

JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, BIOLOGY AND BIOECONOMY

wcześniej – formerly

Annales UMCS sectio EE Zootechnica

VOL. XXXVI (3)

2018

CC BY–NC–ND

DOI: 10.24326/jasbbx.2018.3.3

Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: aga_kali@wp.pl

KAMIŁA SAMCIK, AGNIESZKA KALINIAK, SYLWIA HAWRYLUK,
MAŁGORZATA DMOCH, GRZEGORZ SIEMIŃSKI,
PIOTR SKAŁECKI, ANNA WOLANCIUK

Wpływ przechowywania chłodniczego na jakość tusz pstrąga tęczowego

The effect of refrigerated storage on the quality of rainbow trout carcasses

Streszczenie. Celem pracy była ocena wpływu przechowywania chłodniczego na jakość tusz pstrąga tęczowego. Badaniami objęto 18 pstrągów odłowionych w gospodarstwie rybackim w województwie lubelskim. Dokonano pomiarów właściwości fizykochemicznych: pH i wodochłonności tkanki mięśniowej (WHC), barwy skóry i fileta, aktywności (a_w) i zawartości wody w filetach, twardości i ubytków masy tusz. Wyróżniki sensoryczne i indeks jakości oceniono według systemu QIM. W okresie przechowywania nastąpił istotny spadek wodochłonności i zawartości wody w filetach oraz istotny ubytek masy tusz, a skóra ryb przybrała istotnie ciemniejszą barwę. Indeks jakości (QIM) po uśmierceniu ryb oceniono na 0 pkt, po 24 h wyniósł 2 pkt, a po 48 h 4 pkt. Instrumentalne pomiary właściwości fizykochemicznych wraz z wynikami oceny wyróżników sensorycznych metodą QIM, wskazują na pogorszenie jakości ryb przechowywanych w warunkach chłodniczych w ocenianym okresie.

Słowa kluczowe: pstrąg tęczowy, świeżość, właściwości fizykochemiczne, QIM, przechowywanie

WSTĘP

Rosnący popyt i rozwój nowych technologii przyczyniły się do zwiększenia produkcji ryb hodowanych w gospodarstwach rybackich. W Polsce najczęściej hodowaną rybą

z rodziny łososiowatych jest pstrąg tęczowy, ceniony ze względu na szybkie tempo wzrostu [Antychowicz i Mazur 2010].

Konsumenci coraz częściej zastępują przetworzone produkty rybne, rybami świeżymi i mrożonymi. W konsumpcji ryb świeżych bardzo ważnym elementem jest świeżość mięsa ryb oceniana organoleptycznie i instrumentalnie. Czas przechowywania chłodniczego ryb ma znaczący wpływ na zmiany jakości sensorycznej oraz wskaźników fizykochemicznych [Litwińczuk i in. 2014]. Ryby najczęściej chłodzi się lodem w stosunku 1 : 1, czasem przez zanurzenie w ochłodzonej solance lub przez natrysk zimną solanką. Ryby świeże powinny być schłodzone do temperatury od -1 do $+5^{\circ}\text{C}$ w głębi tuszy. Trwałość ryb przechowywanych w warunkach chłodniczych od $+1$ do $+2^{\circ}\text{C}$ w zależności od gatunku wynosi ok. 7 dni [Rywotycycki 2005, Sikorski 2004].

Celem pracy była ocena wpływu przechowywania chłodniczego do 48 h po uśmierceniu ryb na jakość tusz pstrąga tęczowego.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badaniami objęto 18 pstrągów tęczowych (w wieku +1 rok) utrzymywanych w systemie intensywnym (w basenach betonowych) w gospodarstwie rybackim położonym na terenie województwa lubelskiego. Po odłowieniu ryby ogłuszano i uśmiercano. Za pomocą liniału mierniczego mierzono [cm] długość całkowitą ryby, długość ciała i długość boczną głowy. Wysokość głowy, największą i najmniejszą wysokość ciała oraz szerokość ciała mierzono suwakiem metrycznym. Następnie ryby patroszono, a wydajność rzeźną zdefiniowano jako stosunek masy tuszy do całkowitej masy ryby. Na podstawie długości całkowitej oraz masy osobników obliczono indeks kondycji Fultona wg wzoru:

$$\text{Indeks kondycji} = 100 \times \text{masa całkowita (g)} / \text{całkowita długość ciała (cm)}^3$$

Ocena jakości sensorycznej ryb obejmowała ocenę skóry, oczu, skrzel i jamy brzusznej zgodnie z metodyką QIM (Quality Index Method) z wykorzystaniem systemu punktowego w skali od 0 do 3 [Martinsdóttir i in. 2001]. Punktacja za wszystkie elementy była sumowana do przedstawienia ogólnego wyniku, tzw. wskaźnika jakości (Quality Index). Im wskaźnik jest niższy, tym jakość ryby wyższa. Oceniane pstrągi tęczowe przechowywano w warunkach chłodniczych (w temp. $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$). Badania fizykochemiczne obejmowały pomiar pH za pomocą pH-metru CP-401 waterproof. Aktywność wody (a_w) oznaczono aparatem HygroLab, firmy ROTRONIC. Ocenę sensoryczną, pomiary instrumentalne i fizykochemiczne wykonywano po 1 h oraz 24 i 48 h od uśmiercenia ryb.

Barwę skóry ryb i filetów oceniono instrumentalnie za pomocą kolorymetru Minolta CR-310, według systemu CIE [2004], uwzględniając jej jasność L^* , udział barwy czerwonej a^* oraz udział barwy żółtej b^* . Ponadto kontrolowano masę tusz patroszonych podczas przechowywania. Teksturę oznaczono za pomocą uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej Zwick/RoellProline BDO-FB0.5TS (Zwick GmbH and Co, Ulm, Niemcy). Zawartość wody w tkance mięsniowej oznaczono metodą referencyjną wg PN-ISO 1442:2000.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancji, w programie STATISTICA ver. 6. W tabelach i na wykresach podano średnie wartości dla poszczególnych cech oraz odchylenie standardowe. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami dla ocenianych grup wyznaczono testem Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono wyniki wybranych pomiarów morfometrycznych ocenianych pstrągów tęczowych. Masa całkowita ryb wyniosła 420 g, przy długości całkowitej 33 cm. Antychowicz i Mazur [2010] wskazują, że pstrągi tęczowe o masie ciała od 200 do 500 g są najchętniej pozyskiwane przez konsumentów detalicznych, choć w ostatnich latach wzrasta również zainteresowanie pstrągami o masie powyżej 1500 g [Kuźmiński 2012]. SkałECKI i in. [2013a, b] uzyskali podobne do prezentowanych w niniejszej pracy wyniki pomiarów biometrycznych pstrągów tęczowych.

Zależność między długością całkowitą a masą ryb może różnić się znacząco w obrębie jednego gatunku, zwłaszcza w przypadku różnego pochodzenia, żywienia czy sezonu pozyskania [Kimmerer i in. 2005]. Wskaźnik kondycji może być przydatny do porównania warunków życia, otluszczenia i dobrostanu ryb [Mir i in. 2012]. U osobników będących w dobrym stanie przyjmuje wartość powyżej 1, natomiast w gorszym – poniżej 1 [Shah i in. 2013]. Wartość współczynnika kondycji w prezentowanych badaniach wyniosła 1,17 (tab. 1). Wiśniewska i in. [2012], którzy oceniali pstrągi dwóch sortymentów w gospodarstwach o różnych technologiach chowu, przyjęli, że wartość wskaźnika Ful-tona $> 1,20$ określa ryby o bardzo dobrej kondycji, wskaźnik w zakresie 1,00–1,20 – ryby o dobrej kondycji, zaś o wartości $< 1,00$ – ryby o przeciętnej lub słabej kondycji (a w skrajnym przypadku – ryby wychudzone lub chore).

Wydajność rzeźna badanych ryb wyniosła 88% (tab. 1). Tkaczewska i Migdał [2012] uzyskali niższe wartości wydajności rzeźnej pstrągów tęczowych (66–67%), natomiast Jobling [2001] podaje przedział wydajności ryb łososiowatych na poziomie 50–65%. Zróżnicowanie wydajności rzeźnej może wynikać z odmiennego sposobu obróbki. W prezentowanych badaniach ryby nie były pozbawiane głowy. Cocan i in. [2000] w czasie obróbki ryb przeprowadzonej w podobny sposób uzyskali wydajność rzeźną na poziomie 89–90%.

Wartość pH świeżo złowionych ryb wykazuje odczyn lekko zasadowy (7–7,5) i u większości ryb nie spada poniżej 6,2 [Sikorski 2004]. Ze względu na małą zawartość glikogenu w tkance mięśniowej ryb (0,3 %), niższe wartości pH ($< 6,0$) stwierdza się bardzo rzadko [Fan i in. 2008]. Stopień zakwaszenia filetów badanych ryb nieznacznie zmniejszył w czasie przechowywania (tab. 2). Uzyskane wartości pH (w zakresie 6,2–6,4) były zbliżone do otrzymanych u świeżych pstrągów tęczowych przez Fallah i in. [2011] (6,2) oraz SkałECKIEGO i in. [2013b] ($\text{pH}_{24} = 6,38$). Natomiast wyniki pomiaru pH tkanki mięśniowej pstrągów tęczowych uzyskane przez SkałECKIEGO i in. [2013c] potwierdziły

tendencję spadkową tego parametru w ocenianym 48-godzinnym okresie. Abbas i in. [2008] zaobserwowali z kolei zakwaszenie mięsa ryb w pierwszych dniach przechowywania w lodzie.

Tabela 1. Wyniki wybranych pomiarów morfometrycznych, indeks kondycji i wydajność rzeźna ocenianych pstrągów tęczowych

Table 1. Results of selected morphometric measurements, Fulton coefficient and slaughter yield of rainbow trout

Wyszczególnienie Specification	\bar{x}	SD
Masa ryby (g) Body weight (g)	420,47	40,79
Masa tuszy (g) Carcass weight (g)	371,67	33,70
Masa głowy (g) Head weight (g)	66,64	7,56
Długość całkowita (cm) Total length (cm)	33,00	0,93
Długość ciała (cm) Body length (cm)	28,33	0,93
Długość boczna głowy (cm) Side length of the head (cm)	5,06	0,53
Wysokość głowy (cm) Height of the head (cm)	4,83	0,43
Długość przedgrzbietowa (cm) Predorsal distance (cm)	14,27	0,90
Długość zagrzbietowa (cm) Postdorsal distance (cm)	10,11	0,85
Największa wysokość ciała (cm) The largest height of body (cm)	7,98	0,03
Najmniejsza wysokość ciała (cm) The smallest height of body (cm)	3,02	0,08
Długość trzonu ogonowego (cm) Length of caudal peduncle (cm)	3,43	0,64
Szerokość ciała (cm) Width of the body (cm)	3,84	0,24
Indeks kondycji Fulton coefficient	1,17	0,03
Wydajność rzeźna (%) Slaughter yield (%)	88,45	1,78

Tabela 2. Zmiany właściwości fizykochemicznych pstrągów tęczowych podczas przechowywania w warunkach chłodniczych ($\bar{X} \pm SD$)Table 2. Changes in physicochemical traits of rainbow trout during storage under refrigeration conditions ($\bar{X} \pm SD$)

Wyszczególnienie Specification		Ocena ryb – The assessment of fish		
		po złowieniu after catching	po 24 h przechowywania after 24 h of storage	po 48 h przechowywania after 48 h of storage
pH tkanki mięśniowej pH of fish muscle tissue		6,38 \pm 0,08	6,30 \pm 0,12	6,24 \pm 0,08
Barwa skóry Colour of skin	L*	67,62 ^B \pm 3,94	58,57 ^A \pm 3,50	59,97 ^A \pm 2,14
	a*	2,81 \pm 1,52	3,10 \pm 1,11	2,04 \pm 0,51
	b*	7,81 \pm 1,66	7,30 \pm 1,41	6,28 \pm 0,58
Barwa Filet Colour of Fillet	L*	55,00 \pm 0,98	57,38 \pm 2,89	55,31 \pm 1,58
	a*	11,79 \pm 1,13	10,75 \pm 2,12	12,30 \pm 0,70
	b*	15,79 \pm 2,99	20,39 \pm 10,34	15,24 \pm 4,88

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w wierszach różnią się statystycznie istotnie A, B, C – $p \leq 0,01$
Means in rows marked different letters differ significantly A, B, C – at $p \leq 0,01$

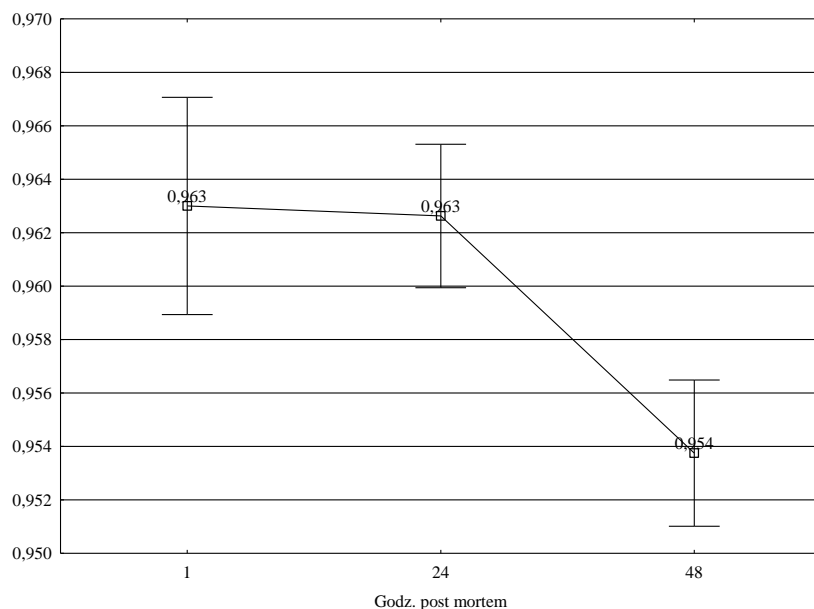
Tempo przemian pośmiertnych tkanki mięśniowej (zakwaszenie i czas wystąpienia *rigor mortis*) jest istotnie uzależnione od sposobu pozyskania ryb. Erikson i Misimi [2008] stwierdzili w tkance mięśniowej łososia atlantyckiego po uśpieniu ryb wyższe pH (ok. 7,5) w porównaniu z pH tkanki ryb wyczerpanych (ok. 6,7).

Jedną z najważniejszych dla konsumentów cech filetów ryb jest ich barwa, która pozwala na wstępną ocenę produktu i ma duży wpływ na jego późniejszą akceptację [Skibniewska i in. 2012]. Do oceny barwy skóry i mięsa ryb przydatne są zarówno parametry achromatyczne (np. jasność), jak i chromatyczne (wartość a^* i b^* oraz nasycenie C^* i odcień h°) [Pavlidis i in. 2006]. Skóra badanych ryb bezpośrednio po złowieniu była istotnie ($p \leq 0,01$) jaśniejsza niż po upływie 24 i 48 h. Wartość parametrów a^* i b^* nie różniła się istotnie między kolejnymi pomiarami przechowywania chłodniczego. Litwińczuk i in. [2014] odnotowali spadek jasności i wzrost wartości parametrów chromatycznych (a^* i b^*) skóry pstrągów tęczowych, wiążąc te zmiany z dehydracją ryb (wysychaniem tkanek w warstwie powierzchniowej).

Barwa tkanki mięśniowej ryb jest cechą gatunkową i zależy od ilości mięśni czerwonych, jak również udziału barwników, tj. mioglobiny, hemoglobiny oraz karotenoidów. Istotny jest także stan barwników hematynowych, gdyż utlenianie powoduje ich brązowienie [Chwastowska-Siwiecka i in. 2016]. Przeprowadzona analiza statystyczna wyników badań własnych wskazuje na brak istotnych zmian w zakresie jasności i barwy filetów (tkanki mięśniowej) pstrągów tęczowych w czasie przechowywania chłodniczego. Bugeon i in. [2010] odnotowali w filetach pstrągów hodowlanych zbliżony udział barwy

czerwonej (13,3–13,8) i żółtej (18,1–18,3), ale mniejszą jasność (43,5–46,1), w porównaniu z prezentowanymi wynikami badań. Z kolei Martelli i in. [2014] odnotowali wartość parametrów L^* a^* b^* filetów pstrągów tęczowych na poziomie odpowiednio 31,68–41,22, 7,83–10,66 oraz 10,40–14,32.

Aktywność wody decyduje w dużej mierze o przebiegu procesów biologicznych i reakcji chemicznych w produktach rybnych podczas przechowywania. Aktywność wody a_w jest drugim pod względem ważności czynnikiem regulującym tempo wzrostu mikroflory i tym samym wpływającym na rozkład żywności. Skuteczne jej zahamowanie następuje przy a_w 0,90 [Rywotycki 2005]. Jednakże jej wartość w rybach świeżo złowionych jest na ogół wyższa niż 0,95, czyniąc je bardziej podatnymi na zmiany mikrobiologiczne [Abbas i in. 2009]. Na rysunku 1 przedstawiono zmiany aktywności wody filetów ocenianych pstrągów w trakcie przechowywania. Próbkę filetów odznaczały się spadkiem aktywności wody z 0,963 tuż po złowieniu do 0,954 w 48 h *post mortem*.

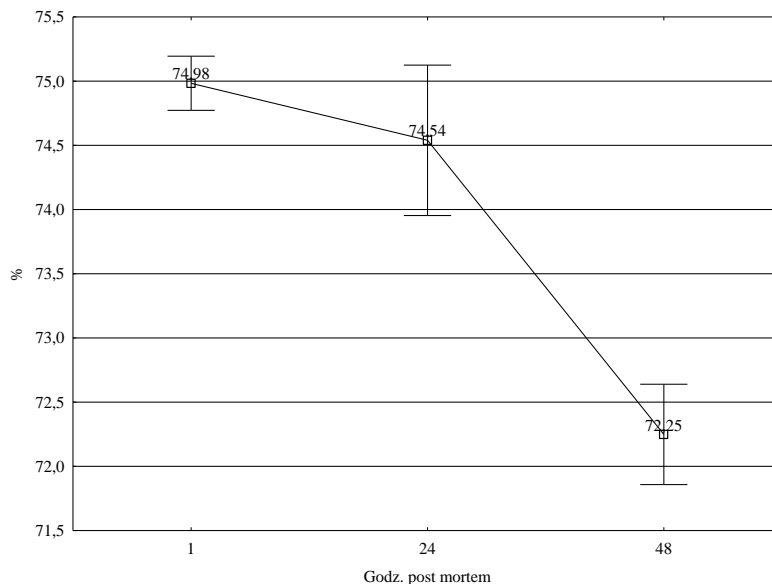


Rys. 1. Zmiany aktywności wody filetów pstrągów tęczowych w trakcie przechowywania chłodniczego

Fig. 1. Changes in water activity of rainbow trout fillets during refrigerated storage

Po śmierci dochodzi do osłabienia błon strukturalnych tkanki mięśniowej oraz utrzymywania wody przez miofilamenty [Skąlecki i in. 2008]. W okresie 48 h przechowywania chłodniczego doszło do istotnego ($p \leq 0,01$) spadku zawartości wody z 74,98 do 72,25% (rys. 2). Zawartość wody w prezentowanych wynikach badań była zbliżona

do podawanej przez innych autorów dla tego gatunku ryby [Kołakowska i Kołakowski 2001, Fallah i in. 2011, Skibniewska i in. 2012, Martelli i in. 2014].

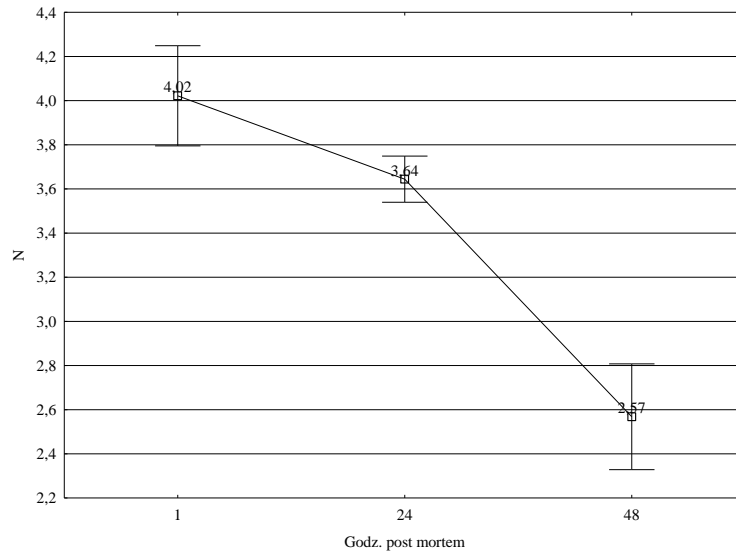


Wartości średnie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$
Means differ significantly at $p \leq 0,01$

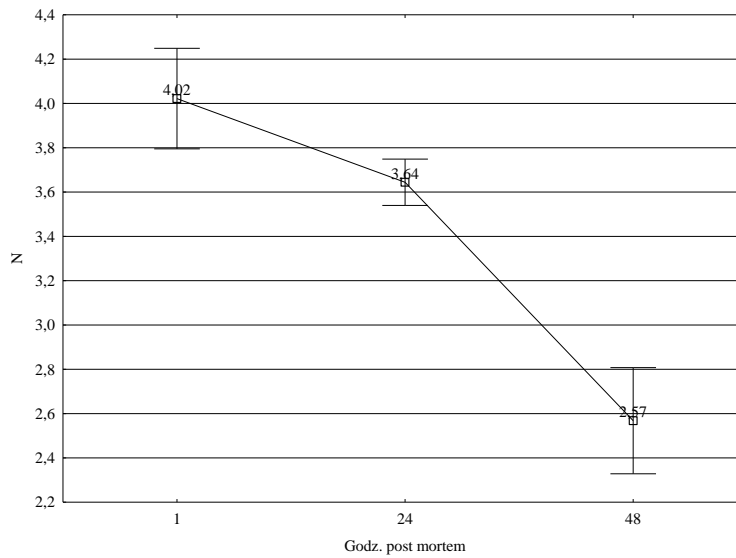
Rys. 2. Zmiany zawartości wody w filetach pstrągów tęczowych w trakcie przechowywania chłodniczego (%)

Fig. 2. Changes in water content in rainbow trout fillets during refrigerated storage (%)

Twardość (kruchość) to jeden z wyróżników charakteryzujących właściwości mechaniczne produktu. Jest cechą obrazującą siłę niezbędną do deformacji lub penetracji w głąb produktu. Analizując wyniki przedstawione na rysunku 3, stwierdzono spadek twardości tusz ocenianych pstrągów w trakcie przechowywania z wartości 4,02 N – bezpośrednio po złowieniu – do 2,57 N – po 48 h przechowywania. Otrzymane wyniki były zbliżone do uzyskanych przez Martelli i in. [2014] dotyczących filetów pstrągów tęczowych (3,56–4,51 N). Autorzy ci wykazali ponadto, że twardość filetów była istotnie dodatnio skorelowana z zawartością tłuszczu w mięsie, a istotnie ujemnie z zawartością białka i popiołu.



Rys. 3. Zmiany twardości tusz pstrągów tęczowych w trakcie przechowywania chłodniczego (N)
Fig. 3. Changes in hardness of rainbow trout carcasses during refrigerated storage (N)

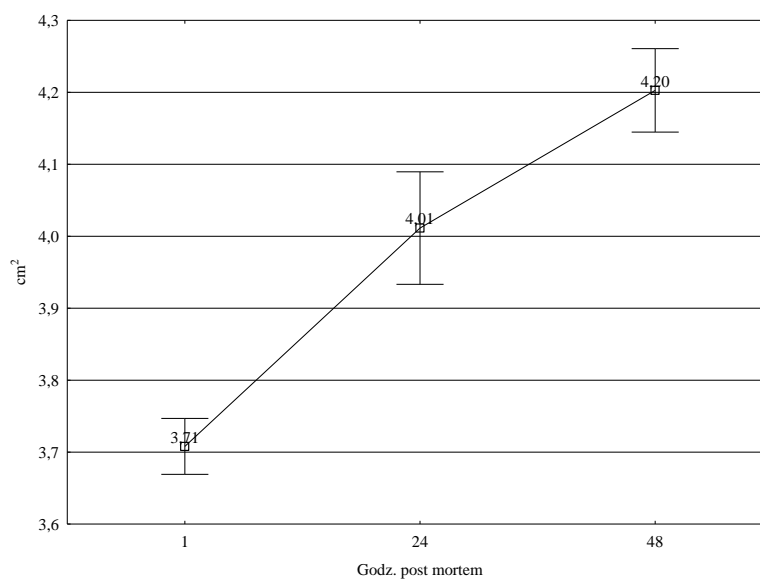


Wartości średnie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$
Means differ significantly at $p \leq 0,01$

Rys. 4. Ubytek masy tusz pstrągów tęczowych w trakcie przechowywania chłodniczego (%)
Fig. 4. The loss of carcass weight of rainbow trout during refrigerated storage (%)

Zmiany sensoryczne występujące w rybach są wynikiem częściowej dehydratacji i przemian zachodzących w ich tkankach. Stwierdzono istotne ($p \leq 0,01$) zwiększanie się ubytków masy tusz w czasie przechowywania (rys. 4). Ubytek w 24 h *post mortem* wynosił 1,13%, natomiast w 48 h p.m. – 2,35%. Litwińczuk i in. [2014] odnotowali u pstrągów tęczowych przechowywanych w warunkach chłodniczych ubytki masy tuszy odpowiednio 2,21 i 3,63% w 24 i 48 h przechowywania.

Wodochłonność decyduje o przydatności technologicznej mięsa, kształtuje jego cechy sensoryczne, wpływa na trwałość barwy, teksturę oraz ubytki podczas obróbki termicznej. Bezpośrednio po uboju tkanka mięśniowa wykazuje najwyższą wodochłonność, a wraz z zachodzącymi przemianami pośmiertnymi jej wartość spada. Na podstawie analizy wyników zamieszczonych na rysunku 5 stwierdzono, iż badane próbki mięsa charakteryzowały się istotnym ($p \leq 0,01$) wzrostem wartości wycieku wymuszonego, co świadczy o spadku wodochłonności tkanki mięśniowej filetów w czasie przechowywania chłodniczego. Uzyskane wartości (3,71 do 4,20 cm^2) wskazują na dobrą zdolność utrzymania wody własnej przez tkankę mięśniową filetów. Martelli i in. [2014] odnotowali w filetach pstrągów tęczowych WHC na poziomie 9,74–11,04 cm^2 , Chwastowska-Siwiecka i in. [2016] u suma afrykańskiego stwierdzili wodochłonność wynoszącą $7,96 \pm 1,45 \text{ cm}^2$, natomiast u lina Gai i in. [2014] odnotowali wartości w zakresie 9,62–18,44 cm^2 . Ci ostatni autorzy zanotowali ponadto wzrost powierzchni wycieku w ciągu 7 dni przechowywania chłodniczego (+2°C).



Wartości średnie różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,01$
Means differ significantly at $p \leq 0,01$

Rys. 5. Wodochłonność filetów pstrągów tęczowych w trakcie przechowywania chłodniczego (cm^2)
Fig. 5. Water holding capacity of rainbow trout fillets during refrigerated storage (cm^2)

Tabela 3. Wyniki oceny sensorycznej pstrągów tęczowych wg QIM
 Table 3. The results of sensory evaluation of rainbow trout according to QIM

Parametr jakości Quality parameter		Ocena tusz – The assessment of carcasses		
		1 h po złowieniu 1 h after catching	po 24 h przechowywania after 24 h of storage	po 48 h przechowywania after 48 h of storage
Skóra skin	barwa/ wygląd color/ appearance	0	0	0
	śluz mucus	0	0	0
	zapach odor	0	0	0
	tekstura texture	0	1	2
Oczy Eyes	żrenica pupil	0	0	0
	kształt form	0	0	1
Skrzela Gills	barwa colour	0	1	1
	śluz mucus	0	0	0
	zapach odor	0	0	0
Jama brzuszną Abdomen	krw blood	0	0	0
	zapach odor	0	0	0
Suma punktów (QI) Total points (QI)		0	2	4

W tabeli 3 przedstawiono wyniki oceny sensorycznej pstrągów tęczowych wg metody QIM. W pierwszym dniu po złowieniu wszystkie cechy jakościowe ryb oceniane niniejszą metodą uzyskały 0 pkt. Pstrągi tęczowe po 24 h przechowywania zostały ocenione na łączną sumę 2 pkt. Po tym czasie zaobserwowano nieznaczne pogorszenie tekstury oraz zmianę barwy skrzeli (z czerwonej/ciemnobrązowej na jasnoczerwoną, różową/jasnobrązową). Po 48 h barwa skrzeli nie uległa zmianie, natomiast nastąpiło wyraźne pogorszenie tekstury (miejsce po naciśnięciu palcem pozostawało widoczne przez ok. 2 s), a żrenice stały się płaskie. Litwińczuk i in. [2014] zaobserwowali bardziej znaczące pogorszenie jakości pstrągów w czasie przechowywania chłodniczego – ryby po 24 i 48 h od uśmiercenia oceniono na odpowiednio na 3 i 9 pkt. Rezaei i Hosseini [2008]

stwierdzili, że podczas przechowywania w lodzie pstrągi tęczowe zachowują wysoką jakość do 4. dnia przechowywania, a za niezdatne do spożycia można uznać je dopiero 12. dnia przechowywania, co jest związane przede wszystkim ze zmianą zapachu skrzelii, a w mniejszym stopniu z pogarszającym się ogólnym wyglądem oraz barwą żreńnic.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone instrumentalne pomiary właściwości fizykochemicznych wskazują na zmianę świeżości ryb w czasie początkowych 48 h *post mortem*. W tym okresie nastąpił istotny spadek wodochłonności i zawartości wody w filetach oraz istotny ubytek masy tusz, a skóra ryb przybrała istotnie ciemniejszą barwę. Potwierdzeniem zmian w zakresie świeżości tusz były wyniki oceny sensorycznej wg metody QIM.

PIŚMIENNICTWO

- Abbas K.A., Mohamed A., Jamilah B., Ebrahimian M., 2008. A Review on Correlations between Fish Freshness and pH during Cold Storage. *Am. J. Biochem. Biotechnol.* 4(4), 416–421.
- Abbas K.A., Saleh A.M., Mohamed A., Lasekan O., 2009. The relationship between water activity and fish spoilage during cold storage: A review. *J. Food Agric. Environ.* 7(3/4), 86–90.
- Antychowicz J., Mazur W., 2010. Podstawy hodowli ryb łososiowatych. *Życie Wet.* 85(10), 845–848.
- Bugeon J., Lefevre F., Cardinal M., Uyanik A., Davenel A., Haffray P., 2010. Flesh quality in large rainbow trout with high or low fillet yield. *J. Muscle Foods* 21(4), 702–721.
- Chwastowska-Siwiecka I., Skiepmo N., Pomianowski J.F., Kondratowicz J., 2016. Pomiary morfometryczne i ocena jakości mięsa suma afrykańskiego. *Med. Weter.* 72(2), 102–109.
- CIE, 2004. *Colorimetry* (3rd ed.). Commission International de l'Eclairage, Vienna.
- Cocan D., Miresan V., Raducu C., 2000. Results on the patterns of growth and morpho-productive indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in two different systems. *Lucrări Științifice, Seria Zootehnie* 55, 283–288.
- Erikson U., Misimi E., 2008. Atlantic Salmon skin and fillet color changes effected by perimortem handling stress, *rigor mortis*, and ice storage. *J. Food Sci.* 73, 2, C50–C59.
- Fallah A.A., Saei-Dehkordi S.S., Nematollahi A., 2011. Comparative assessment of proximate composition, physicochemical parameters, fatty acid profile and mineral content in farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Int. J. Food. Sci. Technol.* 46, 767–773.
- Fan W., Chi Y., Zhang S., 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice. *Food Chem.* 108, 148–153.
- Gai F., Gasco L., Ortoffi M., Gonzales-Rodriguez A., Parisi G., 2014. Effects of green tea natural extract on quality parameters and lipid oxidation during storage of tench (*Tinca tinca*) filets. *J. Appl. Ichthyol.* 30(1), 64–71.
- Jobling M., 2001. Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. W: D. Houlihan, T. Boujard, M. Jobling (red.), *Food intake in Fish*. Blackwell Sciences Ltd, Oxford.

- Kimmerer W., Avent S.R., Bollens S.M., Feyrer E., Grimaldo L.F., Moyle P.B., Nobriga M., Visintainer T., 2005. Variability in Length-Weight Relationships Used to Estimate Biomass of Estuarine Fish from Survey Data. *Trans. Am. Fish. Soc.* 134, 481–495.
- Kołąkowska A., Kołąkowski E., 2001. Szczególne właściwości żywieniowe ryb. *Przem. Spoż.* 6, 10–12.
- Kuźmiński H., 2012. Populacje samicze pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*) w polskiej akwakulturze. Materiały XXXVII Krajowej Konferencji-Szkolenia dla Hodowców Ryb Łososiowatych, Rumia, 11–12 października, 165–174.
- Litwińczuk A., Skąlecki P., Florek M., Staszowska A., Kaliniak A., Zaborska A., 2014. Wykorzystanie metody QIM do oceny świeżości pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) przechowywanego w warunkach chłodniczych. *Zesz. Nauk. Akad. Morskiej w Gdyni* 86, 252–257.
- Martelli R., Franci O., Lupi P., Faccenda F., Parisi G., 2014. Physico-chemical traits of raw and cooked fillets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from different strains and farms. *Ital. J. Anim. Sci.* 13(3417), 693–702.
- Martinsdóttir E., Sveinsdóttir K., Luten J., Schelvis-Smit R., Hyldig G., 2001. Sensory evolution of fish freshness. *Ijmuiden, QIM Eurofish*, ss. 49.
- Mir J.I., Sarkar U.K., Dwivedi A.K., Gusain O.P., Pal A., Jena J.K., 2012. Pattern of Intrabasin Variation in Condition Factor, Relative Condition Factor and Form Factor of an Indian Major Carp, *Labeo rohita* (Hamilton-Buchanan, 1822) in the Ganges Basin, India. *Eur. J. Biol. Sci.* 4(4), 126–135.
- Pavlidis M., Papandroulakis N., Divanach P., 2006. A method for the comparison of chromaticity parameters in fish skin: Preliminary results for coloration pattern of red skin Sparidae. *Aquaculture* 258, 211–219.
- Rezaei M., Hosseini S.F., 2008. Quality assessment of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled storage. *J. Food Sci.* 6, 93–96.
- Rywotycki R., 2005. Wpływ czynników ilościowo-jakościowych, przetwórczych oraz chłodniczych kształtujących wartości surowców rybnych dla konsumentów. *Chłodnictwo* 40(5), 45–48.
- Shah T.H., Balkhi M.H., Asimi O.A., Khan I., 2013. Length weight relationship and ponderal index of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) from Dachigam stream in Kashmir. *Afr. J. Agric. Res.* 8(14), 1277–1279.
- Sikorski Z.E., 2004. Wskaźniki świeżości ryb. W: *Ryby i bezkręgowce morskie*. WNT, Warszawa.
- Skąlecki P., Florek M., Litwińczuk A., Staszowska A., Kaliniak A., 2013a. Wartość użytkowa i skład chemiczny mięsa karpia (*Cyprinus carpio* L.) i pstrągów tęczowych (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) pozyskanych z gospodarstw rybackich regionu lubelskiego. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.* 2(9), 57–62.
- Skąlecki P., Florek M., Litwińczuk A., Zaborska A., 2013b. Wartość użytkowa i jakość mięsa pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*) z uwzględnieniem masy ryb. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.* 9(1), 69–73.
- Skąlecki P., Florek M., Staszowska A., Kaliniak A., 2013c. Wartość użytkowa i jakość mięsa pstrągów tęczowych (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) z chowu ekstensywnego i intensywnego. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.* 3(9), 59–67.

- Skalecki P., Litwińczuk A., Florek M., Kędzierska-Matysek M., Domaradzki P., 2008. Ocena wartości użytkowej i jakościowej mięsa dwóch gatunków ryb morskich. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.* 4(4), 169–173.
- Skibniewska K.A., Zakrzewski J., Siemianowska E., Warechowska M., Wojtkowiak K., 2012. Wpływ technologii chowu na skład chemiczny tkanki mięśniowej pstrąga tęczowego. W: J. Szarek, K.A. Skibniewska, J. Zakrzewski, J. Guziur (red.), *Narzędzia oceny stosowanych w Polsce technologii chowu pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) w świetle badań własnych*. Broszura wydana w ramach projektu Programu Operacyjnego „Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich 2007–2013” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej, Olsztyn, 22–27.
- Tkaczewska J., Migdał W., 2012. Porównanie wydajności rzeźnej, zawartości podstawowych składników odżywczych oraz poziomu metali ciężkich w mięśniach pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*) pochodzącego z różnych rejonów Polski. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 5(84), 177–186.
- Wiśniewska A.M., Guziur J., Dobosz S., Goryczko K., Szarek J., Zakrzewski J., 2012. Metodyka oceny wskaźników hodowlano-użytkowych pstrągów handlowych z obiektów o zróżnicowanej technologii produkcji. W: J. Szarek, K.A. Skibniewska, J. Zakrzewski, J. Guziur (red.), *Narzędzia oceny stosowanych w Polsce technologii chowu pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) w świetle badań własnych*, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Pracownia Wydawnicza „ElSet”, Olsztyn.

Summary. The aim of the study was to evaluate the effect of refrigerated storage on the quality of rainbow trout carcasses. The study involved 18 fishes caught in a fishing farm in the Lublin province. Instrumental measurements of physicochemical properties were made: pH of meat, color of skin and fillet, water activity (a_w) and water content in fillets, hardness of carcass and loss of carcass weight, as well as water holding capacity (WHC) of muscle tissue. In addition, sensory characteristics were evaluated using QIM system. During the storage period, there was a significant decrease in WHC and water content in fillets as well as a significant loss of carcass weight, while the skin of the fish took on a significantly darker color. The quality index (QIM) after fish killing amounted to 0 pts, after 24 h – 2 pts, and after 48 h – 4 pts. Instrumental measurements of physicochemical properties along with the results of the sensory characteristics evaluation using the QIM method indicate a change in the freshness of fish stored in refrigeration conditions during the evaluated period.

Key words: rainbow trout, freshness, physicochemical properties, QIM, storage

Otrzymano:/ Received: 23.09.2018

Zaakceptowano:/ Accepted: 5.11.2018