

TOMASZ KRZYWIŃSKI, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI,
GRZEGORZ TOKARCZYK, GRZEGORZ BIENKIEWICZ

OCENA PRZYDATNOŚCI MIĘSA RYB MAŁOCENNYCH DO PRODUKCJI ŻYWNOSCI PRZEKĄSKOWEJ

Streszczenie

Płóć (*Rutilus rutilus*) jest marginalnie wykorzystywana w przemyśle rybnym. Gospodarczo zaliczana jest do ryb małowartościowych pomimo wartości odżywczej jaką charakteryzuje się jej mięso. Celem niniejszej pracy było określenie wpływu dodatku 10 i 20 % mięsa z płoci odkostnionego mechanicznie (MOM), surowego i przemywanego, do ciasta pszennego, na jego przydatność do produkcji przekąski przypominającej tradycyjne solone paluszki.

W paluszkach oznaczono zawartość białka i tłuszczu, profil kwasów tłuszczowych, zawartość błonnika pokarmowego rozpuszczalnego (SDF) i nierozpuszczalnego (IDF) oraz skrobi opornej. Oznaczono również twardość i kruchość paluszków po wypieku. Dodatek MOM z płoci do ciasta wpłynął na zwiększenie zawartości białka ogólnego w paluszkach od około 15 do 30 % (w zależności od wariantu doświadczenia) w porównaniu z próbą kontrolną. Spowodował on również zwiększenie zawartości tłuszczu w produkcie przekąskowym, przy czym najwięcej tłuszczu było w wariantach paluszków z udziałem surowego MOM (odpowiednio: 16,7 i 16,4 %). Zarówno dodatek surowego, jak i przemywanego MOM wpłynął na wzbogacenie paluszków w kwasy tłuszczowe z rodziny *n-3* i *n-6*. We frakcji lipidowej paluszków dominowały głównie kwasy: oleinowy (C 18:1 *n-9*) – średnio 56 %, linolowy (C 18:2 *n-6*) – średnio 20 % oraz α -linolenowy (C 18:3 *n-3*) – średnio 10 %. Podczas wypieku paluszków nastąpił przyrost zawartości skrobi opornej od 7,7 do 17,0 % (w zależności od wariantu doświadczenia). Paluszki o wyższej jakości (zwłaszcza pod względem tekstury) uzyskano z przemywanego MOM, jednak zarówno surowe, jak i przemywane mięso odkostnione mechanicznie z płoci stanowi dobry surowiec do produkcji wyrobów przekąskowych o dużej zawartości białka i korzystnym profilu kwasów tłuszczowych.

Słowa kluczowe: ryby małowartościowe, płóć, żywność przekąskowa, kwasy tłuszczowe *n-3* i *n-6*, skrobia oporna, błonnik pokarmowy, kruchość, twardość

Dr inż. T. Krzywiński, dr inż. G. Tokarczyk, Katedra Technologii Żywności, dr inż. Z. Domiszewski, dr inż. G. Bienkiewicz, Zakład Towaroznawstwa i Oceny Jakości, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin.
Kontakt: krzywy-t@o2.pl

Wprowadzenie

Spożywanie ryb w poszczególnych krajach uwarunkowane jest względami kulturowymi, dietą oraz zwyczajami i tradycjami konsumenckimi [22, 25]. W Polsce ryby spożywa się nadal okazjonalnie i są to głównie ryby morskie. Wyjątkowo mała jest konsumpcja ryb słodkowodnych. Najczęściej jest to karp spożywany głównie w okresie świąt Bożego Narodzenia [31]. Ryby słodkowodne odławiane z zalewów są jednak atrakcyjnym produktem, mogącym poszerzyć asortyment wyrobów przemysłu rybnego. Połowy ryb słodkowodnych rozkładają się dość równomiernie w cyklu rocznym, chociaż występują okresowe zakazy połowów, zwłaszcza w czasie tarła. Nie dotyczy to jednak ryb gatunków uznawanych za mało wartościowe pod względem technologicznym lub przemysłowym, które określane są jako „małocenne” lub jako „chwast rybny” [35]. Już w latach 90. XX w. FAO podejmowało temat wykorzystywania przez przetwórstwo rybne mniej cennych gatunków ryb i zastępowania nimi gatunków tradycyjnych, dziś mało już dostępnych [9].

Gatunki takich ryb, jak: płoć (*Rutilus rutilus*), krąp (*Blicca bjoerkna*), rozpiór (*Abramis ballerus*), jazgarz (*Gymnocephalus cernuus*) czy ukleja (*Alburnus alburnus*), określane potocznie „drobnicą”, stanowią od 25 do 40 % masy odłowów całkowitych w polskich jeziorach przez gospodarstwa rybackie. Dotychczas nie ma technologii racjonalnego wykorzystania tego rodzaju surowca w Polsce [21].

Mięso płoci charakteryzuje się dużą zawartością białka (ok. 20 g/100 g mięsa) oraz niską kalorycznością (ok. 94 kcal/100 g mięsa), co wiąże się z małą ilością tłuszczu (średnio 1,5 g/100 g mięsa). Dodatkowo zawiera dużo potasu (330 mg/100 g mięsa), fosforu (252 mg/100 g mięsa) oraz wapnia (96 mg/100 g mięsa) [4]. Skład i profil kwasów tłuszczowych również może decydować o jej przydatności. Frakcja lipidowa mięsa płoci zawiera ok. 30 % PUFA, w tym ok. 11 % to DHA (kwas dokozaheksaenowy), a ok. 8 % to EPA (kwas eikozapentaenowy). W przeliczeniu na 100 g mięsa ilość kwasu DHA wynosi ok. 150 mg, a kwasu EPA ok. 110 mg, jakkolwiek przed okresem tarła może wynieść odpowiednio: ok. 400 mg i 250 mg [2]. Dodatkowo za wykorzystaniem płoci przemawia powszechna dostępność w wodach słodkich (jeziora, stawy, rzeki), łatwość w dostawie w zależności od regionu kraju, niska cena, brak limitów połowowych oraz brak okresów ochronnych podczas tarła. Jednym ze sposobów wykorzystania płoci może być produkcja farszu otrzymanego metodą mechanicznej separacji (MOM), umożliwiającej dokładne oddzielenie mięsa od skóry, kości i ości z dalszym przeznaczeniem do wykorzystania w przemyśle rybnym. Płoć (sortyment S i M) charakteryzuje się dużą wydajnością tusz wynoszącą ponad 70 % w stosunku do masy całej ryby. Po separacji tusz wydajność farszu sięga ok. 65 %, co stanowi 48 % w stosunku do całej masy ryby [15]. Uzyskane MOM można poddawać różnym modyfikacjom fizycznym np. przemywaniu, dzięki czemu usuwa się białka sarkoplazmatyczne, hemoglobinę oraz enzymy własne. Zabieg ten w znacznym stopniu poprawia barwę

farszu, który może być wykorzystany do produkcji wyrobów przekąskowych. Do najczęściej spożywanych i lubianych przekąsek zaliczyć można chipsy ziemniaczane, chrupki oraz solone paluszki [17].

Celem pracy było określenie wpływu dodatku 10 i 20 % MOM surowego i przemywanego z płoci do ciasta drożdżowego na jego przydatność do produkcji przekąski przypominającej tradycyjne solone paluszki.

Materialy i metody badań

Płocie (*Rutilus rutilus* L.) odłowiono w Zalewie Szczecińskim i dostarczono do laboratorium w stanie zalodowanym, w skrzynkach ze spienionego polistyrenu (Atlantic Styro A/S) o pojemności 25 kg, zgodnie z normą PN-74/A-86761 [26], w ciągu 7 godzin od momentu wyłowienia. Po odlodowaniu i odrzuceniu osobników niewymiarowych lub uszkodzonych mechanicznie, płoć odgławiano cięciem prostym, patroszono i myto. Po opłukaniu w bieżącej wodzie tusze układano na perforowanych tacach grzbietem do góry i pozostawiano na 20 min w celu odcieknięcia. Po wykonaniu tych czynności tusze przepuszczano przez separator bębnowy typu NF 13DX (Bibun, Japonia) o średnicy otworów w bębnie 4 mm, a następnie poddawano doczyszczaniu w separatorze ślimakowym (Steinerze) typu SUM 420 (Bibun, Japonia) o średnicy otworów w sicie 2,5 mm. W ten sposób otrzymano czyste mechanicznie odkostnione mięso (MOM). Przemycanie MOM wykonywano dwukrotnie wodą wodociągową o temp. $5 \div 7$ °C w stosunku wagowym 1 : 3 (MOM : woda) w ciągu 10 min, a następnie w celu usunięcia nadmiaru wody wirowano w wirówce koszonej typu 16 x 10 KEW (Bibun, Japonia).

Przekąskę otrzymywano poprzez połączenie surowego lub przemywanego MOM z płoci (w ilości 10 i 20 %) z mąką pszenną (część mąki pszennej w zależności od wariantu zastąpiono odpowiednią ilością MOM) oraz dodatkiem drożdży (2 %), proszku do pieczenia (2 %), soli (1,5 %) i oleju (13 %). W celu uzyskania odpowiedniej konsystencji do produktu dodawano wodę. Wszystkie składniki mieszano i wytłaczano w wytłaczarce do makaronów typu P3 (La Monferrina, Włochy), ze zmodyfikowaną matrycą do wytłaczania. Po wytłoczeniu paluszków ciasto poddawano rozrostowi w temp. 32 °C przez 15 min, w komorze Unox S.P.A., typ XL 091 (Włochy), a następnie wypiekano w piecu elektrycznym Unox S.P.A., typ XF (Włochy) w temp. 220 °C przez 7 min. Wykonano 5 wariantów modelowych paluszków.

W paluszkach oznaczano zawartość: wody metodą suszarkową, azotu ogólnego – metodą Kjeldahla oraz tłuszczu całkowitego – metodą ekstrakcji eterem wg AOAC 1990 [1]. Zawartość błonnika pokarmowego oznaczano zgodnie z PN-A-79011-15 [27], natomiast skrobi opornej – jako frakcję błonnika pokarmowego nierozpuszczalnego według metody Champa [3]. Określano również skład i profil kwasów tłuszczowych w wypieczonych paluszkach metodą chromatografii gazowej według metodyki opisaną przez Domiszewskiego i Bienkiewicza [6]. Interpretację jakościową chroma-

togramów prowadzono porównując czas retencji poszczególnych estrów metylowych kwasów tłuszczowych (EMKT) badanej próbki z czasem retencji analogicznych wzorców EMKT firmy Sigma (Lipid Standard). Wszystkie analizy fizykochemiczne wykonywano w trzech powtórzeniach. Twardości i kruchość otrzymanych przekąsek oznaczano za pomocą aparatu Texture Analyser – XT2/25[®] firmy Stable Micro Systems[®] (Anglia), sprzężonego z komputerem PC za pomocą własnej karty rozszerzeń. Zastosowano test łamliwości przekąsek o następujących warunkach: prędkość trzpienia w czasie testu: 1,0 mm·s⁻¹, dystans pracy trzpienia: 5 mm, wartość progowa: 0,005 N, próbkowanie: 200 pkt·s⁻¹. Wykonano 8 - 10 pomiarów każdej próby. Twardość określano jako maksymalną siłę potrzebną do złamania produktu (wierzchołek pik), natomiast kruchość jako pierwszy górny wierzchołek obciążenia podczas ściskania próby w momencie naruszania jej struktury [19, 34].

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica 9.0, testem Tukeya HSD, na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Dodatek surowego MOM znacząco wpłynął na zwiększenie zawartości białka w wypieczonych paluszkach w porównaniu z próbą kontrolną (tab. 1). Natomiast paluszki z dodatkiem przemywanego MOM charakteryzowały się nieznacznie mniejszą zawartością białka w gotowym produkcie w porównaniu z pozostałymi próbkami z dodatkiem MOM. Spowodowane to było usunięciem białek sarkoplazmatycznych w czasie przemywania MOM z płoci [16]. Największą zawartością białka charakteryzował się wariant C (13,75 %) oraz E (13,69 %). Dodatek 20 % surowego oraz przemywanego MOM (wariant C i E) zwiększył zawartość białka o ponad 30 % w porównaniu z próbą kontrolną. Z kolei dodatek 10 % surowego MOM (wariant B) do ciasta zwiększył zawartość białka w paluszkach o ok. 20 %, a 10-procentowy dodatek przemywanego MOM (wariant D) – o ponad 15 %. Yu i Kaur [36] wykorzystywali mięso trzozona indyjskiego (*Decapterus russelli* Rupp) w ilości 16 % do wytwarzania biszkoptów rybnych. Tak wzbogacone biszkopki charakteryzowały się dużą zawartością białka (21,5 %) oraz tłuszczu (23,9 %). Z kolei Wianecki [33] wytwarzał przekąski skrobiowe wzbogacone w mięso ryb, wykorzystując ekstruzję ciepłą (pośrednią). Stosował MOM z płoci, leszcza oraz dorsza w ilości 30 % z nośnikami skrobiowymi. Autor stwierdził, że dodatek mięsa ryb powodował wzrost zawartości białka w gotowych ekstrudatach od kilku do kilkudziesięciu procent. Gotowe ekstrudaty z dodatkiem MOM z płoci zawierały 10,42 % białka, z MOM z leszcza – 9,80 % a z MOM dorsza – 9,73 %. Kołakowska i Kołakowski [14] sugerują, że białko ryb z powodzeniem może być wykorzystywane do uzupełniania składu białek mniej wartościowych, np. roślinnych. King [12] podkreśla szerokie zastosowanie mięsa odkostnionego z ryb małowartościowych do produkcji ciasteczek rybnych jako przekąski zawierającej pełnowartościowe białko.

Tabela 1. Skład chemiczny paluszków wypieczonych z ciasta pszennego z dodatkiem MOM oraz skład użytych surowców podstawowych [%].
Table 1. Chemical composition of sticks baked from wheat flour dough with MSR and composition of basic components used [%].

Wariant Variant	Białko Protein	Tłuszcz Fat	Woda Water	Zw. miner. w postaci popiołu Mineral com- pounds in form of ash	Błonnik pokarmowy Dietary fibre			Błonnik ogółem Total fibre
					Rozpuszczalny Soluble (SDF)	Nierozpuszczalny Insoluble (IDF)	Skrobia oporna Resistant starch	
A	9,22 ^a ± 0,12	12,61 ^a ± 0,13	5,37 ^a ± 0,14	3,02 ^a ± 0,28	0,60 ^a ± 0,04	3,10 ± 0,02	0,32 ± 0,04	4,02 ± 0,01
B	11,45 ^b ± 0,11	16,73 ± 0,24 ^b	4,57 ± 0,10	3,20 ± 0,30 ^b	0,68 ± 0,02 ^b	2,35 ^a ± 0,03	0,27 ^{ab} ± 0,02	3,30 ± 0,02
C	13,75 ^{bc} ± 0,18	16,45 ^b ± 0,38	5,40 ± 0,24 ^a	3,22 ± 0,07 ^b	0,56 ± 0,02 ^a	2,90 ± 0,03 ^b	0,26 ^{ab} ± 0,04	3,72 ± 0,02
D	11,18 ^b ± 0,07	12,50 ^a ± 0,51	5,24 ± 0,11 ^a	3,05 ^a ± 0,12	0,62 ^a ± 0,02	2,92 ± 0,03 ^b	0,28 ^a ± 0,03	3,82 ^a ± 0,01
E	13,69 ^{bc} ± 0,40	11,11 ± 0,03	5,29 ^a ± 0,16	3,29 ^b ± 0,05	0,58 ^a ± 0,04	2,95 ^b ± 0,02	0,29 ^a ± 0,02	3,82 ^a ± 0,02
MOM MSR	19,5 ^b ± 0,29	2,12 ± 0,50	76,8 ± 0,15	1,27 ± 0,05	-	-	-	-
MOM przemywane Washed MSR	14,5 ^{bcd} ± 0,36	1,66 ± 0,13	83,8 ± 0,23	0,55 ^c ± 0,02	-	-	-	-
Mąka pszenna Wheat flour	9,15 ^a ± 0,08	-	14,37 ± 0,15	0,53 ^c ± 0,02	0,42 ± 0,04	2,95 ^b ± 0,04	0,24 ^b ± 0,02	3,61 ± 0,01

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A – próba kontrolna (bez dodatku MOM) / Control sample (without MSR added); B – paluszki z dodatkiem 10 % MOM / sticks with 10 % of MSR added; C – paluszki z dodatkiem 20 % MOM / sticks with 20% of MSR added; D – paluszki z dodatkiem 10 % przemywanego MOM / sticks with 10% of washed MSR added; E – paluszki z dodatkiem 20 % przemywanego MOM / sticks with 20 % of washed MSR added; wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation/ mean value ± standard deviation; n = 3; a, b, c – wartości średnie w kolumnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in column and denoted using the same letters do not differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.

Dodatek MOM spowodował zwiększenie zawartości tłuszczu w produkcie, stąd najwięcej było go w wariantach B i C (odpowiednio: 16,7 i 16,4 %). Proces przemiany mięsa wpłynął natomiast na zmniejszenie zawartości tłuszczu w porównaniu z innymi wariantami oraz próbą kontrolną (wariant A) (tab. 1).

Tabela 2. Zawartość kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej paluszków wypieczonych z ciasta pszennego z dodatkiem MOM [g/100 g lipidów].

Table 2. Contents of fatty acids in lipid fraction of sticks baked from wheat flour dough with MSR added [g/100 g of lipids].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Warianty prób / Sample variants				
	A	B	C	D	E
C 14:0	0,040	0,070 ^a	0,070 ^a	0,055	0,071 ^a
C 16:0	5,170	5,412 ^a	5,412 ^a	5,405 ^a	5,534
C 16:1	0,210	0,469 ^a	0,469 ^a	0,335	0,541
C 18:0	1,615 ^a	1,607 ^a	1,607 ^a	1,580 ^b	1,582 ^b
C 18:1 <i>n-9</i>	56,640	56,181 ^a	56,181 ^a	56,335	56,097 ^a
C 18:1 <i>n-11</i>	3,840	4,121 ^a	4,121 ^a	4,115 ^a	4,146
C 18:2 <i>n-6</i>	21,015	20,795 ^a	20,795 ^a	20,960	20,767 ^a
C 20:0	0,590	0,545 ^a	0,545 ^a	0,530 ^b	0,533 ^a
C 18:3 <i>n-3</i>	10,220 ^a	10,218 ^a	10,218 ^a	10,120	10,081
C 22:0	0,335	0,307 ^a	0,307 ^a	0,290 ^b	0,294 ^b
C 22:1	0,330	0,303 ^a	0,303 ^a	0,280 ^b	0,278 ^a
EPA <i>n-3</i>	-	0,027 ^a	0,027 ^a	0,027 ^a	0,020
DHA <i>n-3</i>	-	0,024 ^a	0,024 ^a	0,024 ^a	0,057
<i>n-6</i> PUFA	21,015	20,795 ^a	20,795 ^a	20,96	20,77 ^a
<i>n-3</i> PUFA	10,22	10,27 ^a	10,27 ^a	10,12	10,16
<i>n-6/n-3</i>	0,486	0,493^a	0,493^a	0,482	0,489

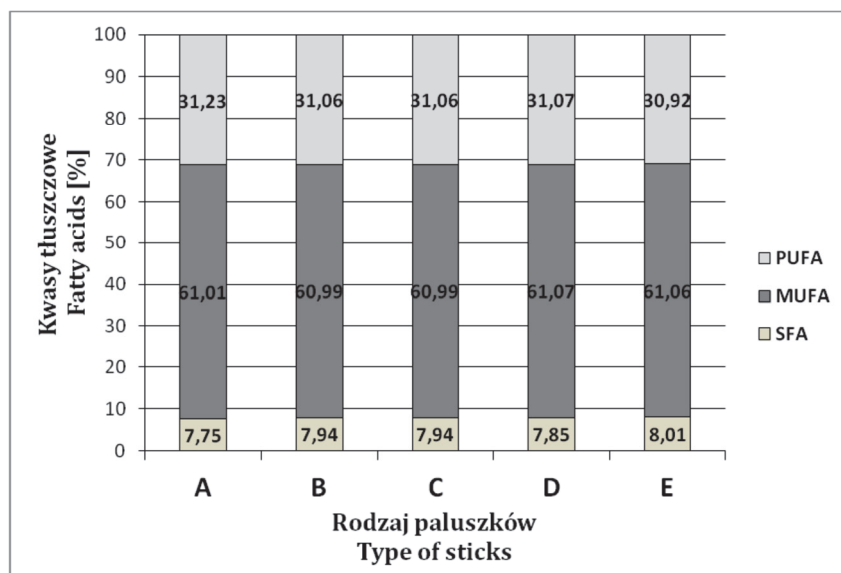
Objaśnienie: / Explanatory note:

a, b, c – wartości średnie w wierszu oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in row and denoted with the same letters do not differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.

We frakcji lipidowej paluszków dominowały głównie kwasy: oleinowy (C 18:1 *n-9*) – średnio 56 %, linolowy (C 18:2 *n-6*) – średnio 20 % oraz α -linolenowy (C 18:3 *n-3*) – średnio 10 % (tab. 2). Tavella i wsp. [32] oznaczyli zawartość kwasów tłuszczowych w paluszkach o smaku serowym, krakersach, ciastkach, chrupkach kukurydzianych oraz chipsach ziemniaczanych i stwierdzili podobną tendencję. Dodatek komponentu w postaci mięsa rybnego wpłynął również na końcową zawartość EPA i DHA

w przekąskach. Największą zawartość EPA oznaczono w wariantach B, C oraz D (po 0,027 g/100 g lipidów). Z kolei największą zawartość DHA stwierdzono w wariantach E (0,057 g/100 g lipidów) (tab. 2).

W wypieczonych paluszkach stwierdzono korzystny stosunek kwasów tłuszczowych *n-6* do *n-3*, wynoszący od 0,482 do 0,493 (tab. 2). Radzymińska i wsp. [28] badali stosunek kwasów tłuszczowych z rodziny *n-6* do *n-3* oraz udział poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu całodziennych posiłków dzieci (wiek 10 - 12 lat), uczniów (wiek 13 - 15 lat) i studentów (wiek 19 - 25 lat), w zależności od rodzaju diety (wiosenna lub jesienna). Autorzy stwierdzili w posiłkach nieprawidłowy stosunek kwasów z rodziny 18:2 *n-6* do 18:3 *n-3*, co może być przyczyną niedoborów, jak również zaproponowali wzbogacanie całodziennych posiłków dzieci i młodzieży w ryby, będące źródłem wielonienasyconych kwasów z rodziny *n-3*.



Rys. 1. Udział poszczególnych grup kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej paluszków wypieczonych z ciasta pszennego z dodatkiem MOM.

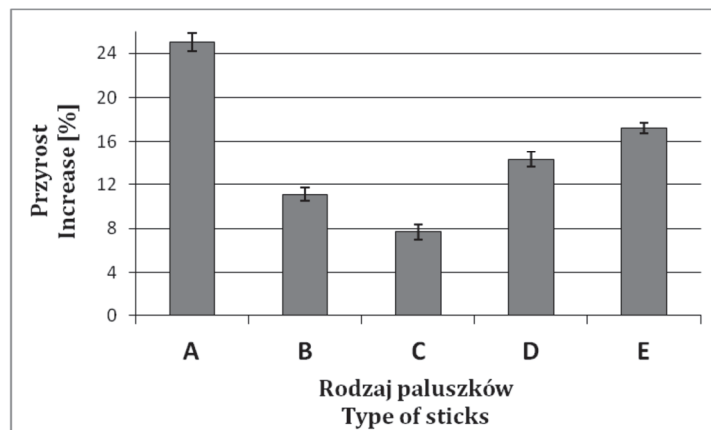
Fig. 1. Percent content of individual groups of fatty acids in the lipid fraction of sticks made from wheat flour dough with MSR added.

Paluszki charakteryzowały się małą zawartością SFA (nasyconych kwasów tłuszczowych) we frakcji tłuszczowej, wynoszącą średnio $7,9 \pm 0,1$ %, natomiast dużą zawartością MUFA (jednonienasyconych kwasów tłuszczowych) – ok. $61 \pm 0,03$ %. Zawartość PUFA (wielonienasyconych kwasów tłuszczowych) wynosiła ok. $31 \pm 0,1$ % (rys. 1). Daniewski i wsp. [5] wykazali, że zawartość SFA w wyrobach ciastkarskich kształtowała się w granicach $24,5 \div 72,4$ %, MUFA – $16,3 \div 64,7$ %, a PUFA –

2,60 ÷ 40,4 %. Parcerisa i wsp. [23] badali skład kwasów tłuszczowych w przekąskowych produktach cukierniczych (pączki, pączki z czekoladą, herbatniki czekoladowe i ciastka czekoladowe) i stwierdzili dużą zawartość SFA, wynoszącą od 45,65 % (pączki) do 74,54 % (herbatniki czekoladowe). Zawartość MUFA kształtowała się od 11,67 % (herbatniki czekoladowe) do 34,97 % (pączki), natomiast zawartość PUFA od 6,58 % (pączki nadziewane czekoladą) do 11,11 % (pączki). Z kolei San Juan [29] poddał analizie chipsy ziemniaczane, chrupki serowe, popcorn, ciastka i herbatniki. Oznaczona przez niego zawartość SFA w chipsach ziemniaczanych wynosiła 24 %, w chrupkach serowych – 51 %, w popcornie – 12 %, a w herbatnikach i ciastkach – ponad 60 %. Udział MUFA we frakcji tłuszczowej badanych produktów wynosił: w chipsach ziemniaczanych – 29 %, w chrupkach serowych – 23 %, w popcornie – 36 %, w ciastkach – 31 %, herbatniki – 28 %. Zawartość PUFA stanowiła odpowiednio [%]: 45, 24, 51, 25 oraz ponad 8.

Mąka użyta w doświadczeniu zawierała 3,27 g błonnika pokarmowego całkowitego w 100 g produktu, z czego 2,35 g/100 g produktu stanowiła frakcja nierozpuszczalna, a 0,68 g/100 g frakcja rozpuszczalna, co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez innych badaczy [11]. Mąka pszenna, poza błonnikiem, zawierała śladowe ilości skrobi odpornej (0,24 g/100 g produktu). Podobną zawartość skrobi odpornej w mące pszennej oznaczyli m.in. Goñi i wsp. [10] oraz Piecyk i wsp. [24]. Obecnie za skrobię oporną uważa się tę frakcję, która nie ulega strawieniu przez enzymy amylolityczne w ciągu 16 h. Skrobia oporna ma właściwości fizjologiczne podobne do błonnika pokarmowego, tj. zwiększa masę i objętość kału, skraca czas przejścia treści przez przewód pokarmowy i obniża poziom glukozy we krwi [8]. Czynniki sprzyjające powstawaniu skrobi odpornej to rodzaj obróbki termicznej (pieczenie, smażenie, gorąca ekstruzja) oraz czas i cykle ogrzewania [18]. Największą zawartość skrobi odpornej zaobserwowano w próbie kontrolnej A (0,32 g/100 g produktu). W pozostałych wariantach jej ilość była zbliżona i wynosiła od 0,26 g/100 g produktu (wariant C i E) do 0,28 g/100 g produktu (wariant D). Wariant B zawierał 0,27 g/100 g produktu skrobi odpornej. Znacznie większe ilości skrobi odpornej oznaczyli Marlett i Longacre [20] w ciastkach, herbatnikach i babeczkach (muffinkach). Zawartość tego składnika w herbatnikach i babeczkach wyniosła ok 1g/100 g produktu, natomiast w ciastkach – ok. 1,79 g/100 g produktu.

We wszystkich wariantach po wypieku zaobserwowano zwiększenie skrobi odpornej w ilości od kilku do kilkunastu procent w porównaniu z mąką pszenną (rys. 2). Największy przyrost skrobi odpornej zaobserwowano w wariacie A (25 %). W pozostałych wariantach jej przyrost był mniejszy i wyniósł od 7,7 % (wariant C), 11,1 % (wariant B), 14,3 % (wariant D) do ponad 17 % (wariant E). Warianty B i C charakteryzowały się najmniejszym przyrostem skrobi odpornej. Można to tłumaczyć



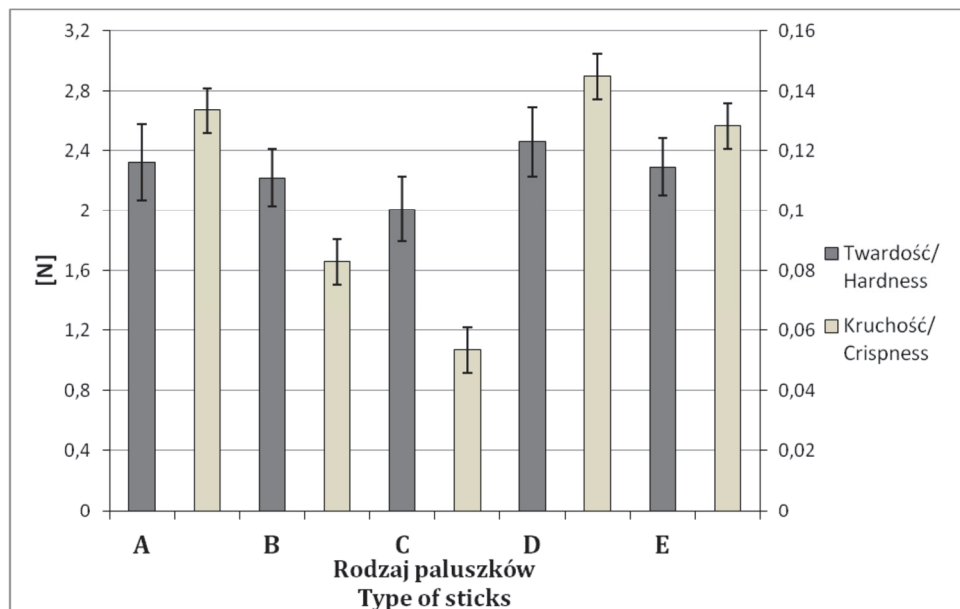
Rys. 2. Przyrost skrobi odpornej w paluszkach wypieczonych z ciasta pszennego z dodatkiem MOM.

Fig. 2. Increase in content of resistant starch in sticks baked from wheat flour dough with MSR added.

obecnością lipidów. Dodatek tłuszczu do mąki wpływa na hamowanie przyrostu skrobi odpornej po wypieku produktu [7]. Warianty B i C, w których wystąpił najmniejszy przyrost skrobi odpornej, charakteryzowały się największą zawartością tłuszczu po wypieku w porównaniu z pozostałymi wariantami.

Twardość jest parametrem bardzo często oznaczanym w badaniach produktów spożywczych, a przy ocenie wyrobów przekąskowych jest jedną z najważniejszych cech, określających ich przydatność konsumpcyjną. Twardość produktów przekąskowych powinna być jak najmniejsza, ponieważ wpływa ona na wysoką kruchość wyrobów [30]. Większy dodatek surowego MOM wpłynął na zmniejszenie twardości paluszków, przez co były one bardziej kruche w porównaniu z innymi próbami (rys. 3). Największą twardością charakteryzował się wariant D (2,45 N), a najmniejszą – C (2,00 N). Z kolei warianty A, B oraz E charakteryzowały się podobną twardością, wynoszącą odpowiednio [N]: 2,32, 2,21 i 2,29.

Dodatek surowego MOM powodował zmniejszenie kruchości w porównaniu z pozostałymi wariantami (rys. 3). Wariant C i B charakteryzowały się najmniejszą kruchością (odpowiednio: 0,05 i 0,08 N). Wartości kruchości pozostałych wariantów były zbliżone i wyniosły: A – 0,13N, D – 0,14 N i E – 0,12 N.



Rys. 3. Twardość i kruchość paluszków wypieczonych z ciasta pszennego z dodatkiem MOM.

Fig. 3. Hardness and crispness of sticks baked from wheat flour dough with MSR added.

Mała kruchość paluszków z dodatkiem surowego MOM może wynikać z szybszej denaturacji białek mięsa ryb w stosunku do szybkości kleikowania skrobi. Temperatura kleikowania skrobi pszennej wynosi ok. 57 °C [13], natomiast denaturacja białek mięsniowych ryb zachodzi w temp. 35 ÷ 55 °C [16]. MOM denaturuje szybciej, w związku z czym nie jest możliwa interakcja i „wytworzenie” się wiązań między skrobią a białkami zawartymi w MOM.

Wnioski

1. Dodatek mięsa odkostnionego mechanicznie (MOM) z płoci do ciasta pszennego wpłynął na zwiększenie zawartości białka ogólnego w paluszkach – od ok. 15 do 30 % w porównaniu z próbą kontrolną.
2. Dodatek surowego i przemywanego MOM wpłynął na zwiększenie profilu kwasów tłuszczowych paluszków, wzbogacając je w kwasy z rodziny *n-3* oraz *n-6*.
3. Przyrost zawartości skrobi odpornej podczas wypieku paluszków wyniósł od kilku do kilkunastu procent.
4. Dodatek surowego MOM przyczynił się do zmniejszenia twardości oraz kruchości paluszków w porównaniu z pozostałymi próbami, natomiast MOM poddany płukaniu zwiększył twardość, ale wpłynął na poprawę kruchości paluszków.

5. MOM z płoci stanowi dobry surowiec do produkcji wyrobów przekąskowych. Paluszki o wyższej jakości można uzyskać z przemyszanego MOM.

Część wyników prezentowana była podczas Konferencji Naukowej „Współczesne trendy w technologii żywności. Od żywności tradycyjnej do prozdrowotnej”, Poznań 26 - 27 września 2012 r.

Praca naukowa współfinansowana z Europejskiego Funduszu Społecznego i Budżetu Państwa Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki 2007 - 2013 w ramach projektu „Inwestycja w wiedzę motorem rozwoju innowacyjności w regionie”.

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 1990.
- [2] Bienkiewicz G., Domiszewski Z., Kuszyński T.: Ryby słodkowodne jako źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT. *Magazyn Przem. Ryb.*, 2008, **3 (63)**, 58-59.
- [3] Champ M.: Determination of resistant starch in foods and food products: interlaboratory study. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1992, **2 (46) Supl.**, 51-62.
- [4] Czerwińska D.: Na ryby. *Przegl. Gastron.*, 2005, **6**, 6.
- [5] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzyński B., Pawlicka M., Balas J., Filipek A., Cierpikowska M.: Oszacowanie dziennego spożycia kwasów tłuszczowych w przeciętnej polskiej racji pokarmowej. *Żyw. Człow. Met.*, 1999, **26 (1)**, 23-33.
- [6] Domiszewski Z., Bienkiewicz G.: Porównanie metod przygotowania estrów metylowych kwasów tłuszczowych wg AOAC oraz metodą bezpośrednią przy oznaczaniu składu kwasów tłuszczowych tkanki mięsnej ryb. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin.*, 2010, **16**, 19-30.
- [7] Eerlingen, R.C., Cillen, G., Delcour, J.A.: Enzyme-resistant starch. IV. Effect of endogenous lipids and added sodium dodecyl sulfate on formation of resistant starch. *Cereal Chem.*, 1994, **71 (2)**, 170-177.
- [8] Englyst H.N., Kingman S.M., Hudson G.J., Cummings J.H.: Measurement of resistant starch *in vitro* and *in vivo*. *Brit. J. Nutr.*, 1996, **75**, 749-755.
- [9] FAO: The state of World Fisheries and Agriculture. FAO Fisheries Department. Rome. 1995, pp. 1-45.
- [10] Goñi I., García-Diz L., Mañas E., Saura-Calixto F.: Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chem.*, 1996, **56 (4)**, 445-449.
- [11] Kawka A., Górecka D.: Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego z udziałem zakwasów fermentowanych starterem LV2. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **3 (70)**, 44-55.
- [12] King M.A.: Development and sensory acceptability of crackers made from the big-eye fish (*Brachydeuterus auritus*). *Food Nutr. Bull.*, 2002, **23 (3)**, 317-320.
- [13] Koj F.: Podstawy technologii gastronomicznej. WPL, Warszawa 1968.
- [14] Kołakowska A., Kołakowski E.: Szczególne właściwości żywieniowe ryb. *Przem. Spoż.* 2001, **6**, 10-13.
- [15] Kołakowski E., Gazela B., Jabłonowska I., Bortnowska G., Wianecki M.: Przydatność technologiczna leszcza i płoci do otrzymywania mechanicznie odkostnionego mięsa i wędlin rybnych. XXVIII

- Sesja Naukowa Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN. „Postępy w technologii i chemii żywności”. 1997, Gdańsk, 9-11 września, s. 192.
- [16] Kołakowski E.: *Technologia farszów rybnych*. PWN, Warszawa 1986.
- [17] Krzywiński T., Tokarczyk G.: Słone i pikantne przekąski na rynkach Polski i świata. *Przem. Spoż.* 2011, **5**, 47-50.
- [18] Kumari M., Urooj A., Prasad N.N.: Effect of storage on resistant starch and amylose content of cereal-pulse based ready-to-eat commercial products. *Food Chem.*, 2007, **102**, 1425-1430.
- [19] Lewicki P. P., Marzec A., Kuropatwa M.: Influence of water activity on texture of corn flakes. *Acta Agrophysica*, 2007, **9 (1)**, 79-90.
- [20] Marlett J.A., Longacre M.J.: Comparison of in vitro and in vivo measures of resistant starch in selected grain products. *Cereal Chem.*, 1996, **1 (73)**, 63-68.
- [21] Mickiewicz M.: Problem zagospodarowania ryb małowcennych w jeziorowych gospodarstwach rybactkich. *Magazyn Przem. Ryb.*, 2000, **1 (13)**, 47-49.
- [22] Neely EA, Lee Y, Lee SY.: Drivers of liking for soy-based Indian-style extruded snack foods determined by U.S. and Indian consumers. *J. Food Sci.*, 2010, **6 (75)**, 292-299.
- [23] Parcerisa J., Codony R., Boatella J., Rafecas M.: Fatty acids including *trans* content of commercial bakery products manufactured in Spain. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 2040-2043.
- [24] Piecyk M., Kulka D., Worobiej E.: Charakterystyka i wartość odżywcza ziarna orkisz i produktów orkiszowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, **3**, 247-251.
- [25] Pieniak Z., Verbeke W., Scholderer J., Brunsø K., Olsen S. O.: Impact of consumers' health beliefs, health involvement and risk perception on fish consumption: A study in five European countries. *Brit. Food J.*, 2008, **110 (9)**, 898-915.
- [26] PN-74/A-86761: 1974: Ryby świeże. Chłodzenie lodem wodnym.
- [27] PN-A-79011-15:1998: Koncentraty spożywcze. Metody badań. Oznaczanie zawartości błonnika pokarmowego.
- [28] Radzymińska M., Borejszo Z., Smoczyński S., Kurzyńska M.: Skład kwasów tłuszczowych w całodziennych posiłkach dzieci, uczniów i studentów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2 (43)**, 118-125.
- [29] San Juan P.M.F.: Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food. *J. Food Comp. Anal.*, 2000, **13**, 275-281.
- [30] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem. Spoż.*, 2000, **10**, 12-17.
- [31] Szymandera-Buszka K., Jędrusek-Golińska A., Górecka D., Ankiewicz M.: Charakterystyka spożycia ryb jako źródła jodu. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008, **3**, 319-322.
- [32] Tavella, M. Peterson G., Espeche M., Cavallero E., Cipolla L., Perego L., Caballero B.: *Trans* fatty acid content of a selection of foods in Argentina. *Food Chem.*, 2000, **2 (69)**, 209-213.
- [33] Wianecki M.: Evaluation of fish and squid meat applicability for snack food manufacture by indirect extrusion cooking. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2007, **6 (4)**, 29-44.
- [34] Wójtowicz A., Baltyn P.: Ocena wybranych cech jakościowych popularnych przekąsek ziemniaczanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2 (47)**, 112-123.
- [35] Wołoszyk W., Borzochowski M.: Czy jazgarz może być rybą wartościową? *Magazyn Przem. Rybn.* 1998, **4 (8)**, 46-48.
- [36] Yu S.Y., Kaur R.: Development of fish biscuits from Round Scand (*Decapetus russelli* Rupp.). Indo-Pacific Fishery Commission. Working Party on Fish Technology and Marketing. Yogyakarta (Indonesia), 24 - 27 Sep 1991. *FAO Raport 1992*, 470 **Supl.**, 305-313.

ASSESSING USEFULNESS OF LOW-VALUE FISH IN PRODUCING SNACK FOODS

S u m m a r y

Roach (*Rutilus rutilus*) is marginally utilized in the fish industry. Despite its nutritional value, from the economic point of view, it is classified into a low-value fish group. The objective of the research study was to determine the effect of a 10 and 20 % addition of mechanically separated roach (MSR), both raw and washed and added to the wheat flour dough, on the usefulness of that dough when manufacturing snacks resembling traditional salty sticks. In the fish sticks produced, the following was determined: contents of protein and fat, profile of fatty acids, content of soluble dietary fibre (SDF) and insoluble dietary fibre (IDF), and resistant starch. The hardness and crispness of the sticks baked were also determined. The addition of MSR to the dough caused the content of total protein in the sticks to increase by ca. 15 to 30 % (depending of the experiment variant) compared to the control sample. Furthermore, it caused the content of fat in the snack product to increase; the highest amount of fat was determined in the stick variants produced using the raw MSR (16.7 and 16.4, respectively). The addition of both the raw and the washed MSR enriched the sticks with *n-3* and *n-6* fatty acids. In the lipid fraction of the sticks, the mainly prevailing acids were: oleic acid (C18:1 *n-9*), 56 % on average; linoleic acid (C18:2, *n-6*), 20 % on average; and α -linoleic acid (C18:3 *n-3*), 10 % on average. While the sticks were baked, the content of resistant starch increased from 7.7 to 17.0 % (depending on the experiment variant). The quality of the sticks produced from the washed MSR was higher (especially as regards their texture); however, both the raw and the deboned roach fish constitutes a good raw material for manufacturing snack foods with a high content of protein and a beneficial profile of fatty acids.

Key words: low-value fish, roach, snack food, *n-3* and *n-6* fatty acids, resistant starch, dietary fibre, hardness, crispness ☒