

ILONA KOŁODZIEJSKA, MARIA SADOWSKA, ZDZISŁAW E. SIKORSKI

TWARDOŚĆ MIĘSA KALMARÓW *ILLEX ARGENTINUS* PO OBRÓBCE CIEPLNEJ

Streszczenie

W obrębie partii pochodzącej z tego samego rejonu i czasu połowu, mięso płaszcza mniejszych kalmarów zawiera więcej białka ogółem i białek miofibrylarnych, a po standardowej obróbce cieplnej ma mniejsze ubytki masy i jednocześnie mniejszą twardość niż mięso większych osobników. Twardość gotowanego mięsa kalmarów jest skorelowana dodatnio z długością płaszcza i ujemnie z zawartością białka rzeczywistego i rozpuszczalnych białek miofibrylarnych. Nie stwierdzono istotnej korelacji między twardością płaszcza po obróbce cieplnej a zawartością kolagenu i jego rozpuszczalnością w buforze fosforanowym i cytrynianowym, rozpuszczalnością cieplną kolagenu oraz temperaturą i maksymalnym naprężeniem skurczu cieplnego mięsa.

Wstęp

Światowe połowy kalmarów przekroczyły w 1989 r. 2 mln ton. Stanowiło to ok. 85% ogólnych połowów głowonogów. Wśród krajów o największych połowach kalmarów znajdują się Japonia, Korea Płd., Chiny, Tajlandia i Hiszpania; w latach 1982-1984 drugie miejsce zajmowała Polska.

Wartość odżywcza kalmarów jest równie wysoka jak niektórych ryb i mięczaków wybranych gatunków. Najczęstszą przyczyną małej pożądalności sensorycznej mięsa kalmarów, szczególnie w krajach, w których nie ma tradycji ich spożywania, jest jego nadmierna twardość i mało włóknista, gumowata struktura, nie przypominająca reologicznych właściwości mięsa bydła, świń, drobiu i ryb.

Szczególne cechy mięśniowej tkanki kalmara spowodowane są nie tylko specyficzną budową histologiczną mięśnia [11], ale także niektórymi odmiennymi biochemicznymi, chemicznymi i funkcjonalnymi właściwościami białek [5, 15, 17]. Sensoryczne cechy gotowanego mięsa kalmarów zależą też w dużym stopniu od właściwości gatunkowych [6]. Duże różnice twardości stwierdzone w mięsie kalmarów tego samego gatunku mogą wynikać z różnego traktowania surowca po złowieniu [4], a także z

właściwości osobniczych.

Celem pracy jest określenie czynników wpływających na zróżnicowanie twardości gotowanego mięsa płaszcza kalmarów *Illex argentinus*.

Materiał i metody

Stosowano kalmary patroszone i niepatroszone, mrożone w blokach na morzu, glazurowane, opakowane w folię i karton, przechowywane przez 5–16 miesięcy w temperaturze ok. -20°C .

Kalmary rozmrażano w powietrzu do temp. 0°C i po odskórzeniu dzielono wzdłuż struny grzbietowej. Jedną część przeznaczano do badania na surowo, zaś drugą gotowano w standardowych warunkach – 45 minut we wrzącej wodzie w stosunku 1:3. Jeśli przewidywała to procedura rozdrabniano mięso w wilku o średnicy oczek siatki 3 mm.

Mierzono długość płaszcza i oznaczano kwasowość mięsa, suchą masę, azot ogółem i niebiałkowy, białka sarkoplazmatyczne, miofibrylarne i kolagen, rozpuszczalność tych białek, ubytki masy po gotowaniu i naprężenia powstające w mięsie pod wpływem wzrastającej temperatury oraz twardość po obróbce cieplnej.

Określono też wpływ temperatury na twardość mięsa i rozpuszczalność białek miofibrylarnych w 5% roztworze NaCl oraz wpływ czasu gotowania na twardość mięsa i hydrofobowość białek miofibrylarnych. Ekstrakty białek miofibrylarnych i kawałki mięsa płaszcza kalmara o wymiarach 4x4 cm ogrzewano w łaźni wodnej do temperatury od 40 do 80°C z szybkością $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$. lub do 100°C z szybkością $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Próby w temp. 100°C przetrzymywano od 0 do 60 minut. Wszystkie próby schładzano do temperatury pokojowej w bieżącej wodzie wodociągowej. Ogrzewane ekstrakty białek przeznaczone do oznaczeń hydrofobowości homogenizowano 15 s przy 5000 obr./min. w temp. 0°C . Zawartość białek rozpuszczalnych określano we frakcjach odwirowanych przez 30 min. przy 15000 x g w temp. 0°C .

Suchą masę oznaczano metodą suszarkową, susząc mięso w 105°C do stałej masy.

Azot ogółem i azot niebiałkowych związków azotowych (w przesączu otrzymanym po strąceniu białek z homogenatu mięsa 10% roztworem kwasu trójchlorooctowego w stosunku 1:1 w temp. 0°C) oznaczano metodą Kjeldahla.

Białka sarkoplazmatyczne wyekstrahowano z mięsa buforem fosforanowym o $\mu = 0,17$ i pH 6,8 w temp. 0°C i odwirowano przy 4500 x g. Białka miofibrylarne ekstrahowano z osadu 5% roztworem NaCl w buforze fosforanowym o pH 7,5. Sumę rozpuszczalnych białek sarkoplazmatycznych i miofibrylarnych wydzielono z mięsa 5% roztworem NaCl o pH 7,5.

Białko w uzyskanych frakcjach oznaczano zmodyfikowaną metodą biuretową [18].

Zawartość rozpuszczalnych białek miofibrylarnych wyliczano jako różnicę ilości białek rozpuszczalnych w 5% roztworze NaCl i w buforze fosforanowym o $\mu = 0,17$.

Hydrofobowość białek miofibrylarnych oznaczano wg Li Chan i wsp. [9] stosując 1-anilino-8-naftaleno-sulfonian (ANS). Miernikiem hydrofobowości (S_0) był współczynnik nachylenia prostej zależności natężenia fluorescencji od stężenia białka.

Kolagen oznaczano na podstawie zawartości hydroksyproliny w mięsie metodą zalecaną przez ISO [1] stosując krótkotrwałą hydrolizę białek kwasem nadchlorowym [14]. Zawartość hydroksyproliny przeliczano na kolagen stosując mnożnik 22,4 [12].

Zawartość białka rzeczywistego (B_{rz}) i białek miofibrylarnych (B_m) w mięsie wyliczano według wzorów:

$$B_{rz} = (N_{og} - NZA) \times 6,25 \text{ [g/100g]}$$

$$B_m = B_{rz} - N_s \times 6,25 - K \text{ [g/100g]}$$

gdzie: N_{og} – azot ogółem,

N_s – azot białek sarkoplazmatycznych,

NZA – azot niebiałkowych związków azotowych,

K – kolagen.

Rozpuszczalność kolagenu surowego mięsa w buforze fosforanowym o pH 8,0 i cytrynianowym o pH 3,5 oznaczano na podstawie zawartości hydroksyproliny w supernatantach otrzymanych z homogenatów po 3 minutowej homogenizacji mięsa z tymi buforami w proporcji 1:20 przy 7000 obr./min. w temp. 0°C i po 20 min. wirowania przy 15000 x g. Stopień cieplnej hydrolizy kolagenu wyliczano ze stosunku ilości hydroksyproliny w supernatancie uzyskanym z homogenatu mięsa i wody, w którym było gotowane, do zawartości hydroksyproliny w surowym mięsie.

pH mierzono pH-metrem umieszczając elektrodę szklaną bezpośrednio w rozdrobnionym mięsie.

Ubytek masy wyznaczono z różnicy masy mięsa przed i po gotowaniu.

Twardość mięsa oznaczano penetrometrem Tilgnera stosując klinowy trzpień i prostopadłe ustawienie włókien obwodowych próbki mięsa w stosunku do trzpienia.

Temperaturę skurczu mięsa i naprężenia powstające w nim wskutek ogrzewania mierzono w przyrządzie wyposażonym w czujnik tensometryczny [13].

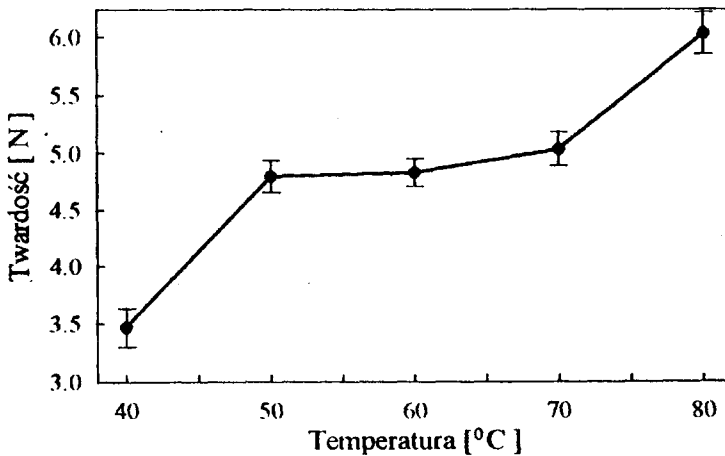
Wyniki i dyskusja

Wpływ temperatury i czasu gotowania na twardość mięsa płaszcza kalmarów

Podczas ogrzewania mięsa zachodzą zmiany w jego strukturze prowadzące do zwiększenia twardości odczuwanej sensorycznie i mierzonej instrumentalnie. Wzrost

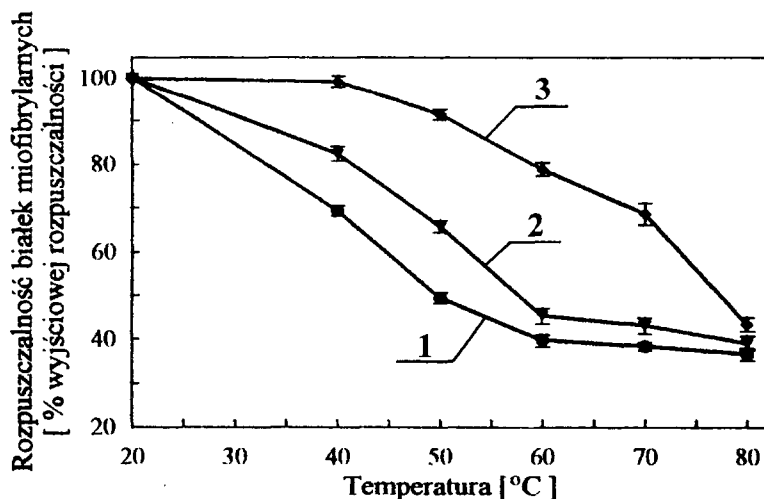
twierdności mięsa płaszcza kalmarów, mierzony siłą cięcia, podobnie jak w mięsie zwierząt stałocieplnych [2] i ryb [3] zachodzi dwustopniowo (rys. 1).

Pierwsze zwiększenie twardości występuje w temp. 50°C wskutek utraty rozpuszczalności białek miofibrylarnych, skurczu włókien mięśniowych i ubytku wody [2]. W temp. 50°C, zmniejszenie rozpuszczalności białek miofibrylarnych wydzielonych z mięsa kalmara jest jednakże większe niż z mięsa bydłowego i dorsza (rys. 2). Druga faza wzrostu twardości występuje w mięsie płaszcza kalmarów w temp. powyżej 70°C (rys. 1). Przyczyną zmian twardości mięsa wskutek obróbki cieplnej są zmiany konformacji białek miofibrylarnych i kolagenu. O tych zjawiskach można wnioskować na podstawie oznaczeń entalpii przy użyciu różnicowej kalorymetrii skaningowej. W mięsie kalmarów należących do 5 gatunków trzy endotermiczne przemiany odpowiadające denaturacji miozyny, kolagenu i aktyny stwierdzono w temp. 50, 57 i 74°C [10]. Ciepłne zmiany kolagenu przejawiają się skróceniem włókien, co wywołuje zwiększenie twardości mięsa. Natomiast dalsze ogrzewanie, w wyższej temperaturze, w wilgotnym środowisku, powoduje żelatynizację kolagenu i zmniejszenie twardości mięsa.



Rys. 1. Wpływ temperatury na twardość mięsa płaszcza kalmara.

Kolagen mięśni kalmara zawiera ok. dwukrotnie więcej reszt hydroksyproliny i hydroksylizyny oraz więcej reszt kwasu asparaginowego niż kolagen mięśni dorsza i morszczuka. Większa zawartość reszt hydroksyaminokwasów może być przyczyną większego usieciowania kolagenu kalmarów. Ponadto kolageny kalmarów w porównaniu z kolagenami ryb i zwierząt stałocieplnych zawierają kilkakrotnie więcej sacharydów, do ok. 4%, związanych głównie O-glikozydowo z resztami hydroksylizyny [16]. Zatem temperatura cieplnych zmian kolagenu kalmarów powinna być wyższa niż kolagenu mięsa ryb i zwierząt stałocieplnych.



Rys. 2. Wpływ temperatury na rozpuszczalność w 5% roztworze NaCl białek miofibrylarnych mięsa: 1 – kalmara (●), 2 – dorsza (▼) i 3 – bydlęcego (◆).

Większa podatność białek miofibrylarnych tkanki mięśniowej kalmara na denaturację i większe naprężenia powstające w mięśniach podczas ogrzewania, wynikające z większego usieciowania kolagenu, są przypuszczalnie przyczyną znacznie większych cieplnych ubytków masy niż w przypadku zwierząt stałocieplnych i ryb. W gotowanych kalmarach straty masy wynoszą 20–57% (tab. 1). Tak duże ubytki soku mięśniowego zmniejszają soczystość produktu.

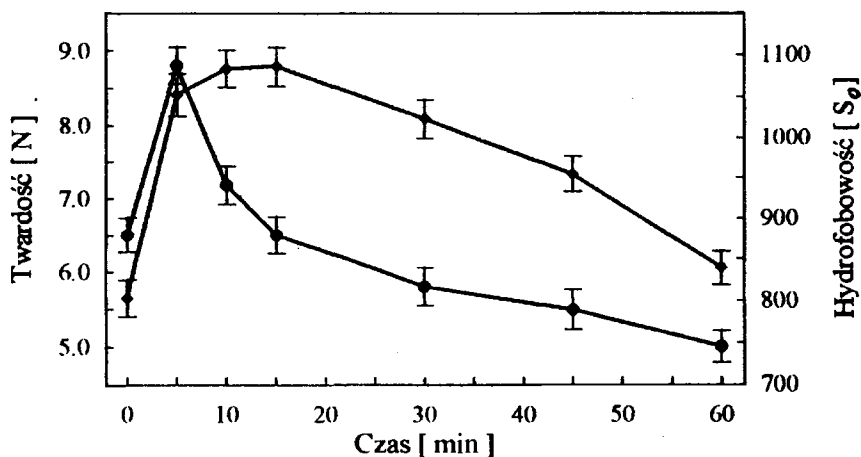
Tabela 1

Korelacja między twardością i właściwościami mięsa płaszcza kalmarów

Twardość [N] Zakres zmienności	Właściwość i zakres jej zmienności	n ¹	Współczynnik korelacji
1,7–6,6	Długość 16–32 cm	49	0,695
2,7–7,7	Białko rzeczywiste 12,7–17,9 % masy mięsa	53	- 0,562
2,7–7,7	Białka miofibrylarne rozpuszczalne w 5 % NaCl 7,0–12,3 % masy mięsa	48	- 0,793
2,4–7,7	Ciepłe ubytki masy 20–57 % masy mięsa	101	0,502

¹ liczba kalmarów pochodzących z co najmniej trzech różnych partii surowca.

Podczas gotowania przez pierwsze 5 min. twardość mięsa płaszcza kalmarów wzrasta i podczas dalszej obróbki do 60 min. obniża się (rys. 3). Podobnie zmienia się hydrofobowość powierzchniowa białek miofibrylarnych. W mięsie ryb przechowywanych zamrażalniczo powstawaniu wiązań disulfidowych i estrowych oraz wiązań z udziałem grup aminowych i aldehydowych towarzyszy zwiększenie hydrofobowości powierzchniowej [8]. Tą pozorną sprzeczność możnaby wyjaśnić tym, że oddziaływania hydrofobowe cząsteczek zdenaturowanych w warunkach zamrażalniczych mogą również prowadzić do zbliżenia reaktywnych grup hydrofilowych sprzyjającemu powstaniu kowalencyjnych wiązań sieciujących. Obniżenie hydrofobowości po dłuższej obróbce cieplnej może być wynikiem powstawania nowych hydrofobowych „kropki oleju” we wnętrzu powstających agregatów białkowych. Równoległe w czasie gotowania mięsa postępuje hydroliza kolagenu [4]. Reologiczne zmiany zachodzące w mięsie wskutek ogrzewania są więc wypadkową częściowej degradacji kolagenu oraz dodatkowego sieciowania białek miofibrylarnych. Te czynniki mają różny wpływ na końcową jakość produktu zależnie od właściwości surowca i warunków obróbki cieplnej.



Rys. 3. Wpływ czasu gotowania na twardość mięsa płaszcza kalmara (●) i hydrofobowość frakcji białek miofibrylarnych (◆).

Twardość mięsa lekko gotowanych kalmarów zależy od kulinarnego przygotowania surowca. Płaszcze kalmarów ze skórą i błonami podskórnymi ogrzewane w temp. 50–70°C są wg Kuo i wsp. [7] mniej twarde niż płaszcze odskórzone i odbłonione. Interesujące byłoby zbadanie czy w tych warunkach obróbki następuje aktywacja endogennych proteinaz, tym bardziej, że odskórzenie nie ma wpływu na twardość kalmarów ogrzewanych w temp. 80–100°C.

Wpływ długotrwałego przechowywania zamrażalniczego na twardość mięsa płaszcza kalmara po obróbce cieplnej

Jakość mrożonych ryb obniża się znacznie podczas długotrwałego przechowywania zamrażalniczego wskutek denaturacji białek mięśniowych wywołanej częściowym odwodnieniem, oddziaływaniem aldehydu mrówkowego (FA), utlenionych lipidów, soli nieorganicznych, których stężenie wzrasta wskutek wymrożenia wody oraz reakcji sieciowania, m. in. katalizowanych transglutaminazą. Jednym ze wskaźników charakteryzujących stan białek jest ich rozpuszczalność w roztworach soli. W mięsie chudych ryb już po krótkotrwałym przechowywaniu zamrażalniczym rozpuszczalność białek miofibrylarnych znacznie się obniża. Natomiast nawet długotrwałe przechowywanie w temp. -20°C mięsa płaszcza kalmarów nie powoduje tak dużej jak w przypadku ryb utraty rozpuszczalności tych białek. Rozpuszczalne białka miofibrylarne w mięsie jednej z badanych partii kalmarów przechowywanych ponad rok w temp. -20°C stanowią ok. 80% całkowitej ilości miofibryli, średnio ok. 10g w 100g mięsa i ich ilość nie jest mniejsza niż w mięsie przechowywanym przez krótszy czas. Twardość tych mięśni po standardowej obróbce cieplnej także nie różni się istotnie i wynosi ok. 4 N. Mimo, że nie było możliwości przeprowadzenia badań na niemrożonych kalmarach *Illex argentinus*, te wyniki także wskazują, że długotrwałe przechowywanie zamrażalnicze nie ma znaczącego wpływu na twardość gotowanego mięsa.

Wpływ czynników biologicznych i fizykochemicznych właściwości mięsa kalmarów na jego twardość po obróbce cieplnej

Mięso kalmarów nawet w obrębie tego samego gatunku ma bardzo zmienny skład chemiczny (tab. 2). Zawartość białka rzeczywistego w mięsie kalmarów pochodzących

Tabela 2

Kwasowość mięsa, zawartość suchej masy i związków azotowych w surowym mięsie płaszcza kalmarów

Składnik	Zakres zmienności ¹	Wartość średnia ¹
pH	6,4–6,9	6,6
Sucha masa [%] ²	20,5–26,0	22,3
Azot ogółem [%] ²	3,06–3,85	3,45
Niebiałkowe związki azotowe [%] ²	0,87–1,23	0,97
Białko rzeczywiste [%] ²	12,7–17,9	15,6
w tym:		
Białka sarkoplazmatyczne [%]	11–17	15
Białka miofibrylarne [%]	73–87	75
Kolagen [%]	2–11	5

¹ z pomiarów wykonanych na 90 kalmarach pochodzących z 12 partii,

² % masy mięsa.

Tabela 3

Wpływ długości kalmarów na właściwości mięsa płaszcza¹

a) surowego

Długość płaszcza [cm]	Białko rzeczywiste [%] ²	Miofibryle [%] ²	Miofibryle rozpuszczalne w 5 % NaCl [%] ²	Kolagen [%] ²
24 - 25	16.7±0.23 ^a	13.1±0.93 ^a	10.1±0.05 ^a	1.25±0.034 ^a
29 - 30	15.0±0.20 ^b	11.7±0.81 ^b	9.2±0.24 ^b	1.13±0.089 ^a

b) gotowanego

Długość płaszcza [cm]	Twardość [N]	Ubytek masy [%]	Maksymalne napięcie skurczu [N·m ⁻²]·10 ⁻⁴	Początkowa temperatura skurczu [°C]
24 - 25	2.8±0.15 ^a	30±1.5 ^a	2.2±0.42 ^a	52±0.7 ^a
29 - 30	4.1±0.16 ^b	36±0.8 ^b	5.1±0.44 ^b	54±0.3 ^b

¹ wartości średnie z 6 - 14 pomiarów wykonanych na kalmarach pochodzących z tej samej partii surowca, identyczne indeksy w kolumnach oznaczają brak różnic istotnych statystycznie na poziomie istotności $\alpha = 0.5$.

² % masy mięsa.

z kilkunastu partii, obejmujących kilkadziesiąt pojedynczych osobników mieści się w szerokim zakresie od ok. 13 do 18%, a udział białek sarkoplazmatycznych, miofibrylarnych i kolagenu wynosi odpowiednio 11–17, 73–87 i 2–11% (tab. 2).

Duża zmienność w zawartości białka ogółem i w poszczególnych frakcjach może być zależna od wielu czynników m.in. od wieku i stanu biologicznego oraz okresu i rejonu połowu.

Długość kalmarów wpływa na niektóre fizykochemiczne właściwości mięsa. Wielkość kalmarów zależy od ich wieku i/lub jest ich cechą osobniczą. W obrębie partii pochodzącej z tego samego rejonu i czasu połowu, mięso płaszcza mniejszych kalmarów jest mniej twarde niż większych, zawiera więcej białka ogółem oraz białek miofibrylarnych i traci mniej masy (tab. 3). Natomiast zawartość kolagenu jest podobna w obu grupach wielkościowych. Nie stwierdzono też statystycznie istotnych różnic w ilości wiązań wrażliwych na hydroksyloaminę oraz zawartości heksoz i heksozamin związanych z kolagenem, mimo że maksymalne napięcie cieplnego skurczu jest mniejsze w przypadku mniejszych kalmarów. Niewielkie, chociaż istotne statystycznie, zróżnicowanie twardości (3,9±0,17 N i 3,6±0,10 N) mięsa kalmarów o jed-

nakowym stadium dojrzałości gonad, pochodzących z tej samej partii surowca nie zależy przypuszczalnie od płci, lecz jest wynikiem różnic w wielkości odpowiednio samic (27 cm) i samców (25 cm).

Istotność wpływu wielkości kalmarów potwierdzono statystycznie na większym zbiorze wyników (tab. 1). Twardość jest też istotnie statystycznie ujemnie skorelowana z zawartością białka rzeczywistego oraz zawartością białek miofibrylarnych rozpuszczalnych w 5% roztworze NaCl (tab. 1).

Na przyczynę zróżnicowanej twardości gotowanego mięsa wskazywała też duża zmienność w zawartości kolagenu w mięsie kalmara i niektórych właściwościach tego białka. Nie stwierdzono jednakże korelacji lub bardzo niską (< 0.3) między twardością a zawartością kolagenu i jego rozpuszczalnością w buforze fosforanowym i cytrynianowym, rozpuszczalnością cieplną, temperaturą skurczu cieplnego kolagenu oraz maksymalnym naprężeniem skurczu mięsa. Z właściwości gotowanego mięsa z twardością skorelowane były tylko cieplne ubytki masy (tab. 1).

Podsumowanie

Wykazano, że gotowane mięso płaszczka małych kalmarów *Illex argentinus* traci mniej wycieku cieplnego i jest mniej twarde niż mięso dużych egzemplarzy z tej samej populacji. Nie stwierdzono natomiast istnienia korelacji pomiędzy zawartością i właściwościami kolagenu a twardością gotowanego mięsa płaszczka kalmarów o różnej wielkości, pochodzących z różnych połowów.

Praca była finansowana przez Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej w ramach Działalności Statutowej, umowa Nr 010611 T. 015 i Badań Własnych, umowa nr 011701 T. 021

LITERATURA

- [1] Anonymous.: Meat and meat products - Determination of L(-)-hydroxyproline content (Reference method). International Standard. ISO 3496.
- [2] Davey G.L., Gilbert K.V.: Temperature dependent cooking toughness in beef. J. Sci. Food Agric., **25**, 1974, 931.
- [3] Dunajski E.: Texture of fish muscle. J. Texture Studies, **10**, 1979, 301.
- [4] Kołodziejska I., Sikorski Z.E., Sadowska M.: Texture of cooked mantle of squid *Illex argentinus* as influenced by specimen characteristics and treatments. J. Food Sci., **52**, 1987, 932.
- [5] Kołodziejska I., Sikorski Z.E.: Muscle cathepsins of marine fish and invertebrates. Polish J. Food Nutr. Sci., **4/45**, 3, 1995, 1.
- [6] Kreuzer R.: Cephalopods: Handling, processing and products. FAO Fish. Tech. Paper, 1984, 254, Rome.

- [7] Kuo J-D., Chow Ch-J., Chu Y-J.: Toughness of squid mantle muscles as affected by the existence of collagen in the skin and surface membrane during heating. *Food Science Taiwan*, **23**, 1, 1996, 149. (*Food Sci. Technol. Abstracts*, **28**, 1996, 9R77).
- [8] LeBlanc E.L., LeBlanc R.J.: Determination of hydrophobicity and reactive groups in proteins of cod (*Gadus morhua*) muscle during frozen storage. *Food Chem.*, **43**, 1992, 3.
- [9] Li-Chan E., Nakai S., Wood D.F.: Relationship between functional (fat binding, emulsifying) and physicochemical properties of muscle proteins. Effects of heating, freezing, pH and species. *J. Food Sci.*, **50**, 1984, 1034.
- [10] Mochizuki Y., Mizuno H., Ogawa H., Ishimura K., Tsuchiya H., Iso H.: Changes of rheological properties of cuttlefish and squid meat by heat treatment. *Fisheries Science*, 1995, **61**, 680. (*Food Sci. Technol. Abstracts*, **28**, 1996, 11R61).
- [11] Otwell W.S., Giddings G.G.: Scanning electron microscopy of squid, *Loligo pealei*: Raw, cooked, and frozen mantle. *Marine Fisheries Rev.*, **42**, 7-8, 1980, 67.
- [12] Sadowska M., Sikorski Z.E.: Collagen in the tissues of squid *Illex argentinus* and *Loligo patagonica* - contents and solubility. *J. Food Biochem.*, **11**, 1987, 109.
- [13] Sadowska M., Pieklik M., Chudoba J.: Der Einfluss von Kollagen auf die rheologischen Eigenschaften von Kalmar Fleisch und Kalmar. *Fleischwirtschaft*, **45**, 1991, 8.
- [14] Sadowska M., Rudzki J., Sikorski Z.E.: Oznaczanie kolagenu w mięsie po krótkotrwałej hydrolizie kwasem nadchlorowym. *Roczniki IPMiT*, **20/21**, 1984/85, 137.
- [15] Sakai J., Matsumoto J.J.: Proteolytic enzymes of squid mantle muscle. *Comp. Biochem. Physiol.*, **68B**, 1981, 389.
- [16] Sikorski Z.E., Scott D.N., Buisson D.H.: The role of collagen in the quality and processing of fish. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **20**, 1984, 301.
- [17] Tsuchiya T., Yamada K., Matsumoto J.J.: Physico-chemical properties of squid myosin. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **44**, 1979, 181.
- [18] Wreede I., Stegemann H.: Determination of protein in the presence of large quantities of sodium-dodecyl-sulphate and mercapto-ethanol by the modified biuret method. *Fresenius Z. Anal. Chem.*, **308**, 1981, 431.

THE TEXTURE OF COOKED MANTLE MUSCLE OF THE SQUID *ILLEX ARGENTINUS*

S u m m a r y

In a lot of squid caught in the same season in one fishing are, the mantle muscles of smaller ones contain more myofibrillar and total protein than the mantle muscles of larger squid. Cooking loss and hardness of the cooked samples are smaller in smaller squid than in large ones. The hardness of the cooked mantle muscles is positively correlated with the length of the mantle and negatively with the contents of total and soluble myofibrillar proteins. No correlation has been found between the hardness of the cooked mantle meat and its collagen contents, solubility, and thermal properties of muscle collagen. ❏