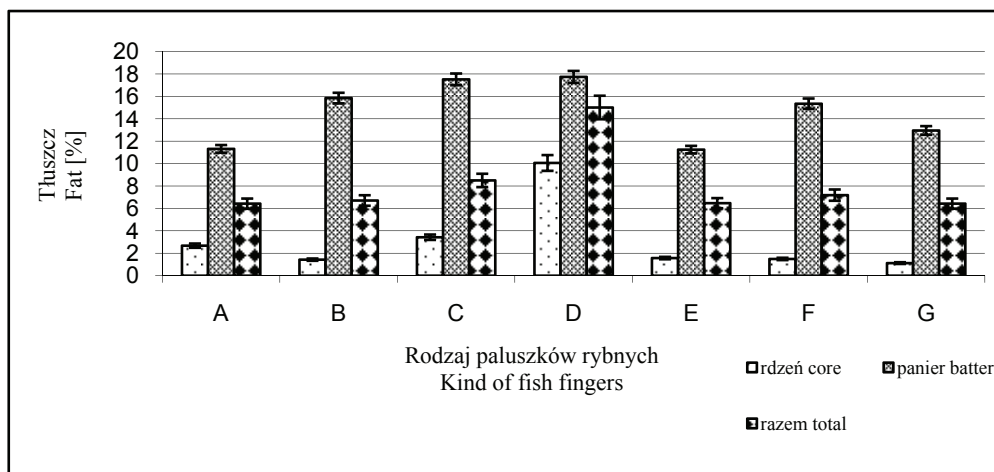
Ocenie poddano siedem sortymentów paluszków rybnych pochodzących od różnych producentów. Ich charakterystykę przedstawiono w tab. 1. Ilość rdzenia w stosunku do panieru mieściła się dla wszystkich prób w przedziale od 50 do 60 % (rys. 1). Jest to ilość nieco mniejsza od standardów obowiązujących w Wielkiej Brytanii, które zakładają udział głównego składnika na poziomie nie mniejszym niż 65 % [9]. W ustawodawstwie krajowym nie określa się wymagań dotyczących stosunku ryby do rdzenia [7]. Ilość panieru jest bardzo istotna nie tylko ze względu na wygląd i teksturę gotowego produktu, ale również skład kwasów tłuszczowych w całym produkcie po ostatecznej obróbce termicznej. Jak podają Moradi i wsp. [16], w zależności od zastosowanej obróbki cieplnej (pieczenie, smażenie, ogrzewanie mikrofalowe) zmienia się w sposób istotny skład kwasów tłuszczowych, a szczególnie udział kwasów EPA i DHA. Szczególnie istotne jest to w produkcie po procesie smażenia ze względu na dużą sorpcję tłuszczu smażalniczego przez panier.



Rys. 1. Udział rdzenia (ryby) do panieru [%].

Fig. 1. Per cent content of core (of fish) compared batter content [%].

Sortymenty C, D i E wyprodukowane były z filetów jednego gatunku ryby, pozostałe stanowiły mieszanki różnych gatunków ryb. Wszystkie paluszki rybne poza partią D wyprodukowane były z ryb chudych, a zawartość tłuszczu w rdzeniu nie przekraczała 3,5 % (rys. 2). Najwięcej tłuszczu, od 10 do 18 %, znajdowało się w panierce. Średnia zawartość tłuszczu w całym produkcie wynosiła od około 6 do 8 % we wszystkich sortymentach, z wyjątkiem produktu D wyprodukowanego z filetów z łososia, w którym zawartość tłuszczu wynosiła 15 % (rys. 2). Zwiększona zawartość tłuszczu w tym sortymencie związana była z użyciem ryby tłustej, stanowiącej rdzeń produktu.



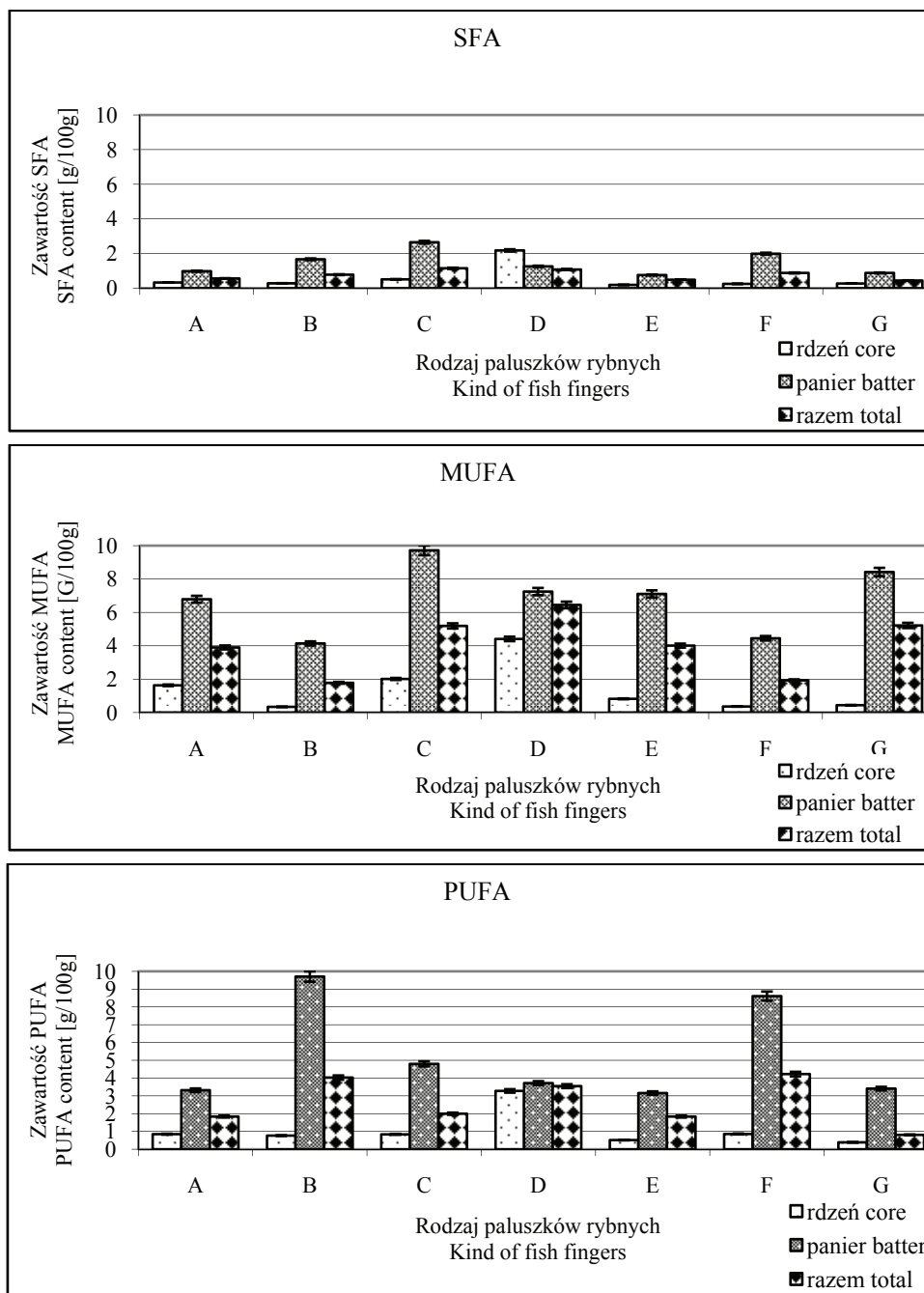
Rys. 2. Zawartość tłuszczu w panierce, rdzeniu i całych paluszkach rybnych.

Fig. 2. Content of fat in batter, core, and in whole fish fingers.

Większość sortymentów paluszków rybnych dostępnych na rynku produkowana jest jednak z ryb chudych. Powodem takiego postępowania jest to, że lipidy ryb tłustych podczas przechowywania zamrażalniczego jęlczeją znacznie szybciej niż lipidy ryb chudych. Wykazali to w swojej pracy Cakli i wsp. [4], sprawdzając zastosowanie nowych gatunków ryb: sardynki, witlinka i sandacza do produkcji paluszków rybnych. W czasie ośmiu miesięcy składowania paluszki z sardynki nie nadawały się do spożycia.

Dokonując dalszej oceny badanych sortymentów paluszków rybnych przeanalizowano zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w panierce, rdzeniu i całym produkcie. Wyniki przedstawiono na rys. 3.

Dominującą grupą kwasów tłuszczowych były kwasy monoenuowe (MUFA). Najwięcej tych kwasów znajdowało się w panierce, a dominowały one w sortymentach C i G. Analizując zawartość polienowych kwasów tłuszczowych (PUFA) w całym produkcie, stwierdzono ich największą zawartość w paluszkach B, D i F. Jednak w przypadku produktu B i F głównym ich źródłem były lipidy panieru, w tym oleju roślinnego zaabsorbowanego przez składniki panieru w procesie podsmażania. Zwracają na to również wagę Moradi i wsp. [16], którzy badali panierowane filety ryb pod względem składu kwasów tłuszczowych w zależności od sposobu ostatecznej obróbki cieplnej. Panier także zawiera duże ilości lipidów, głównie pochodzenia roślinnego, które w swoim składzie nie zawierają długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych *n-3* (LC *n-3* PUFA). Głównym źródłem tych ważnych żywieniowo kwasów tłuszczowych są przede wszystkim lipidy ryb [11]. W tab. 2. zestawiono zawartość



Rys. 3. Zawartość kwasów nasyconych (SFA), jednonienasyconych (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA) w panierce, rdzeniu i całych paluszkach rybnych.

Fig. 3. Contents of SFA, MUFA, and PUFA fatty acids in batter, core, and in whole fish fingers.

kwasów *n-3* i LC *n-3* PUFA w całym produkcie. Stwierdzono, że pomimo największej zawartości kwasów PUFA w produktach B i F, zawartość LC *n-3* PUFA kwasów szczególnie cennych żywieniowo nie różniła się znacząco od pozostałych sortymentów, za wyjątkiem produktu D wyprodukowanego z łososia.

Tabela 2

Zawartość kwasów tłuszczowych *n-3* PUFA w badanych sortymentach paluszków rybnych [g/100 g produktu].

Contents of *n-3* PUFA in the investigated products of fish fingers [g/100 g of product].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Rodzaj produktu / Kind of products						
	A	B	C	D	E	F	G
Σ <i>n-3</i> PUFA	0,47	0,12	0,52	1,34	0,53	0,25	0,18
Σ LC <i>n-3</i> PUFA	0,07	0,10	0,10	0,96	0,16	0,12	0,09

Wnioski

1. Wśród przeanalizowanych siedmiu rodzajów paluszków rybnych wyprodukowanych z różnych gatunków ryb, przez różnych producentów, najlepszym źródłem kwasów LC *n-3* PUFA okazał się produkt D – wyprodukowany z filetów z łososia, w którym zawartość tych kwasów wynosiła 0,96 g/100 g produktu.
2. Zawartość kwasów LC *n-3* PUFA we wszystkich sortymentach (za wyjątkiem sortymentu D – filet z łososia) wynosiła od 0,09 do 0,16 g/100 g produktu.
3. Paluszki rybne nie są dobrym źródłem LC *n-3* PUFA. Dostarczają one znacznie mniej tych kwasów niż wynosi dzienne zapotrzebowanie, a jednocześnie dostarczają dużo kalorii ze względu na wysoką zawartość tłuszczu i węglowodanów.
4. W przypadku sortymentów paluszków rybnych wyprodukowanych z ryb tłustych, np. z łososia, istnieje ryzyko, że czas przechowywania tego sortymentu będzie krótszy i nastąpi obniżenie jakości sensorycznej w czasie składowania zamrażalnicy wskutek procesów jęlczenia lipidów.

Praca wykonana w ramach projektu pt. „Określenie zawartości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT w rybach i produktach rybnych oraz owocach morza dostępnych na rynku krajowym” współfinansowanego przez Unię Europejską z Instrumentu Finansowego Wspierania Rybołówstwa w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Rybołówstwo i Przetwórstwo Ryb 2004 – 2006. Umowa nr 00057-61535-OR1600019/07.

Literatura

- [1] Ackman R.G.: Seafood lipids. In: *Seafoods, Chemistry, Processing Technology and Quality*. Shashidi F. and Bootta J. R. Eds. Blackie Academic and Professional. London 1994, pp. 34-48.
- [2] AOAC Method 996.15: Estimation of fish content.
- [3] Bligh E.G., Dyer W.J.: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 1959, **37**, 911-917.
- [4] Cakli S., Taskaya L., Kışla D., Celki U., Ataman C. A., Cadun A., Kilinc B., Maleki R. H.: Production and quality of fish fingers from different fish species. *Eur. Food Res. Technol.*, 2005, **220**, 526-530.
- [5] Celik U., Cakli S., Taskaya L.: The biochemical composition, physical and chemical quality control of frozen fishery product for consumption in a supermarket. *Eur. J. Fish Aquatic Sci.*, 2002, **19 (1-2)**, 85-96.
- [6] Chuapochuk B., Raksakulthai N.: Fish fingers from minced fish. *Fisheries Gazzette.*, 1982, **39**, 371-375.
- [7] Codex Alimentarius. Codex Standard for Quick Frozen Fish Sticks (Fish Fingers), Fish Portions and Fish Fillets - Breaded or in Batter Codex Stan 166 - 1989, REV 2 – 2004.
- [8] Drevon Ch.A., Harris B., Sinclair A., Spector A.: Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults. *Int. Society for the Study of Fatty Acids and Lipids*, June 2004.
- [9] Elahi S., Thurlow K.: Case Study: Fish Content of Fish Fingers, Statutory Analysis Government Chemist Programme, UK 2007, pp.1-21.
- [10] Hesieh Y.L., Regenstein J.M.: Texture changes of frozen stored cod and ocean perch minces. *J. Food Sci.*, 1989, **54 (4)**, 824-826.
- [11] Kołakowska A., Domiszewski Z., Bienkiewicz G.: Effects of Biological and Technological Factors on the Utility of Fish as a Source of *n-3* PUFA. In: *Omega 3 Fatty Acid Research* Teale M. C. Eds, Nova Science Publisher, Inc., 2005, pp. 83-107.
- [12] Kołakowska A., Kołakowski E.: Szczególne właściwości żywieniowe ryb. *Przem. Spoż.*, 2001, **55 (6)**, 10-13
- [13] Kołakowska A., Szczygielski M., Bienkiewicz G., Zienkiewicz L.: Some of fish species as a source of *n-3* polyunsaturated fatty acids. *Acta Ichtiol. Piscat.*, 2000, **30**, 59-70.
- [14] Kołakowski E.: *Technologia farszów rybnych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1986.
- [15] Lin T.M., Meyers S.P., Godber J.S.: Storage stability of butterfish mince as affected by washing, antioxidants and vacuum packing. *J Aquatic Food Prod Technol.*, 1996, **61 (2)**, 432-438.
- [16] Morami Y., Bakar J., Syed Muhamad S.H., Che Man Y.: Effects of different final cooking methods on physico-chemical properties of breaded fish fillets. *Am. J. Food Tech.*, 2009, **4 (4)**, 136-145.
- [17] PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [18] Schubring R.: Instrumentelle und sensorische Bewertung der Textur von Fischstabchen. *Deutsche Lebensmittel – Rundschau Hef.*, 2000, **6**, 210-219.
- [19] Siaw C.L., Idrus A.Z., Yu Y.: Intermediate technology for fish craker (Keropok) production. *J. Food Technol.*, 1985, **20**, 17-21.

CONTENT OF *n*-3 LONG-CHAIN POLY-UNSATURATED FATTY ACIDS IN FISH STICKS

S u m m a r y

Long-chain poly-unsaturated fatty acids from *n*-3 (LC-*n*-3 PUFA) are especially important owing to their nutrition value. Their main sources are fish lipids. Fish sticks, constituting the research material searched into in this paper, have both the fish lipids (core) and the plant lipids (batter). The objective of this study was to assess fish fingers available on the Polish market as a source of LC *n*-3 PUFA. Seven products from different manufacturers and made from different ingredients were investigated. The per cent contents of batter and lipids were determined along with the fatty acid composition in batter, core, and in the whole product. It was found that the fish sticks investigated were a poor source of nutritionally significant LC *n*-3 PUFA. They contained from 0.09 to 0.16 g LC *n*-3 PUFA/100 g of the product and had a fat content ranging from 6 to 8 % prior to the final heat treatment (frying). The exception was a D assortment manufactured from fat fish with a content of LC *n*-3 PUFA being ten times higher and a fat content twice as high compared with other fish fingers assessed.

Key words: fish fingers, fish lipids, *n*-3 PUFA ☒