

Dr inż. Bogusław PAWLIKOWSKI
Dr inż. Olga SZULECKA
Zakład Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa
Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy w Gdyni

WPŁYW SKŁADU SUROWCOWEGO NA KSZTAŁTOWANIE WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNYCH FARSZÓW ZE ŚLEDZI BAŁTYCKICH®

W prezentowanej w artykule pracy badawczej przedstawiono wpływ składu surowcowego na właściwości reologiczne modelowych prób farszów ze śledzi bałtyckich o obniżonej przydatności technologicznej. Badania reologiczne przeprowadzone zostały metodą profilowania tekstury (Texture Profile Analysis) w wersji instrumentalnej. Stwierdzono, że dodatek mięsa łososi lub mięsa karpia do farszu ze śledzi bałtyckich w zróżnicowany sposób wpływał na wielkości wycieku termicznego oraz parametry reologiczne, w tym na twardość, spoistość i sprężystość. Zbadane korelacje i zależności wykazały, że istnieją możliwości optymalizacji właściwości fizykochemicznych i parametrów reologicznych farszów ze śledzi bałtyckich o obniżonej przydatności technologicznej, poprzez określony dodatek mięsa innych gatunków ryb.

Słowa kluczowe: farsz śledziowy, wyciek termiczny, tekstura.

WSTĘP

Jednym z podstawowych problemów krajowego przetwórstwa rybnego jest racjonalne wykorzystanie i efektywne zagospodarowanie kwot połowowych limitowanych gatunków ryb, w tym śledzi i szprotów, poławianych na Morzu Bałtyckim. Zagadnienie to dotyczy także śledzi i szprotów bałtyckich o obniżonej przydatności technologicznej, ze względu na niewłaściwe parametry morfometryczne, niską zawartość tłuszczu, nieodpowiednią teksturę tkanki mięśniowej a także uszkodzenia mechaniczne wskutek obróbki wstępnej [7, 9]. Biorąc pod uwagę obecne uwarunkowania technologiczne i techniczne zakładów przetwórczych a także wzrastający popyt rynkowy na tzw. żywność wygodną pochodzenia morskiego, optymalnym kierunkiem zagospodarowania mniej wartościowych surowców rybnych powinna być produkcja wieloskładnikowych półproduktów i gotowych wyrobów formowanych z rozdrobnionego mięsa ryb i utrwalanych cieplnie lub poprzez zamrożenie [8].

Jednym z podstawowych wyróżników jakości produktów żywnościowych jest ich tekstura, określana sensorycznie za pomocą zmysłów, lub metodami instrumentalnymi [1, 10, 14, 15]. Tekstura jest często miernikiem właściwości przetwarzanych surowców, a jej definiowanie ma duże znaczenie w badaniach wpływu procesów technologicznych na jakość wyrobów gotowych [5]. Do podstawowych parametrów reologicznych związanych z określeniem tekstury produktów żywnościowych należą, m.in.: sprężystość, spoistość, twardość, elastyczność i kruchość [6, 12]. Tekstura produktów formowanych z farszów rybnych zależy od wielu czynników, w tym od gatunku i składu chemicznego surowców rybnych, metody i stopnia rozdrabniania mięsa a także udziału dodatkowych składników [4]. Istnieje ścisły związek między parametrami reologicznymi a ich określeniami stosowanymi w ocenie sensorycznej produktów żywnościowych [14]. Optymalne parametry reologiczne powinny być takie, aby

wyrób formowany z farszu nie był zbyt twardy, kruchy i elastyczny, a równocześnie posiadał teksturę delikatną, stosunkowo luźną i na tyle spoistą, by utrzymać nadany mu kształt [3]. W odniesieniu do produktów żywnościowych, w tym rybnych, jedną z najbardziej przydatnych instrumentalnych metod pomiaru parametrów reologicznych jest metoda profilowania tekstury (ang. *Texture Profile Analysis*) [2, 6, 11].

Celem artykułu jest przedstawienie zbadanego wpływu składu surowcowego na wielkość wycieku termicznego oraz wybrane parametry reologiczne modelowych prób farszów ze śledzi bałtyckich z udziałem mięsa łososi i karpia, odzyskanego z kręgosłupów po ich filetowaniu.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Podstawowym surowcem użytym do wytworzenia modelowych prób farszu były płaty uzyskane w wyniku mechanicznej obróbki wstępnej świeżych, schłodzonych śledzi bałtyckich. Dostarczona do Zakładu Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa MIR-PIB próba płatów śledziowych charakteryzowała się obniżoną przydatnością technologiczną ze względu na znaczne zróżnicowanie wielkości, nierówne linie cięć, pozostałości błony otrzewnej, skrzepów krwi i części kręgosłupów a także osłabioną teksturę tkanki mięśniowej. Dodatkowymi surowcami użytymi do przygotowania farszów było mięso łososi i mięso karpia, odseparowane mechanicznie z kręgosłupów po filetowaniu ryb. Do czasu wykonania modelowych prób farszów, surowce rybne przechowywane były w stanie zamrożonym, w temperaturze poniżej -18°C . Składy surowcowe modelowych prób farszów rybnych zamieszczono w tab. 1.

Próbami odniesienia były: próba I, zawierająca 100% farszu ze śledzi bałtyckich oraz próba VII, zawierająca 100% farszu z mięsa łososi lub mięsa karpia.

Sposób wytwarzania modelowych prób farszów był następujący: surowce rybne rozmrażano przeponowo w bieżącej, zimnej wodzie przez ok. 5 godz. Następnie odważone porcje surowców rozdrabniano i mieszano w kutrze masarskim typu EMS (Müller, Niemcy), o pojemności miski $2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$,

Tabela 1. Składy surowcowe modelowych prób farszów rybnych

Próby	Farsz śledziowy z mięsem łososi		Farsz śledziowy z mięsem karpia	
	Płaty śledziowe %	Mięso łososi %	Płaty śledziowe %	Mięso karpia %
I	100	–	100	–
II	90	10	90	10
III	70	30	70	30
IV	50	50	50	50
V	30	70	30	70
VI	10	90	10	90
VII	–	100	–	100

Źródło: Opracowanie własne

przez 60 s, przy obrotach miski kutra 12 obr / min i wału nożowego 950 obr / min. Uzyskane porcje surowego farszu były utrwalane za pomocą obróbki cieplnej. W tym celu próbki farszu, o masie po 100 g każda, pakowano do szklanych foremek o wysokości $1 \cdot 10^{-1}$ m i średnicy $4 \cdot 10^{-2}$ m. Następnie umieszczano je w łaźni wodnej i gotowano w wodzie przez 30 min. Po wystudzeniu batony farszu przechowywano przez 24 godz. w warunkach chłodniczych, w temperaturze $+4^{\circ}\text{C}$. Następnie z batonów farszu, za pomocą wykrojnika, wykrawano próbki w kształcie walca o wysokości $2 \cdot 10^{-2}$ m i średnicy $2,5 \cdot 10^{-2}$ m, które przeznaczone były do badań parametrów reologicznych.

W surowcach rybnych oznaczono podstawowy skład chemiczny: białko ogółem - metodą Kjeldahla; destylację prowadzono w aparacie Kjeltex System, a zawartość azotu przeliczano na białko stosując przelicznik $N \cdot 6,25$; tłuszcz - metodą Soxhleta za pomocą aparatu Soxtec; suchą masę - metodą suszarkową do stałej masy w temperaturze $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$, popiół całkowity - metodą wagową.

Wielkość wycieku termicznego (WT) obliczano według wzoru:

$$\text{WT} = [(A - B) / A] \cdot 100\%$$

gdzie: A – masa surowego farszu,

B – masa farszu po parowaniu (15 min, 100°C) i oddzieleniu wycieku na sicie (20 min).

Pomiar wybranych parametrów reologicznych farszów rybnych wykonywano metodą instrumentalną z zastosowaniem maszyny wytrzymałościowej INSTRON 3345 z głowicą pomiarową siły 100 N. Do badań wykorzystano test TPA (ang. *Texture Profile Analysis*), w którym próbki farszu o średnicy $2,5 \cdot 10^{-2}$ m i wysokości $2,0 \cdot 10^{-2}$ m, poddano 2-krotnemu ścisaniu do 60% ich pierwotnej wysokości [1, 10]. Prędkość głowicy podczas wykonywania testu wynosiła $5 \cdot 10^{-2}$ / min. Z uzyskanych wykresów ogólnego profilu tekstury farszu obliczano: maksymalną siłę pierwszego ścisania - twardość I (N), siłę drugiego ścisania – twardość II (N), spoistość (J/J) oraz sprężystość (s/s). Do pomiarów i analizy wyników testów reologicznych wykorzystano oprogramowanie Instron Bluehill 2 v. 2.25. Wyniki badań poddano analizie statystycznej przy wykorzystaniu programu STATISTICA v. 9.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

Podstawy skład chemiczny surowców rybnych użytych do wytwarzania modelowych prób farszów zamieszczono w tabeli 2.

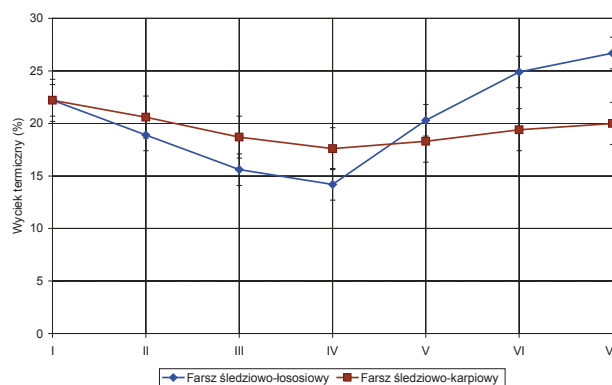
Tabela 2. Podstawowy skład chemiczny surowców rybnych

Wskaźnik	Zawartość %		
	Płaty śledziowe	Mięso łososi	Mięso karpia
Białko (N · 6,25)	15,560,13	14,380,25	13,810,25
Tłuszcz	7,420,15	21,950,05	15,760,21
Sucha masa	23,150,09	36,750,12	29,880,29
Woda	76,650,09	63,150,12	70,120,29
Popiół	1,070,02	0,850,05	0,730,01

Źródło: Opracowanie własne

Skład chemiczny surowców rybnych użytych do wytwarzania modelowych prób farszów był zróżnicowany. Zawartość tłuszczu mieściła się w przedziale od 7,42% w płatach śledziowych do 21,95% w mięsie łososi. Natomiast zawartość wody, odwrotnie proporcjonalna do zawartości tłuszczu, wynosiła od 63,15% w mięsie łososi do 76,65% w płatach śledziowych. Najwyższą zawartością białka (N·6,25) charakteryzowały się płaty śledziowe - 15,56% a najniższą mięso karpia - 13,81% (tab. 2).

W wyniku obróbki cieplnej w próbach farszów rybnych wystąpił wyciek termiczny spowodowany denaturacją białek mięśniowych [13]. Zmiany wielkości wycieku termicznego w zależności od składu surowcowego modelowych prób farszów przedstawiono na rys. 1.

**Rys. 1.** Zmiany wielkości wycieku termicznego w zależności od składu surowcowego prób farszów rybnych.

Źródło: Badania własne

Wielkości wycieku termicznego z rozdrobnionych surowców rybnych użytych do wytwarzania modelowych prób farszów były różne i wynosiły: 20% w mięsie karpia, 22,2% w rozdrobnionych płatach śledziowych oraz 26,7% w mięsie łososi. Dodatek mięsa łososi lub mięsa karpia do farszu ze śledzi bałtyckich w zróżnicowany sposób wpływał na wielkość wycieku termicznego. Dodatek mięsa łososi lub mięsa karpia do farszu śledziowego w ilości do 50% spowodował obniżenie wielkości wycieku termicznego do poziomu $14,2 \div 17,6\%$. Dalszy wzrost udziału tych surowców, powyżej 50% w farszu śledziowym, powodował wzrost wielkości wycieku termicznego (rys. 1). Biorąc pod uwagę zróżnicowany

skład chemiczny stosowanych surowców, można wnioskować, że dodatek ok. 50% mięsa łososi lub mięsa karpia o wysokiej zawartości tłuszczu, miał korzystny wpływ na stabilizację cieplną i ograniczenie wielkości wycieku termicznego w farszu ze śledzi bałtyckich. Według Kołakowskiego [4], ryby tłuste i średnio tłuste mogą być równorzędnymi a niekiedy nawet lepszymi surowcami do produkcji farszu w porównaniu z rybami chudymi, ze względu na mniejszą zawartość rozpuszczalnych białek mięśniowych, głównie miofibrilarnych.

W tabeli 3 zamieszczono wartości wybranych parametrów reologicznych modelowych prób farszów obliczonych na podstawie testów pełnego profilu tekstury TPA, w tym maksymalną siłę pierwszego ściskania – twardość I (N), siłę drugiego ściskania – twardość II (N), spoistość (J/J) oraz sprężystość (s/s).

Tabela 3. Wybrane parametry reologiczne modelowych prób farszów rybnych

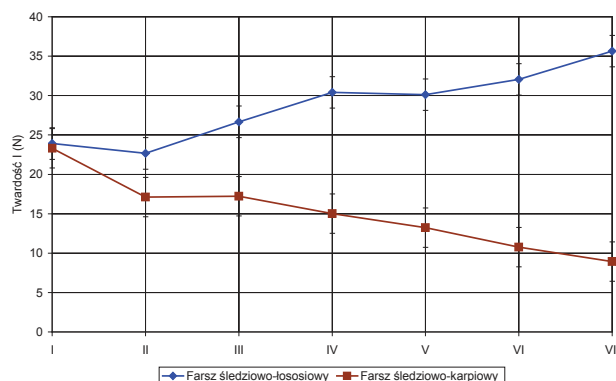
Farsz	Próba	Parametr			
		Twardość I N	Twardość II N	Spoistość J/J	Sprężystość s/s
Farsz śledziowy z mięsem łososi	I	23,91±0,82	17,69±1,27	0,37±0,03	0,90±0,04
	II	22,66±1,05	17,52±0,79	0,37±0,03	0,91±0,01
	III	26,67±3,14	14,10±2,27	0,43±0,03	0,93±0,01
	IV	30,41±1,04	23,51±1,06	0,48±0,05	0,93±0,01
	V	30,11±2,54	22,96±2,29	0,51±0,04	0,94±0,04
	VI	32,05±3,59	25,73±3,03	0,48±0,02	0,94±0,04
	VII	35,64±4,54	26,11±2,00	0,32±0,01	0,95±0,01
Farsz śledziowy z mięsem karpia	I	23,30±1,04	17,73±0,80	0,37±0,03	0,91±0,04
	II	17,12±0,31	14,33±0,35	0,42±0,04	0,90±0,03
	III	17,23±1,26	14,68±1,01	0,58±0,02	0,90±0,03
	IV	15,01±2,33	12,79±0,85	0,67±0,06	0,89±0,02
	V	13,24±0,97	11,52±0,78	0,60±0,06	0,88±0,02
	VI	10,77±1,19	9,27±0,94	0,53±0,03	0,87±0,02
	VII	8,94±2,08	7,50±1,90	0,43±0,02	0,86±0,03

Źródło: Opracowanie własne

Udział mięsa łososi lub mięsa karpia w zróżnicowany sposób wpływał na parametry reologiczne modelowych prób farszu ze śledzi bałtyckich. Na rys. 2. przedstawiono zmiany twardości (I) prób farszu śledziowego w zależności od udziału w nim mięsa łososi lub mięsa karpia. Twardość (I) farszu zawierającego wyłącznie rozdrobnione płyty śledziowe wynosiła 23,91 N (próba I). Wzrost udziału mięsa łososi w farszu śledziowym powodował stopniowy wzrost jego twardości (I) do wartości 35,64 N w farszu zawierającym wyłącznie mięso łososi (próba VII). Przeciwnie, wzrost udziału mięsa karpia w farszu śledziowym przyczyniał się do stopniowego zmniejszania twardości (I), aż do poziomu 8,94 N w próbce zawierającej wyłącznie mięso karpia (próba VII).

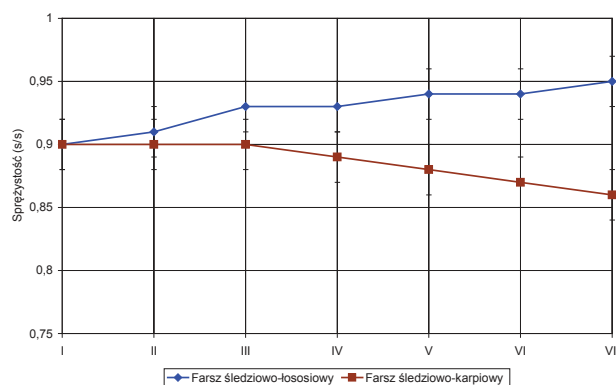
Na rys. 3 przedstawiono zmiany sprężystości modelowych prób farszu śledziowego z różnym udziałem mięsa łososi i mięsa karpia. Sprężystość farszu zawierającego wyłącznie rozdrobnione płyty śledziowe wynosiła 0,90 s/s (próba I). Wzrost udziału mięsa łososi w farszu śledziowym powodował systematyczny wzrost sprężystości farszu, aż do wartości 0,94 s/s w próbce farszu zawierającego wyłącznie mięso łososi (próba VII). Natomiast wzrost udziału mięsa karpia

w farszu śledziowym powodował stopniowe zmniejszanie się jego sprężystości, aż do wartości 0,86 s/s w farszu zawierającym wyłącznie mięso karpia (próba VII).



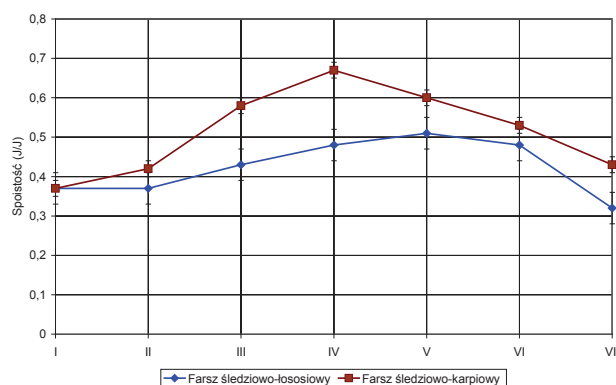
Rys. 2. Zmiany twardości (I) w zależności od składu surowcowego prób farszów rybnych.

Źródło: Badania własne



Rys. 3. Zmiany sprężystości w zależności od składu surowcowego prób farszów rybnych.

Źródło: Badania własne



Rys. 4. Zmiany spoistości w zależności od składu surowcowego prób farszów rybnych.

Źródło: Badania własne

Na rys. 4 przedstawiono zmiany spoistości modelowych prób farszów. Spoistość farszu zawierającego wyłącznie rozdrobnione płyty śledziowe wynosiła 0,37 J/J (próba I). Dodatek mięsa łososi lub mięsa karpia do farszu śledziowego w odmienny sposób wpływał na jego spoistość. Wzrost

udziału mięsa łososi do 70% w farszu śledziowym powodował wzrost spoistości do wartości 0,51 J/J (próba V), a dalszy wzrost zawartości mięsa łososi powyżej 70%, wpływał na zmniejszenie spoistości, do wartości 0,32 J/J w farszu zawierającym wyłącznie mięso łososi (próba VII). Wzrost udziału mięsa karpia do 50% w farszu śledziowym przyczyniał się do zwiększenia jego spoistości do wartości 0,67 J/J (próba IV), a dalszy wzrost udziału mięsa karpia, powyżej 50%, wpływał na obniżenie jego spoistości do wartości 0,43 J/J w farszu zawierającym wyłącznie mięso karpia (próba VII).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono statystycznie istotne korelacje między parametrem reologicznym (twardością) a udziałem mięsa łososi lub mięsa karpia w modelowych próbach farszów śledziowych. Uzyskane współczynniki korelacji liniowej wskazują, że parametry reologiczne (twardość) modelowych prób farszów ze śledzi bałtyckich w istotnym stopniu zależały od udziału w nim mięsa łososi lub mięsa karpia (tab. 4).

Tabela 4. Równania regresji liniowej opisujące zależność między twardością a udziałem mięsa łososi lub mięsa karpia w modelowych próbach farszów ze śledzi bałtyckich

Rodzaj zależności	Równanie regresji liniowej*	Współczynnik korelacji
Twardość (y) / udział mięsa łososi (x)	$y = 20,319 + 0,141 \cdot x$	$r = 0,853$
Twardość (y) / udział mięsa karpia (x)	$y = 16,630 - 0,060 \cdot x$	$r = 0,706$

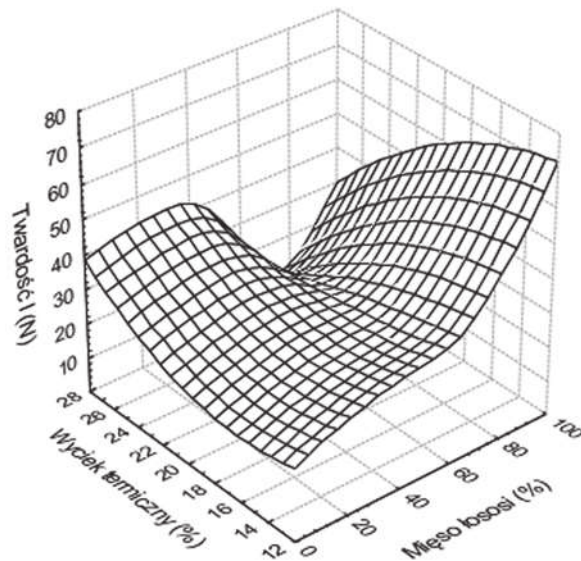
* dla poziomu istotności $p < 0,05$

Źródło: Opracowanie własne

W badanym zakresie pomiarowym, w próbach farszu śledziowego, wraz ze wzrostem udziału mięsa łososi twardość wzrastała z ok. 24 N do ok. 36 N, podczas gdy przy wzroście udziału mięsa karpia twardość malała z ok. 23 N do ok. 9 N. Z tego względu przyjęto, że średnia, optymalna twardość dla farszu śledziowego z udziałem mięsa łososi wynosi ok. 30 N, a średnia twardość farszu śledziowego z udziałem mięsa karpia wynosi ok. 16 N. Zbadane zależności, które przedstawiono na wykresach szkieletowo-powierzchniowych 3 W (rys. 5, 6) posłużyły do optymalizacji składu surowcowego farszów na bazie śledzi bałtyckich. Analiza przebiegu wykresu (rys. 5) wykazała, że dla uzyskania farszu śledziowo-łososiowego, charakteryzującego się minimalnym wyciekem termicznym na poziomie ok. 14% przy średniej twardości na poziomie ok. 30 N, niezbędny jest dodatek 50% mięsa łososi. Także w przypadku farszu śledziowo-karpiego, dodatek 50% mięsa karpia zapewniał minimalny wyciek termiczny na poziomie ok. 16% przy twardości na średnim poziomie dla tego składu surowcowego ok. 16 N (rys. 6).

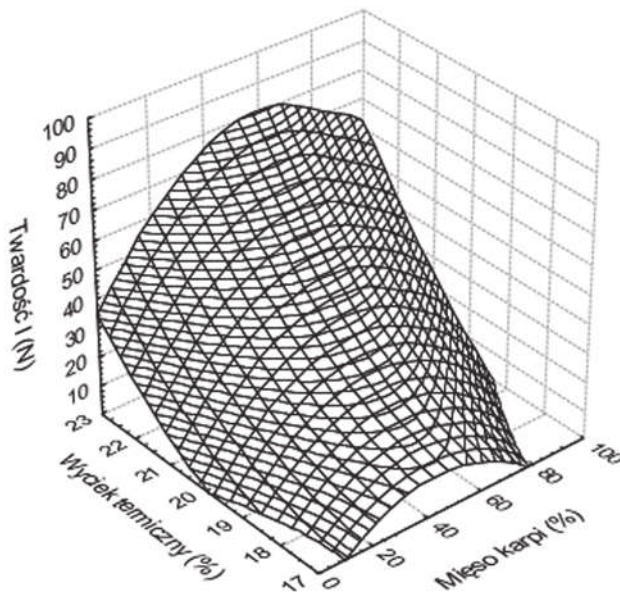
PODSUMOWANIE

Instrumentalna metoda profilowania tekstury umożliwiła przeprowadzenie charakterystyki wybranych parametrów reologicznych modelowych prób farszów rybnych, w tym twardości, sprężystości i spoistości. Badania wykazały, że



Rys. 5. Zależność między twardością (I) a udziałem mięsa łososi i wielkością wycieku termicznego w farszu ze śledzi bałtyckich.

Źródło: Badania własne



Rys. 6. Zależność między twardością (I) a udziałem mięsa karpia i wielkością wycieku termicznego w farszu ze śledzi bałtyckich

Źródło: Badania własne

parametry reologiczne farszów rybnych zależą od wielu czynników technologicznych, w tym gatunku, składu chemicznego i udziału zastosowanych surowców rybnych.

Farsze wytwarzane z płatów śledziowych o obniżonej przydatności technologicznej charakteryzowały się dużym wyciekem termicznym a także niekorzystną, zbyt luźną i mało spoistą teksturą. Istotną poprawę stabilności i jakości farszów wytwarzanych na bazie śledzi bałtyckich uzyskano w wyniku dodatku innych surowców rybnych, w tym mięsa łososi i mięsa karpia, odseparowanego mechanicznie z kręgosłupów po filetowaniu ryb. Stwierdzono, że udział

mięsa łososi lub mięsa karpia w ilości ok. 50% w farszu śledziowym korzystnie wpływał na jego stabilizację poprzez istotne ograniczenie wielkości wycieku termicznego oraz zmianę parametrów reologicznych. Zbadane zależności między właściwościami i udziałem dodatkowych surowców rybnych, w tym mięsa łososi i mięsa karpia, odseparowanych z kręgosłupów po filetowaniu ryb, a parametrami reologicznymi wskazują na szerokie możliwości kształtowania stabilności i jakości sensorycznej farszów na bazie śledzi bałtyckich o obniżonej przydatności technologicznej.

LITERATURA

- [1] **BOURNE M. C. 1978.** *Texture profile analysis*. Food Technology, 32 (7), 62-66, 72.
- [2] **CEGIEŁKA A. 2008.** *Czynniki decydujące o teksturze mięsa i jego przetworów oraz instrumentalne metody jej pomiaru*. Gospodarka Mięсна, 8 (109), 32-36.
- [3] **KOŁAKOWSKI E. 1984.** *Technologia mrożonych przetworów rybnych*. Wydawnictwo Morskie Gdańsk.
- [4] **KOŁAKOWSKI E. 1986.** *Technologia farszów rybnych*. PWN. Warszawa. ISBN 83-01-05952-4.
- [5] **MARZEC A. 2007.** *Tekstura żywności*. Przemysł Spożywczy, 5, 6-10.
- [6] **PANASIEWICZ M. 2006.** *Nowoczesne metody badań i oceny cech teksturalnych surowców i wyrobów mięsnych*. Gospodarka Mięсна, 1 (126), 22-25.
- [7] **PAWLIKOWSKI B. 2006.** *Intensyfikacja wykorzystania szprota bałtyckiego*. Magazyn Przemysłu Rybnego, 5 (52), 50-51.
- [8] **PAWLIKOWSKI B. 2010.** *Trends and possibilities within Baltic sprat processing*. Eurofish Magazine. ISSN 1868-5943. July 4/2010. C 44346, 50-52.
- [9] **PAWLIKOWSKI B. 2011.** *Adding value to low quality Baltic herring*. Eurofish Magazine, 4/2011, 44-45.
- [10] **PELEG M. 1996.** *Texture profile analysis parameters obtained by an Instron universal testing machine*. Journal Food Science 41, 721-723.
- [11] **RAHMAN M. S., AL-WAILI H., GUIZANI N., KASAPIS S. 2007.** *Instrumental sensory evaluation of texture for fish sausage and its stability*. Fisheries Science, 73, 1166-1176.
- [12] **REHBEIN H., OEHLENSCHLÄGER J. 2009.** *Fishery Products. Quality, safety and authenticity*. Ch. 9. Instrumental texture measurement (Careche M., Barroso M.). Wiley-Blackwell. A. John Wiley&Sons, Ltd., Publications.
- [13] **SIKORSKI Z. E. 1980.** *Technologia żywności pochodzenia morskiego*. WNT. Warszawa.
- [14] **SURMACKA-SZCZEŚNIAK A. 2002.** *Texture is a sensory property*. Food Quality & Preference, 13, 215-225.
- [15] **SZCZEŚNIAK A. S. 1972.** *Instrumental methods of texture measurement*. Food Technology, 26, 50, 52-54, 56, 63.

THE IMPACT OF THE RAW MATERIAL COMPOSITION ON THE FORMATION OF RHEOLOGICAL PARAMETERS OF STUFFINGS FROM BALTIC HERRINGS

SUMMARY

In this study the influence of the raw material composition on the rheological properties of model samples of Baltic herring stuffings with reduced technological usefulness. Rheological studies were performed with instrumental Texture Profile Analysis. It was found that the addition of salmon or carp meat to the stuffing of Baltic herring affected in different ways the thermal leakage and rheological parameters, including hardness, cohesiveness and springiness. The examined correlations and relationships showed that there are opportunities to optimize the physicochemical and rheological parameters of Baltic herring stuffings with reduced technological usefulness, through the add meat of other fish species.

Key words: herring stuffing, thermal drip, texture.