

JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, BIOLOGY AND BIOECONOMY

wcześniej – formerly
Annales UMCS sectio EE Zootechnica

VOL. XXXV (4)

2017

CC BY–NC–ND

DOI: 10.24326/jasbbx.2017.4.3

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

PIOTR SKAŁECKI, MARIUSZ FLOREK, AGNIESZKA KALINIAK

Wartość użytkowa ryb polskiej akwakultury

Value in use of fishes from Polish aquaculture

Streszczenie. W opracowaniu przedstawiono wartość użytkową wybranych gatunków ryb krajowej akwakultury ze szczególnym uwzględnieniem ich wartości odżywczej. Największy udział części jadalnych, tzn. tuszy, stwierdzono u sandacza (powyżej 70%), a w przypadku szczupaków, pstrągów tęczowych oraz amura białego udział tego elementu był mniejszy i mieścił się w zakresie 66,5–67,94%. Mniejszy udział tuszy stwierdzono natomiast u pozostałych ryb karpiowatych, tzn. tołpygi pstrej (54,86%) i karpia (56,44%). Wyniki oznaczonego składu chemicznego tkanki mięśniowej ocenianych ryb słodkowodnych wskazują, że udział białka wahał się od ok. 17% u gatunków karpiowatych do ponad 21% u ryb drapieżnych. Stwierdzony udział lipidów mieścił się w szerokim zakresie, tzn. od poniżej 1% (okoń, sandacz i szczupak) aż do blisko 10% (tołpyga pstra). Do ryb tłustych należy zatem zaklasyfikować tołpygę pstrą, do ryb średnio tłustych pozostałe gatunki karpiowatych i pstrąga tęczowego, natomiast do ryb chudych sandacza i szczupaka. Stwierdzono zróżnicowanie wartości energetycznej tkanki mięśniowej ryb, od 516 kJ/100 g w przypadku amura białego do 792 kJ/100 g u tołpygi pstrej. Najwyższą wartość indeksu jakości żywieniowej (NQI) dla białka (6,90) przy jednocześnie najniższym takim indeksie dla tłuszczu (0,09) stwierdzono w przypadku sandacza. Odwrotną zależność, tzn. najwyższy NQI dla tłuszczu (1,45) i najniższy NQI dla białka (3,71), stwierdzono natomiast u tołpygi pstrej. Podsumowując zestawione dane, należy stwierdzić, że ryby pozyskane z krajowej akwakultury powinny w większym stopniu stać się integralną częścią zbilansowanej diety Polaków. Korzystny efekt konsumpcji ryb krajowych wynika bowiem z ich wysokiej wartości odżywczej związanej z wysoką zawartością białka i jego wartości żywieniowej.

Słowa kluczowe: ryby, wartość użytkowa, tkanka mięśniowa, wartość odżywcza

WPROWADZENIE

Przeciętne spożycie ryb *per capita* na świecie zwiększyło się sukcesywnie z 9,9 kg w 1960 r. do 14,4 kg w 1990 i 19,7 kg w 2013, obecnie szacowane jest na poziomie prze-

kraczącym 20 kg. Akwakultura to aktualnie najszybciej i najprężniej rozwijająca się na świecie dziedzina gospodarki żywnościowej. Światowym liderem w produkcji ryb z akwakultury są Chiny, natomiast Unia Europejska pozostaje wciąż największym pojedynczym rynkiem ryb importowanych [FAO 2016]. W roku 2014 globalna produkcja akwakultury (bez organizmów roślinnych) wyniosła 73,8 mln ton, w tym blisko 64% stanowiła produkcja w akwenach śródlądowych. Po raz pierwszy w historii w omawianym roku globalne spożycie ryb konsumpcyjnych z hodowli było większe w porównaniu ze spożyciem ryb dziko żyjących [FAO 2016].

W ostatnim okresie obserwowano wzrost produkcji większości gatunków ryb z krajowej akwakultury, w tym dwóch głównych – decydujących o ogólnej produkcji – karpia i pstrąga. Odnotowano również istotny wzrost produkcji (o 42,3%) ryb określanych jako pozostałe, zarówno tych z chowu stawowego, jak i systemów recyrkulacyjnych. Takimi gatunkami dodatkowymi są głównie ryby roślinożerne (tołpyga biała i pstra, amur biały), drapieżne (szczupak, sandacz, sum europejski, okoń), a także lin, karaś, boleń, jaź, sieja, płoć i jesiotr [Hryszko 2015].

Na jakość finalnego produktu chowu i hodowli ryb konsumpcyjnych wpływa szereg czynników, wśród których można wyróżnić: genetyczne (np. płeć, przynależność do danej linii hodowlanej lub odmiany lokalnej), fizjologiczne (wiek, stopień dojrzałości płciowej, aktywność metaboliczna zależna od pory roku, kondycja i stan zdrowotny) oraz środowiskowe (jakość wody i gleby dna stawowego, skład jakościowy i ilościowy pokarmu naturalnego, rodzaj i ilość skarmianej paszy, zagęszczenie obsady w stawach, sadzawkach lub basenach, manipulacje w produkcji i sprzedaży) [Lirski i in. 2007]. Uzyskanie surowca o pożądanym cechach wymaga zatem doboru właściwego systemu produkcyjnego, jak również odpowiedniego żywienia i warunków hodowli.

Na wartość użytkową ryb składają się cechy jakościowe i ilościowe, w tym udział części jadalnych i wartość odżywcza związana ze składem chemicznym filetu oraz wartością energetyczną (kalorycznością) i gęstością odżywczą poszczególnych składników. Wykazano, że Europejczycy uważają ryby dziko żyjące za produkty o lepszej jakości w porównaniu z rybami hodowlanymi [Clare i in. 2014]. Jakkolwiek badania związane z oceną zanieczyszczeń ryb metalami ciężkimi wskazują, że ryby pozyskane z akwakultury są surowcem mniej zanieczyszczonym w porównaniu z rybami pozyskanymi z łowisk naturalnych [Staszowska i in. 2013]. Zdaniem ankietowanych niezależnie jednak od środowiska pochodzenia ryb ich konsumpcja korzystnie wpływa na zdrowie człowieka [Verbeke i in. 2007]. Potwierdzono ponadto, że informacje o prozdrowotnych właściwościach ryb oraz wiedza konsumentów wpływają na wielkość ich spożycia [Trondsen i in. 2004]. Niestety w Polsce konsumpcja ryb jest wciąż na niskim poziomie, bowiem w 2016 r. ich bilansowe spożycie (łącznie z owocami morza) wyniosło w przeliczeniu na mieszkańca 13,11 kg [Pieńkowska i Hryszko 2017]. Ryby z hodowli, zarówno krajowych, jak i importowanych, stanowią nie więcej niż 25% spożywanych ryb [Kulikowski 2017]. Promocja ryb pochodzących z krajowej hodowli oprócz tego, że spowoduje zwiększenie ich spożycia, powinna przyczynić się również do podniesienia wartości odżywczej i prozdrowotnej diety przeciętnego krajowego konsumenta.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wartość użytkową wybranych gatunków ryb krajowej akwakultury ze szczególnym uwzględnieniem ich wartości odżywczej.

WARTOŚĆ UŻYTKOWA RYB

Wielkość handlowa ryb i ich podział na sortymenty ze względu na masę jest ściśle związany z gatunkiem (tab. 1) i tradycjami konsumenckimi. Masa ocenianych gatunków

ryb wahała się od 403 g w przypadku pstrągów tęczowych do 1139 g dla szczupaków. Masa ryb karpiovatych była zbliżona, tzn. od 981 g u tołpygi pstrej do 1020 g u karpia. W odniesieniu do tego ostatniego gatunku za ryby handlowe w Polsce uważa się osobniki o masie od 1 do 2 kg [Lirski i in. 2007]. W przypadku pstrągów tęczowych konsumenci detaliczni najchętniej poszukują natomiast ryb o masie od 200 do 500 g [Antychowicz i Mazur 2010], których tusze spożywane po obróbce termicznej, np. grillowane, pieczone, parowane lub wędzone, traktowane są jako jedna porcja.

Tabela 1. Wyniki wybranych pomiarów morfometrycznych różnych gatunków ryb polskiej akwakultury
Table 1. Results of selected morphometric measurements of different fishes from Polish aquaculture

Gatunek Species	Masa ryb (g) Body weight	Długość całkowita (cm) Total length	Wysokość (cm) Height		Źródło Reference
			największa the highest	najmniejsza the lowest	
Amur biały Grass carp	1013,10	46,75	8,40	4,28	Skálecki i in. 2015
Tołpyga pstra Bighead carp	981,79	42,50	10,40	4,02	
Karp Common carp	1020,14	39,25	12,32	4,73	
Pstrąg tęczowy Rainbow trout	403,48	34,67	7,23	2,88	Skálecki i in. 2013
Szczupak Pike	1139,37	56,00	7,66	3,00	Skálecki i in. 2016
Sandacz Zander	684,44	43,35	7,63	3,03	
Okoń Perch	132,54	20,60	5,70	1,50	Kaliniak i in. 2013
Płoc Common roach	121,92	21,50	5,70	1,90	

Udział fileta w tuszy jest zmienny i zależy od gatunku i budowy anatomicznej (tab. 2). Pod względem użytkowym w obrębie tego samego gatunku za mniej wartościowe uważa się ryby małe w porównaniu z dużymi osobnikami. Wynika to głównie z większych ubytków podczas obróbki wstępnej, szczególnie w trakcie odgławiania i filetowania. Największa wydajność przy odgławianiu uzyskiwana jest przy cięciu okołoskrzelowym.

Największy udział części jadalnej, tzn. tuszy, stwierdzono u sandacza (powyżej 70%), w przypadku szczupaka, pstrąga tęczowego oraz amura białego udział tego elementu był mniejszy i wynosił odpowiednio 67,94; 67,85 i 66,5%. Niższy udział tuszy stwierdzono natomiast u pozostałych ryb karpiovatych, tzn. tołpygi pstrej (54,86%) i karpia (56,44%). Zbliżone wyniki dla karpia z 5 hodowli krajowych w zakresie wydajności rzeźnej (od 51,20 do 59,40%) podają Tkaczewska i Migdał [2012b].

Tabela 2. Udział (%) poszczególnych części ciała różnych gatunków ryb polskiej akwakultury
 Table 2. Percentage of specific body parts of different fishes from Polish aquaculture

Gatunek Species	Tusza Carcass	Filet Fillet	Skóra Skin	Głowa Head	Płetwy Fins	Organy wewnętrzne Internal organs	Kości Bones	Źródło Reference
Amur biały Grass carp	66,50	48,84	9,93	22,11	2,98	7,15	14,68	Skąlecki i in. 2015
Tolpyga pstra Bighead carp	54,86	39,94	7,89	32,43	3,79	7,81	11,12	
Karp Common carp	56,44	36,74	9,23	27,62	5,17	9,09	14,54	
Pstrąg tęczowy Rainbow trout	–	54,30	10,54	16,26	3,54	10,88	10,93	Skąlecki i in. 2013
	67,94	57,80	9,67	18,13	4,75	8,28	10,10	Skąlecki i in. 2017
Szczupak Pike	67,85	–	–	19,95	–	8,43	–	Skąlecki i in. 2016
Sandacz Zander	70,34	–	–	18,62	–	5,27	–	
Okoń Perch	–	36,54	10,44	24,62	5,24	13,23	6,08	Kaliniak i in. 2013
Płoc Common roach	–	45,67	17,85	15,19	3,77	18,08	9,78	

JAKOŚĆ TKANKI MIĘŚNIOWEJ RYB

Skład chemiczny mięsa jest ściśle związany z gatunkiem ryby (tab. 3) oraz intensywnością chowu (tab. 4). Rodzaj i jakość skarmianych pasz, a także ilość spożytego przez ryby pokarmu naturalnego wpływają na skład chemiczny ich ciała, a tym samym determinują kaloryczność mięsa i jego wartość odżywczą (tab. 5). Intensywny chów ryb kształtuje, oprócz składu chemicznego mięsa ryb, także ich wartość użytkową, jak też i inne właściwości mięsa (tab. 6).

W porównaniu z mięsem zwierząt rzeźnych mięso ryb zawiera więcej wody i mniej białek tkanki łącznej. Mała zawartość kolagenu i prawie zupełny brak elastyny sprawiają, że białka mięsa ryb są łatwo strawne (ok. 97,5%). Wyniki prezentowane w tabeli 3 wskazują, że udział białka w tkance mięśniowej ryb słodkowodnych wahał się od ok. 17% u gatunków karpiowatych do ponad 21% u ryb drapieżnych.

Lipidy w mięsie ryb decydują o jego przydatności technologicznej, smakowitości, wartości odżywczej i właściwościach prozdrowotnych. Lipidy warunkują również podatność mięsa na zmiany zachodzące wskutek hydrolizy i utleniania. Zawartość lipidów w zależności od gatunku i czynników biologicznych może wahać się od poniżej 1% do ponad 30% i zwykle w warunkach krajowych ryby klasyfikowane są jako chude (do 2% tłuszczu), średnio tłuste (2–7%), tłuste (7–15%) i bardzo tłuste (powyżej 15% tłuszczu)

[Sikorski 2004]. Wykazano, że udział lipidów w mięsie ryb słodkowodnych mieścił się w szerokim zakresie, tzn. od poniżej 1% (okoń, sandacz i szczupak) aż do blisko 10% (tołpyga pstra) (tab. 3). Zatem zgodnie z przedstawionym wyżej pierwszym podziałem spośród ocenianych gatunków do ryb tłustych można zaliczyć tołpygę pstrą, do ryb średnio tłustych pozostałe ryby karpowate i pstrągi tęczowe, natomiast sandacze i szczupaki należy zaklasyfikować do ryb chudych. Wyższą zawartość tłuszczu w mięsie pstrągów tęczowych z różnych hodowli krajowych, w zakresie od 3,63 do 7,40%, podają Tkaczewska i Migdał [2012a]. W innej pracy ci sami autorzy dla karpia z różnych gospodarstw podają średnią zawartość tłuszczu w zakresie od 1,95 do 4,92% [Tkaczewska i Migdał 2012b]. W tkance tłuszczowej ryb zawarte są wielonienasycone kwasy tłuszczowe długołańcuchowe z grupy n-3 (LC-PUFA), jak kwas eikozapentaenowy (EPA) i dokozaheksaenowy (DHA). Rekomendowany zakres spożycia sumy tych dwóch kwasów powinien wynosić od 250 do 500 mg na dobę, co odpowiada spożyciu co najmniej dwóch porcji tłustych ryb w tygodniu. W przypadku ryb chudych taka porcja (ok. 90 g) powinna być konsumowana co najmniej trzy razy w tygodniu, przy czym ryby tłuste powinny stanowić połowę tej porcji [FAO/WHO 2010].

Tabela 3. Podstawowy skład chemiczny (%) mięsa wybranych gatunków ryb polskiej akwakultury
Table 3. Chemical composition (%) of selected species of fishes from Polish aquaculture

Gatunek Species	Woda Moisture	Białko Protein	Tłuszcz Lipids	Popiół Ash	Źródło Reference
Amur biały Grass carp	78,34	17,07	2,85	1,60	Skąlecki i in. 2015
Tołpyga pstra Bighead carp	72,35	17,24	9,60	1,19	
Karp Common carp	78,38	16,83	3,70	1,01	
Pstrąg tęczowy Rainbow trout	73,49	21,85	3,57	1,09	Skąlecki i in. 2013
Szczupak Pike	76,40	21,41	0,58	1,42	Skąlecki i in. 2016
Sandacz Zander	77,15	21,26	0,41	1,43	
Okoń Perch	80,13	18,42	0,30	1,12	Kaliniak i in. 2013
Płoc Common roach	78,69	18,97	1,00	1,18	

Niewątpliwie bardzo istotny wpływ na skład chemiczny i właściwości lipidów mięsnych w szczególności ma stosowana w żywieniu pasza, gdyż pokarm ryb ma bezpośredni wpływ na ww. wymienione wskaźniki [Zakęś i in. 2008]. Największe zmiany

składu chemicznego ryb związane są z koncentracją tłuszczu w mięśniach (tab. 4). Ryby z chowu intensywnego charakteryzują się wyższą koncentracją tłuszczu w tkance mięśniowej przy zbliżonym udziale białka. Różnice w zawartości najlepiej uwidaczniają się w przypadku porównania ryb z akwakultury z rybami pozyskanymi z łowisk naturalnych. Jankowska i in. [2008] podają zróżnicowanie zawartości tłuszczu w mięsie ryb w zależności od środowiska życia, od 0,19% (u szczupaka) dla ryb dziko żyjących do 2,40% dla ryb utrzymywanych w akwakulturze. Wpływ środowiska na zawartość tłuszczu w tkance mięśniowej sandaczy potwierdzili również Zakęś i in. [2003], uzyskując u ryb dziko żyjących udział równy 1%, a u hodowlanych 2,9%.

Tabela 4. Podstawowy skład chemiczny (%) mięsa wybranych gatunków ryb polskiej akwakultury w zależności od intensywności chowu

Table 4. Chemical composition (%) of selected species of fishes from Polish aquaculture in relation to farming intensity

Gatunek Species	Chów Farming	Woda Moisture	Białko Protein	Tłuszcz Lipids	Popiół Ash	Źródło Reference
Karp Common carp	ekstensywny extensive	–	11,60	7,51	2,61	Mazurkiewicz i in. 2017
	intensywny intensive	–	13,76	17,60	1,57	
Pstrąg tęczowy Rainbow trout	ekstensywny extensive	75,11	20,34	3,13	1,21	Skąlecki i in. 2013
	intensywny intensive	73,94	19,23	5,39	1,29	
Sandacz Zander	ekstensywny extensive	78,67	18,80	1,46	1,04	Jankowska i in. 2003
	intensywny intensive	77,17	18,81	2,87	1,05	

Zawartość białka w obu grupach była zbliżona, nie wyższa jednak niż 20%. Produkty rybne uznawane są za lepsze źródło białka niż inne produkty pochodzenia zwierzęcego, ponieważ wartość energetyczna ryb (tab. 5) jest mniejsza niż innych produktów pochodzenia zwierzęcego.

Skąlecki i in. [2013, 2015, 2016], porównując wartość energetyczną 100 g tkanki mięśniowej ryb, stwierdzili jej wahania od 516 kJ u amura białego do 792 kJ u tołpygi pstrej. Najwyższy wskaźnik NQI białka (6,90) przy najniższym NQI dla tłuszczu (0,09) stwierdzono w przypadku sandacza, natomiast odwrotną zależność, tzn. najwyższą wartość NQI dla tłuszczu (1,45) i jednocześnie najniższą NQI białka (3,71), stwierdzono w przypadku tołpygi pstrej.

Kołąkowska i Kołąkowski [2001] podają, że kaloryczność przeciętnej porcji ryb (100 g) wynosi od poniżej 400 do ok. 1225 kJ, zaś wskaźnik jakości żywieniowej NQI ryb i ich przetworów wynosi przeciętnie 7,61. Co więcej wartość tego wskaźnika obliczona dla mięsa ryb przewyższa wartość analogicznego indeksu dla jaj i jest prawie dwa razy większa niż oszacowana dla produktów mięsnych i mleczarskich.

Tabela 5. Wartość energetyczna i indeks jakości żywieniowej (NQi) mięsa wybranych gatunków ryb polskiej akwakultury

Table 5. Energy value and nutritional quality index (NQi) of selected fishes from Polish aquaculture

Gatunek Species	Energia (kJ/100 g) Energy	Indeks jakości żywieniowej Nutritional quality index		Źródło Reference
		białko protein	tłuszcz lipids	
Amur biały Grass carp	516	5,59	0,65	Skałecki i in. 2015
Tołpyga pstra Bighead carp	792	3,71	1,45	
Karp Common carp	546	5,19	0,81	
Pstrąg tęczowy Rainbow trout	657	5,59	0,65	Skałecki i in. 2013
Szczupak Pike	528	6,81	0,13	Skałecki i in. 2016
Sandacz Zander	517	6,90	0,09	

W instrumentalnej ocenie barwy skóry i mięsa ryb wykorzystywane są zarówno parametry achromatyczne (np. jasność), jak i chromatyczne (wartość a^* i b^*). W przypadku filetów ryb łososiowatych, w tym np. pstrąga tęczowego, barwa jest szczególnie ważnym wyróżnikiem ich jakości [Kurnia i in. 2015]. Mięso pstrągów z chowu intensywnego było jaśniejsze i mniej wysycone w porównaniu z mięsem ryb utrzymywanych ekstensywnie. Podobną różnicę obserwowano w przypadku jasności tkanki mięśniowej karpia w zależności od intensywności ich chowu (tab. 6). Wskaźniki barwy mogą być również wykorzystane do oceny świeżości ryb.

Tabela 6. Parametry barwy wg CIE i pH filetów karpia i pstrąga tęczowego w zależności od systemu utrzymania

Table 6. CIE colour characteristics and pH of fillets of common carp and rainbow trout in relation to farming intensity

Gatunek Species	Chów Farming	CIE			pH ₂₄	Źródło Reference
		L*	a*	b*		
Karp Common carp	ekstensywny extensive	55,51	16,31	3,68	6,69	Skałecki i in. 2015
	intensywny intensive	58,33	–	–	6,32	Mazurkiewicz i in. 2017
Pstrąg tęczowy Rainbow trout	ekstensywny extensive	51,13	20,08	10,34	6,71	Skałecki i in. 2013
	intensywny intensive	52,16	14,97	1,35	6,76	

Litwińczuk i in. [2014] stwierdzili wzrost wartości parametrów chromatycznych (a^* i b^*), zmniejszenie natomiast jasności (L^*) skóry pstrągów tęczowych pomiędzy 24 i 48 h przechowywania chłodniczego. Obserwowane zmiany barwy skóry były efektem dehydratacji ciała ryb, a zwłaszcza wysychania tkanek w warstwie powierzchniowej. Zmiana pH mięsa po uśmierceniu ryb uzależniona jest od wielu czynników, w tym m.in. od sposobu połowu, zachowania dobrostanu ryb tuż po ich odłowieniu i od czynników poubojowych, szczególnie zachowania warunków chłodniczych. Tkanka mięśniowa ryb zawiera bardzo mało glikogenu (0,3%), dlatego produkcja kwasu mlekowego i spadek pH poniżej 6,0 stwierdza się tylko w wyjątkowych przypadkach [Erikson i Misimi 2008, Fan i in. 2008]. Białowas i Lirski [2010], oceniając przyżyciowo pH tkanki mięśniowej karpia przetrzymywanych w różnych warunkach po odłowieniu, stwierdzili stopniowy spadek pH ryb przetrzymywanych w zamkniętych workach. Autorzy tłumaczą ten fakt znacznym bądź wyłącznym udziałem reakcji beztlenowych w metabolizmie ryb, a co za tym idzie pogorszeniem ich dobrostanu. W przypadku dwóch najważniejszych gatunków ryb krajowej akwakultury utrzymywanych ekstensywnie i intensywnie pH tkanki mięśniowej oznaczone po 24 h od uśmiercenia wahało się u karpia od 6,32 do 6,69, zaś u pstrągów tęczowych od 6,71 do 6,76. Zdaniem Marxa i in. [1997] wartość graniczna pH_{24} dla świeżego mięsa ryb powinna wynosić 6,5.

PODSUMOWANIE

Wartość użytkowa ryb krajowej akwakultury uzależniona jest od gatunku. Według przywołanych w pracy badań udział tuszy wahał się od ok. 55% (tołpyga pstra i karp) do ponad 70% (sandacz). Zawartość białka w tkance mięśniowej mieściła się w zakresie od ok. 17% (karpionate) do ponad 21% (gatunki drapieżne), natomiast tłuszczu wynosiła od poniżej 1% (okoń, sandacz i szczupak) aż do 10% (tołpyga pstra). Tkanka mięśniowa sandacza charakteryzowała się najwyższą wartością indeksu jakości żywieniowej (NQI) dla białka (6,90) i jednocześnie najniższą dla tłuszczu (0,09). Odwrotną zależność (NQI dla tłuszczu 1,45, a dla białka 3,71) stwierdzono u tołpygi pstrej. Reasumując, ryby pozyskane z krajowej akwakultury powinny stanowić integralną część zbilansowanej diety Polaków. Korzystny efekt konsumpcji ryb krajowych wynika z ich wysokiej wartości odżywczej związanej ze znaczną zawartością białka i z jego wartości żywieniowej. W celu świadomego zwiększenia spożycia ryb przez Polaków niezbędne jest edukowanie konsumentów na temat wartości użytkowej, w tym składu chemicznego, różnych gatunków ryb krajowej akwakultury.

PIŚMIENNICTWO

- Białowas H., Lirski A., 2010. Wpływ metody pakowania żywych karpia podczas sprzedaży detalicznej na ich dobrostan. *Kom. Ryb.* 4(116), 13–16.
- Claret A., Guerrero L., Ginés R., Grau A., Hernández M.D., Aguirre E., Peleteiro J.B., Fernández-Pato C., Rodríguez-Rodríguez C., 2014. Consumer beliefs regarding farmed versus wild fish. *Appetite* 79, 25–31.
- Erikson U., Misimi E., 2008. Atlantic salmon skin and fillet color changes effected by perimortem handling stress, rigor mortis, and icestorage. *J. Food Sci.* 73(2), C50–C59.

- Fan W., Chi Y., Zhang S., 2008. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silvercarp (*Hypophthalmic thymolatrix*) during storage in ice. *Food Chem.* 108, 148–153.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture. Contributing to food security and nutrition for all. Rome, <http://www.fao.org/3/a-i5798e.pdf>.
- FAO/WHO, 2010. Fats and fattyacids in humannutrition. Report of anexpertconsultation. FAO Food and Nutrition Paper. FAO, Rome 91.
- Hryszko K., 2015. Rynek ryb. Stan i perspektywy. W: J. Seremak-Bulge (red.), *Analizy rynkowe* 23. Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Jankowska B., Zakęś Z., Żmijewski T., Szczepkowski M., 2003. Fatty acid profile and meat utility of wild and cultured zander, *Sander lucioperca* (L.). *Electr. J. Pol. Agric. Univ.* 6(1), #02, <http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue1/fisheries/art-02.html>.
- Jankowska B., Zakęś Z., Żmijewski T., Szczepkowski M., 2008. Fatty acid composition of wild and cultured northern pike (*Esox lucius*). *J. Appl. Ichthyol.* 24(2), 196–201.
- Kaliniak A., Florek M., Skąlecki P., Staszowska A., 2013. Porównanie wartości użytkowej i składu chemicznego mięsa płoci (*Rutilus rutilus*) i okoni (*Perca fluviatilis*) z hodowli stawowej. *Episteme* 21(2), 207–2014.
- Kołąkowska A., Kołąkowski E., 2001. Szczególne właściwości żywieniowe ryb. *Przem. Spoż.* 6(55), 10–13.
- Kulikowski T., 2017. Rynek ryb słodkowodnych w Polsce, czyli wnioski z XLII Konferencji Hodowców Ryb Łososiowatych. *Mag. Przem. Rybn.* 5(119), 40.
- Kurnia A., Satoh S., Haga Y., Kudo H., Nakada M., Matsumura H., Watanabe Y., Adachi S., 2015. Muscledoloration of rainbow trout with astaxanthin sources from marine bacteria and synthetic astaxanthin. *J. Aquacult. Res. Develop.* 6, 337, doi: 10.4172/2155-9546.1000337.
- Lirski A., Siwicki A.K., Wolnicki J. (red.), 2007. Wybrane zagadnienia dobrostanu karpia. Wyd. Inst. Ryb. Śródląd., Olsztyn.
- 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, 250–255.
- Marx H., Brunner B., Weinzierl W., 1997. Methods of stunning freshwater fish: impact on meat quality and aspects of animal welfare. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A.* 204, 282–286.
- Mazurkiewicz J., Hoffmann L., Czyżak-Runowska G., Pietrzak M., Sierpowska K., Andrzejewski W., Golski J., 2017. The effects of diet and feeding techniques on growth factors and meat quality of common carp (*Cyprinus carpio*). *Iran. J. Fisher. Sci.* 16(2), 639–653.
- Pieńkowska B., Hryszko K., 2017. Spożycie ryb i owoców morza oraz ich przetworów. *Rynek Ryb – stan i perspektywy* 273, 28–31.
- Sikorski Z.E., 2004. *Ryby i bezkręgowce morskie*. Wyd. Nauk.-Techn., Warszawa.
- Skąlecki P., Florek M., Kaliniak A., Kędzierska-Matysek M., Dmoch M., 2016. Jakość użytkowa i wartość odżywcza tkanki mięśniowej sandacza (*Sander lucioperca*) i szczupaków (*Esox lucius*) utrzymywanych w polikulturze. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.* 12(1), 33–38.
- Skąlecki P., Florek M., Litwińczuk A., Staszowska A., Kaliniak A., 2013. 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.* 9(2), 57–62.
- Skąlecki P., Florek M., Staszowska A., Kaliniak A., 2015. Wartość użytkowa i jakość mięsa ryb karpioiwatych (Cyprinidae) utrzymywanych w polikulturze. *Żywn. Nauka Technol.* Jakość 1(98), 75–88.

- Skąlecki P., Staszowska A., Kaliniak A., Florek M., 2013. Wartość użytkowa i jakość mięsa pstrągów tęczowych (*Oncorhynchus mykiss*) z chowu ekstensywnego i intensywnego. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot.* 9(3), 59–67.
- Tkaczewska J., Migdał W., 2012a. 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.
- Tkaczewska J., Migdał W., 2012b. Porównanie wydajności rzeźnej, zawartości podstawowych składników odżywczych oraz poziomu metali ciężkich w mięśniach karpia (*Cyprinus carpio* L.) pochodzących z różnych rejonów Polski. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 6(85), 180–189.
- Trondsen T., Braaten T., Lund E., Eggen A.E., 2004. Health and seafood consumption patterns among women aged 45–69 years. A Norwegian seafood consumption study. *Food Qual. Prefer.* 15, 117–128.
- Verbeke W., Vermeir I., Brunso K., 2007. Consumer evaluation of fish quality as basis for fish market segmentation. *Food Qual. Prefer.* 18, 651–661.
- Zakęś Z., Wolnicki J., Demska-Zakęś K., Kamiński R., Ulikowski D., 2008. *Biotechnologia w akwakulturze*. Wyd. Inst. Ryb. Śródląd., Olsztyn.
- Zakęś Z., Jankowska B., Żmijewski T., Szczepkowski M., 2003. Porównanie wartości rzeźnej i składu chemicznego filetów sandacza dzikiego i hodowlanego. *Kom. Ryb.* 5, 9–12.

Summary. In this review the value in use of selected freshwater fishes from Polish aquaculture with special regards to nutritional value was presented. The greatest percentage of edible part, i.e. carcass was stated in zander (above 70%), lower values (between 66.5 and 67.9%) were found for spike, rainbow trout and grass carp. Bighead carp and common carp showed the lowest carcass share (54.86 and 56.44%, respectively). The results of muscle tissue chemical composition indicate that protein content was between 17% for Cyprinidae and 21% for predatory fishes. The lipids percentage fluctuated over a very wide range, i.e. from less than 1% (perch, zander and pike) to almost 10% (bighead carp). The energy value of muscle tissue of fishes varied from 516 kJ/100 g (grass carp) to 792 kJ/100 g (bighead carp). The highest value of nutritional quality index (NQi) for protein (6.90) simultaneously, with the lowest NQi value for fat (0.09) was found for zander. An opposite relationship (fat NQi 1.45 and protein NQi 3.71) was observed for bighead carp. In summarizing the complied results, it should be stated that fishes farmed in Poland for meat consumption should be incorporated in greater extent into balanced diet.

Key words: freshwater fish, value in use, muscle tissue, nutritional value

Otrzymano:/ Received: 25.11.2017
Zaakceptowano:/ Accepted: 20.12.2017