

## Wpływ sezonu na wartość użytkową i właściwości fizykochemiczne mięsa wybranych gatunków ryb pochodzących z polskiej akwakultury

Agnieszka Kaliniak<sup>#</sup>

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki,  
Instytut Oceny Jakości i Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych,  
Zakład Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych,  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; <sup>#</sup>e-mail: agnieszka.kaliniak@up.lublin.pl

Celem podjętych badań była ocena wpływu sezonu pozyskania na wartość użytkową i właściwości fizykochemiczne mięsa wybranych gatunków ryb polskiej akwakultury. Badaniami objęto 5 gatunków: pstrąga tęczowego, karpia, amura białego, szczupaka oraz lina. Ryby pozyskano w gospodarstwach rybackich, położonych w województwie lubelskim, w dwóch sezonach – wiosenno-letnim i jesienno-zimowym. Wykonano pomiary morfometryczne ryb, oceniono procentowy udział części ciała i dokonano pomiarów właściwości fizykochemicznych tkanki mięśniowej: pH i przewodności elektrycznej właściwej, wodochłonności oraz wyróżników barwy  $L^*a^*b^*$ , według CIE. Sezon pozyskania istotnie różnicował masę całkowitą karpia, pstrąga tęczowego i szczupaka, największą wysokość ciała u karpia i pstrąga tęczowego oraz długość całkowitą i długość boczną głowy u szczupaka. Szczupak, amur biały i lin były w sezonie jesienno-zimowym w istotnie gorszej kondycji, niż w sezonie wiosenno-letnim. Sezon istotnie wpłynął na udział wnętrzości u pstrąga tęczowego i amura białego oraz płetw u karpia i pstrąga tęczowego. Istotny wpływ sezonu odnotowano także w przypadku pH u pstrąga tęczowego i lina, przewodności elektrycznej u pstrąga, szczupaka i lina oraz proporcji M/T u amura białego i lina. Wartość parametrów chromatycznych różniła się istotnie między sezonami u szczupaka ( $a^*$ ) oraz karpia i pstrąga tęczowego ( $b^*$ ).

**SŁOWA KLUCZOWE:** pomiary morfometryczne, ryby, sezon pozyskania, wartość użytkowa, właściwości fizykochemiczne

Ryby należą do jednych z najbardziej preferowanych i zalecanych przez dietetyków produktów żywnościowych, ponieważ są cennym źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (w tym omega-3 i omega-6), łatwo strawnego białka oraz składników mineralnych [3]. Pomimo właściwości odżywczych, jak i prozdrowotnych ryby pozostają niedocenione przez polskiego konsumenta. W 2016 roku bilansowe spożycie ryb (łącznie z owocami morza) wyniosło w Polsce 13,11 kg w przeliczeniu na

mieszkańca [21]. Zalecenia racjonalnego żywienia wskazują na potrzebę spożywania ryb przynajmniej dwa razy w tygodniu [7], podczas gdy statystyczny polski konsument sięga po danie lub przekąskę rybną rzadziej niż raz na tydzień [22].

Ponieważ morza i oceany nie są niewyczerpanym źródłem pożywienia, a zwiększający się poziom zanieczyszczeń wód słonych budzi obawy co do jakości pozyskiwanej z nich żywności, akwakultura stała się dynamicznie rozwijającym się sektorem przemysłu rolno-spożywczego na świecie [25]. W 2014 roku niemal połowa ryb przeznaczonych do konsumpcji przez ludzi na świecie pochodziła z akwakultury. Szacuje się, że do 2030 roku udział akwakultury w światowej produkcji będzie wynosić 62% [8]. W Polsce udział akwakultury w produkcji krajowej ryb nie przekracza 20%, a podstawowe znaczenie mają dwa gatunki – karp i pstrąg tęczowy. Ponadto, w stawach ziemnych hodowane są w polikulturze z karpem takie gatunki, jak: tołpyga biała i tołpyga pstra, amur biały, lin, szczupak, sum europejski, karaś i sandacz [13, 14, 17].

Jakość mięsa ryb, skład chemiczny oraz wydajność rzeźna są determinowane przez różne czynniki, do których zaliczyć można warunki środowiska, stan fizjologiczny, płeć, wiek, a także sezon odłowu [26]. Na wartość użytkową ryb składają się cechy jakościowe i ilościowe, w tym udział części jadalnych oraz wartość odżywcza związana z ich składem chemicznym, wartością energetyczną (kalorycznością) i gęstością odżywczą [23].

Celem pracy była ocena wpływu sezonu pozyskania na wartość użytkową i właściwości fizykochemiczne mięsa wybranych gatunków ryb hodowanych w Polsce.

### Material i metody

Badaniami objęto 5 gatunków ryb polskiej akwakultury: pstrąg tęczowy (*Oncorhynchus mykiss*), karp (*Cyprinus carpio*), amur biały (*Ctenopharyngodon idella*), szczupak (*Esox lucius*) oraz lin (*Tinca tinca*). Ryby pozyskano w gospodarstwach rybackich położonych w województwie lubelskim w dwóch sezonach – wiosenno-letnim (kwiecień – wrzesień) i jesienno-zimowym (październik – marzec).

Po odłowieniu ryby były ogłuszane (mechanicznie lub elektrycznie) i natychmiast uśmiercane (przez przecięcie rdzenia kręgowego), a następnie określano ich masę ciała ( $W$ ), z dokładnością do 0,1 g.

Ocena wartości użytkowej ryb obejmowała wykonanie następujących pomiarów morfometrycznych (z dokładnością do 0,1 cm), przy użyciu liniału mierniczego:

- długość całkowita ciała ( $Tl$ ),
- największa ( $H$ ) i najmniejsza ( $h$ ) wysokość ciała,
- wysokość ( $hh$ ) i długość ( $lh$ ) głowy [2].

Obróbka wstępna ryb obejmowała odłuszczenie (usunięcie łusek ze skóry), patroszenie (otwarcie jamy ciała, usunięcie wnętrzności i skrzepów krwi) i odpłetwienie (odcięcie płetw: ogonowej, grzbietowej, piersiowych i brzusznych, w odległości około 0,5 cm od nasady).

Na podstawie długości całkowitej oraz masy osobników obliczano indeks kondycji Fultona [9], zgodnie ze wzorem  $F = (W \times 100) \times Tl^{-3}$ . Po obróbce wstępnej określono masę

poszczególnych części ciała, tj. wnętrzości, płetw, szkieletu (kości i ości), skóry i fileta (skóra i mięso) oraz określono ich procentowy udział.

Badaniami objęto 150 ryb (po 30 ryb każdego gatunku), z uwzględnieniem dwóch sezonów (po 15 ryb każdego gatunku w każdym sezonie). Próby do analiz chemicznych pobierano z mięśnia wielkiego części grzbietowej.

Bezpośrednio w części grzbietowej mięśnia wielkiego oznaczono kwasowość czynną (pH) za pomocą pH-metru Elmetron CP-401 waterproof i elektrody zespolonej ERH-12-6 oraz przewodność elektryczną właściwą (EC, mS cm<sup>-1</sup>) za pomocą aparatu PQM I-KOMBI (INTEK GmbH, Aichach, Germany). Wodochłonność mięsa oznaczono metodą bibułową [11]; z każdej próbki zmielonego mięsa ryb odważano do oznaczenia po 300 mg, które umieszczano na bibule Whatman nr 1 pod stałym naciskiem 2 kg przez 5 minut. Powierzchnię (cm<sup>2</sup>) naważki mięsa (M) i całkowitego wycieku (T) określono na podstawie pomiarów skanów obrazów wykonanych za pomocą programu komputerowej analizy obrazu MultiScan Base ver. 14, a wyniki wyrażono procentowo jako M/T×100. Barwę oceniono na wewnętrznej powierzchni świeżo pozyskanego fileta za pomocą kolorymetru Minolta CR-310 (Minolta, Osaka, Japan) metodą odbiciową w systemie CIE L\*a\*b\* (gdzie L\* – jasność, a\* – wysycenie barwy czerwonej, b\* – wysycenie barwy żółtej) [4]. Pomiary wszystkich właściwości fizykochemicznych wykonano w 24 godziny *post mortem*.

Uzyskane dane poddano analizie statystycznej, wykorzystując program STATISTICA 13 [6]. Z uwagi na oczywiste różnice międzygatunkowe, analizę ograniczono do porównania międzysezonowego w obrębie poszczególnych gatunków. W tabelach podano wartość średnią i odchylenie standardowe dla wymiarów biometrycznych, parametrów wartości użytkowej i właściwości fizykochemicznych, zaś różnice pomiędzy sezonami zweryfikowano wykorzystując test t-Studenta dla prób niezależnych, przy P≤0,05 i P≤0,01.

## Wyniki i dyskusja

W sezonie jesienno-zimowym karpie i pstrągi tęczowe charakteryzowały się istotnie wyższą (P≤0,05), w porównaniu do sezonu wiosenno-letniego, masą całkowitą oraz największą (P≤0,01) wysokością ciała, a w przypadku pstrągów tęczowych także wysokością głowy (P≤0,01) – tabela 1. W tym samym sezonie, tj. jesienno-zimowym, u szczupaków odnotowano istotnie niższą (P≤0,01) masę ciała, jak również wartości takich wymiarów, jak długość całkowita oraz długość boczna i wysokość głowy (P≤0,05), a w konsekwencji także istotnie gorszą kondycję (P≤0,01), w porównaniu do osobników tego gatunku pozyskanych w sezonie wiosenno-letnim. Istotnie niższe wartości indeksu kondycji w okresie jesienno-zimowym stwierdzono także u amura białego (P≤0,01) i lina (P≤0,05).

Sezon pozyskania istotnie różnicował także procentowy udział niektórych części ciała ocenianych gatunków ryb (tab. 2). W okresie jesienno-zimowym u amurów białych udział wnętrzości był istotnie niższy (P≤0,01), a u pstrągów tęczowych istotnie wyższy (P≤0,01), niż u przedstawicieli tych gatunków pozyskanych w sezonie wiosenno-letnim.

Pstrągi tęczowe i karpie w miesiącach jesienno-zimowych charakteryzowały się istotnie niższym ( $P \leq 0,01$ ) udziałem płetw, aniżeli w miesiącach wiosenno-letnich. Jobling [15] podaje, że wydajność rzeźna waha się od 30 do 40% u ryb sumokształtnych i od 50 do 65% u łososiowatych. Parametr ten jest uwarunkowany przez wiele czynników, do których – oprócz żywienia, podłoża genetycznego, płci czy masy jednostkowej – należy także pora roku (sezon pozyskania). Wpływ każdego, pojedynczego czynnika na wartość rzeźną Białowąs [1] szacuje w zakresie od 2 do 5%. Trbović i wsp. [27], oceniając masę karpi podczas półintensywnego chowu, stwierdzili istotne zróżnicowanie w kolejnych miesiącach: kwiecień – 598 g, czerwiec – 874 g, wrzesień – 1439 g, październik – 1984 g. Grela i wsp. [12] podają, że średnia wydajność rzeźna ocenianych gatunków ryb była zbliżona (karp – 71,2%, leszcz – 73,2%, szczupak – 76,8%, sandacz – 73,3%). Skalecki i wsp. [24] również nie wykazali istotnych międzysezonowych różnic w zakresie masy i długości ciała okoni dziko żyjących. Sezon nie wpłynął też istotnie na ich kondycję i wartość użytkową, aczkolwiek wiosną odnotowano wyższy udział mięsa (o 3,15%), w porównaniu do osobników odłowionych jesienią. Z kolei Dąbrowski [5] stwierdził u ryb łososiowatych z jeziora Lough Neagh, w zależności od miesiąca pozyskania, istotne różnice w długości i masie ciała, a także procentowym udziale fileta i współczynnika kondycji. Największą długość ciała stwierdzono u ocenianych ryb w grudniu. W miesiącu tym odnotowano również największą masę ciała samic, podczas gdy samce odznaczały się wysokimi wartościami tego parametru od czerwca do grudnia. Najniższe wartości współczynnika kondycji oraz udziału fileta oznaczono w styczniu. Autor sugeruje, że odnotowane różnice w dużej mierze uwarunkowane były cyklem rozrodczym badanego gatunku ryb (*Coregonus pollan*, Thompson).

Na sezon reprodukcji jako istotny determinant wartości rzeźnej wskazują Zakęś i wsp. [28]. Wykazano, że udział fileta ze skórą i fileta po oskórowaniu u szczupaków pozyskanych jesienią (przed rozpoczęciem tarła) był istotnie wyższy – średnio o 7,5%, niż u osobników pozyskanych wiosną (po zakończeniu tarła). Masa mięśniowa szczupaków na wiosnę była istotnie niższa, co cytowani autorzy tłumaczą wydatkami energetycznymi podczas migracji tarłowych i samego tarła. Dodatkowo ryby w tym okresie sprawiały wrażenie „trudniejszych do obróbki”, a poziom strat przy tej czynności był wyższy (2,3%) niż w przypadku osobników pozyskanych w okresie jesieni (0,7%).

W prezentowanych badaniach procentowy udział fileta ocenianych gatunków ryb był niższy w sezonie jesienno-zimowym, co można tłumaczyć mniejszą ilością dostępnego pokarmu lub/i mniejszą aktywnością żerowania ryb w tym okresie roku. Wyjątek stanowił karp, który w tym sezonie odznaczał się wyższym udziałem fileta, przy jednocześnie istotnie niższym udziale płetw. Obserwacje te potwierdzają wyniki uzyskane wcześniej przez Geri i wsp. [10], którzy wykazali, że karpie przebywające w wodzie o wyższej temperaturze (o 10°C) zawierały nieznacznie niższy udział fileta oraz istotnie wyższy udział płetw. Osobniki te charakteryzowały się także większą masą ciała, masą poszczególnych części, wymiarami liniowymi, procentowym udziałem pozostałości po filetowaniu oraz niższym udziałem skóry. Karpie żyjące w wodzie o wyższej temperaturze dostarczały jednak średnio 20 g więcej fileta niż osobniki pochodzące z wody o niższej temperaturze, które z kolei, przy niższym udziale płetw i pozostałości po filetowaniu, dostarczały mniejszych ilości odpadów rybnych.

**Tabela 1 – Table 1**  
Pomiary biometryczne (cm) i indeks kondycji ocenianych gatunków ryb w zależności od sezonu pozyskania  
Biometric measurements (cm) and Fulton's condition factor of fish in relation to the fishing season

Wyszczególnienie Specification	Karp Carp			Pstrąg tęczowy Rainbow trout			Szczupak Pike			Amur biały Grass carp			Lin Tench	
	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter
W (g)	1022,4 <sup>a</sup> ±199,18	1182,5 <sup>b</sup> ±258,05	409,8 <sup>a</sup> ±83,76	469,8 <sup>b</sup> ±101,65	1196,4 <sup>b</sup> ±268,03	842,4 <sup>a</sup> ±311,56	1243,1 ±586,44	1199,8 ±322,90	476,1 ±88,80	435,9 ±175,79	476,1 ±88,80	435,9 ±175,79	476,1 ±88,80	435,9 ±175,79
TI	39,7 ±3,54	40,6 ±2,94	34,1 ±2,99	35,1 ±2,55	56,3 <sup>b</sup> ±2,87	51,9 <sup>a</sup> ±6,22	46,5 ±6,86	48,2 ±3,60	32,7 ±2,47	32,4 ±4,12	32,7 ±2,47	32,4 ±4,12	32,7 ±2,47	32,4 ±4,12
H	12,3 <sup>a</sup> ±0,77	13,2 <sup>b</sup> ±1,12	6,9 <sup>a</sup> ±0,45	7,6 <sup>b</sup> ±0,71	8,1 ±1,18	7,5 ±1,09	9,6 ±1,61	9,2 ±1,02	7,8 ±0,45	7,4 ±0,87	7,8 ±0,45	7,4 ±0,87	7,8 ±0,45	7,4 ±0,87
h	4,6 ±0,50	4,8 ±0,40	2,9 ±0,27	2,9 ±0,26	3,1 ±0,21	2,9 ±0,46	4,3 ±0,79	4,5 ±0,32	3,9 ±0,27	3,7 ±0,53	3,9 ±0,27	3,7 ±0,53	3,9 ±0,27	3,7 ±0,53
lh	9,7 ±2,29	9,5 ±0,85	6,5 ±0,63	6,8 ±0,71	14,9 <sup>b</sup> ±0,92	13,4 <sup>a</sup> ±2,27	8,7 ±1,15	9,0 ±0,65	6,6 ±0,39	6,0 ±1,48	6,6 ±0,39	6,0 ±1,48	6,6 ±0,39	6,0 ±1,48
hh	6,2 ±0,67	6,5 ±1,11	3,6 <sup>a</sup> ±0,33	4,2 <sup>b</sup> ±0,40	5,4 <sup>b</sup> ±0,42	4,8 <sup>a</sup> ±0,46	5,5 ±0,90	5,5 ±0,33	4,3 ±0,37	4,3 ±0,55	4,3 ±0,37	4,3 ±0,55	4,3 ±0,37	4,3 ±0,55
F	1,6 ±0,24	1,8 ±0,23	1,0 ±0,14	1,1 ±0,14	0,7 <sup>b</sup> ±0,05	0,6 <sup>a</sup> ±0,07	1,2 <sup>b</sup> ±0,10	1,0 <sup>a</sup> ±0,07	1,3 <sup>b</sup> ±0,13	1,2 <sup>a</sup> ±0,10	1,3 <sup>b</sup> ±0,13	1,2 <sup>a</sup> ±0,10	1,3 <sup>b</sup> ±0,13	1,2 <sup>a</sup> ±0,10

W – masa ciała, TI – długość całkowita, H – największa wysokość ciała, h – najmniejsza wysokość ciała, lh – długość boczna głowy, hh – wysokość głowy, F – indeks kondycji Futlona ( $F = (W \times 100) / Tl^3$ )

Srednie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: a, b przy  $P \leq 0,05$ ; A, B przy  $P \leq 0,01$

W – body weight, TI – total length, H – greatest body height, h – smallest body height, lh – head length, hh – head height, F – Fulton's condition factor ( $F = (W \times 100) / Tl^3$ )  
Means in rows marked with different letters differ significantly: a, b at  $P \leq 0,05$ ; A, B at  $P \leq 0,01$

**Tabela 2 – Table 2**  
 Udział (%) poszczególnych części ciała w masie tuszy ocenianych gatunków ryb w zależności od sezonu pozyskania  
 Percentage share (%) of individual body parts in the carcass weight of fish in relation to the fishing season

Wyszczególnienie Specification	Karp Carp		Pstrąg tęczowy Rainbow trout		Szczipak Pike		Amur biały Grass carp		Lin Tench	
	wiosna-lato spring/summer	jesień-zima autumn/winter	wiosna-lato spring/summer	jesień-zima autumn/winter	wiosna-lato spring/summer	jesień-zima autumn/winter	wiosna-lato spring/summer	jesień-zima autumn/winter	wiosna-lato spring/summer	jesień-zima autumn/winter
Wnętrznosci Viscera	11,94 ±2,55	12,14 ±3,02	9,51 <sup>A</sup> ±2,13	11,80 <sup>B</sup> ±2,93	10,38 ±3,21	12,02 ±6,11	12,72 <sup>B</sup> ±2,26	9,98 <sup>A</sup> ±2,51	7,99 ±2,99	6,90 ±2,00
Pletwy Fins	5,06 <sup>B</sup> ±0,68	3,93 <sup>A</sup> ±0,87	4,41 <sup>B</sup> ±0,63	3,02 <sup>A</sup> ±0,65	3,96 ±0,39	3,54 ±0,62	3,13 ±0,79	2,88 ±0,39	6,25 ±1,82	6,68 ±2,24
Szkielet Bones	13,99 ±1,99	13,88 ±1,18	11,33 ±1,79	11,01 ±1,40	8,99 ±0,93	8,87 ±1,23	12,01 ±1,40	13,40 ±1,72	14,30 ±1,62	15,49 ±1,43
Skóra Skin	9,44 ±1,38	8,58 ±1,21	8,87 ±1,69	9,09 ±1,14	9,28 ±0,91	10,41 ±2,00	11,27 ±1,20	11,63 ±1,83	14,89 ±1,41	14,13 ±1,58
Filet Fillet	40,46 ±1,60	42,24 ±1,49	54,64 ±2,15	53,52 ±1,45	55,78 ±1,33	51,6 ±3,84	52,94 ±0,92	51,12 ±2,02	48,88 ±1,17	45,12 ±1,85

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: A, B przy  $P \leq 0,01$   
 Means in rows marked with different letters differ significantly: A, B at  $P \leq 0,01$

Sezon pozyskania istotnie różnicował parametry fizykochemiczne tkanki mięśniowej ocenianych gatunków ryb (tab. 3). W okresie jesienno-zimowym stwierdzono istotnie niższe ( $P \leq 0,05$ ) pH tkanki mięśniowej pstrąga tęczowego oraz istotnie wyższe ( $P \leq 0,01$ ) u lina, w porównaniu do tkanki tych gatunków pozyskanych w sezonie wiosenno-letnim. Istotne różnice ( $P \leq 0,01$ ) pomiędzy sezonami stwierdzono także w przypadku przewodności elektrycznej (EC), tzn. w okresie wiosenno-letnim tkanka mięśniowa szczupaków i linów wykazywała wyższą, natomiast pstrągów tęczowych niższą EC, w porównaniu do osobników tych gatunków z sezonu jesienno-zimowego. Sezon pozyskania różnicował istotnie wodochłonność tkanki mięśniowej amura białego ( $P \leq 0,05$ ) i lina ( $P \leq 0,01$ ), przy czym mniejszą zdolność utrzymywania wody własnej (wyrażonej proporcją M/T) u tych gatunków stwierdzono w sezonie jesienno-zimowym.

Sezon nie różnicował jasności ( $L^*$ ) filetów ocenianych gatunków ryb (tab. 3). Istotne różnice stwierdzono natomiast w przypadku parametrów chromatycznych  $a^*$  i  $b^*$ . Filet szczupaka pozyskanego w sezonie wiosenno-letnim odznaczał się istotnie niższym ( $P \leq 0,01$ ) udziałem barwy czerwonej, w porównaniu do okresu jesienno-zimowego. W sezonie wiosenno-letnim odnotowano ponadto istotnie wyższą ( $P \leq 0,05$ ), w porównaniu do okresu jesienno-zimowego, wartość parametru  $b^*$  w filecie pstrąga tęczowego oraz istotnie niższą ( $P \leq 0,01$ ) w filecie karpia. U tego ostatniego przyjmował on wartości ujemne, co świadczy o zmianie barwy z żółtej na niebieską.

W dostępnej literaturze istnieje niewiele prac dotyczących wpływu sezonu na wartość parametrów fizykochemicznych mięsa ryb. W trwających na przestrzeni kilku lat badaniach dorsza odławianego komercyjnie Love [19] wykazał, że u większości osobników tego gatunku przez większą część roku wartość pH *post mortem* wynosiła powyżej 6,7, przy czym w okresie letnim (maj-sierpień) występował nagły, ale krótkotrwały spadek. Lavety i wsp. [16], oceniając łososia hodowlanego, również stwierdzili spadek pH *post mortem* w okresie letnim (czerwiec-lipiec), który towarzyszył zjawisku rozwarstwiania się mięsa („gaping”). Istotnych międzysezonowych różnic tego parametru nie stwierdzili natomiast Litwińczuk i wsp. [18] u karasia srebrzystego, ani Skąlecki i wsp. [24] u okonia. Uzyskane w prezentowanych badaniach pH było niezależne od sezonu, przy czym okazało się wyższe od wartości granicznej  $pH_{24}=6,5$ , podawanej dla mięsa ryb świeżych przez Marxa i wsp. [20].

Litwińczuk i wsp. [18] stwierdzili, że sezon połowu karasia srebrzystego wpłynął na przewodność elektryczną mięsa. Tkanka mięśniowa ryb odłowionych jesienią wykazywała istotnie niższą EC ( $1,8 \text{ mS cm}^{-1}$ ), niż u osobników pozyskanych wiosną ( $4,0 \text{ mS cm}^{-1}$ ). Z kolei Skąlecki i wsp. [24] podają, że sezon połowu nie wpływał na EC tkanki mięśniowej dziko żyjących okoni. Ponadto, w cytowanej pracy nie wykazano wpływu tego czynnika na jasność mięsa oraz udział barwy żółtej, a istotne różnice stwierdzono tylko w przypadku barwy czerwonej, tzn. osobniki pozyskane wiosną odznaczały się wyższym jej udziałem (6,98), niż ryby odłowione jesienią (5,48).

Sezon pozyskania istotnie różnicował masę całkowitą karpia, pstrąga tęczowego i szczupaka, a także wartość niektórych parametrów biometrycznych, tzn. największej wysokości ciała u karpia i pstrąga tęczowego oraz długości całkowitej i długości bocznej głowy u szczupaka. Szczupak, amur biały i lin były w sezonie jesienno-zimowym w istot-

Tabela 3 – Table 3

Parametry fizykochemiczne tkanki mięśniowej ocenianych gatunków ryb w zależności od sezonu pozyskania, oznaczone 24 godziny post mortem  
Physicochemical parameters of fish muscle tissue at 24 h post mortem in relation to the fishing season

Wyszczególnienie Specification	Karp Carp		Pstrąg tęczowy Rainbow trout		Szczupak Pike		Amur biały Grass carp		Lin Tench	
	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter	wiosna-lato spring/ summer	jesień-zima autumn/ winter
pH	7,02 ±0,46	6,82 ±0,36	6,71 <sup>b</sup> ±0,16	6,60 <sup>a</sup> ±0,17	6,60 ±0,49	6,79 ±0,36	6,82 ±0,46	6,78 ±0,41	6,64 <sup>a</sup> ±0,30	7,06 <sup>b</sup> ±0,33
EC (mS cm <sup>-1</sup> )	1,6 ±0,44	1,4 ±0,45	4,0 <sup>a</sup> ±1,34	5,2 <sup>b</sup> ±1,16	2,7 <sup>b</sup> ±0,65	1,6 <sup>a</sup> ±0,38	1,7 ±0,66	1,8 ±0,49	2,2 <sup>b</sup> ±0,40	1,4 <sup>a</sup> ±0,15
M/T (%)	48,07 ±12,97	39,86 ±8,14	55,52 ±11,85	59,65 ±6,60	38,57 ±6,33	48,68 ±24,73	45,26 <sup>b</sup> ±8,56	35,97 <sup>a</sup> ±7,39	35,20 <sup>b</sup> ±7,45	23,88 <sup>a</sup> ±6,98
L*	51,16 ±2,46	53,02 ±3,90	52,18 ±5,15	53,21 ±2,68	53,80 ±1,78	53,45 ±3,41	52,23 ±2,47	51,90 ±2,62	51,62 ±2,36	53,43 ±3,10
a*	14,49 ±1,92	14,86 ±2,34	13,78 ±3,51	14,71 ±2,37	8,40 <sup>a</sup> ±1,40	10,78 <sup>b</sup> ±1,58	11,85 ±1,34	11,03 ±2,17	11,19 ±1,66	9,99 ±1,18
b*	-0,82 <sup>a</sup> ±0,98	2,27 <sup>b</sup> ±1,95	6,10 <sup>b</sup> ±4,03	3,68 <sup>a</sup> ±2,17	2,87 ±0,70	2,51 ±1,06	0,00 ±0,98	-0,97 ±0,79	-1,36 ±0,44	-1,50 ±1,13

EC – przewodność elektryczna, M/T proporcja – powierzchnia mięsa/powierzchnia całkowita wycieku × 100, L\* – jasność, a\* – barwa czerwona, b\* – barwa żółta

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: a, b przy P≤0,05; A, B przy P≤0,01

EC – electrical conductivity, M/T ratio – meat area/total area × 100, L\* – lightness, a\* – red, b\* – yellow

Means in rows marked with different letters differ significantly: a, b at P≤0,05; A, B at P≤0,01



nie gorszej kondycji, niż w sezonie wiosenno-letnim. Sezon istotnie wpłynął na udział wnętrzości u pstrąga tęczowego i amura białego oraz płetw u karpia i pstrąga tęczowego, ale udział cennych części jadalnych – fileta, nie różnił się istotnie między sezonami. Istotny wpływ sezonu odnotowano także w przypadku parametrów fizykochemicznych tkanki mięśniowej: pH u pstrąga tęczowego i lina, przewodności elektrycznej – u pstrąga, szczupaka i lina, oraz proporcji M/T – u amura białego i lina. Sezon nie różnicował istotnie jasności ( $L^*$ ) filetów ocenianych gatunków ryb. Istotne różnice odnotowano natomiast w przypadku parametrów chromatycznych  $a^*$  (u szczupaka) oraz  $b^*$  (u karpia i pstrąga tęczowego). U karpia w sezonie wiosenno-letnim parametr  $b^*$  przyjmował wartości ujemne, co świadczy o zmianie barwy z żółtej na niebieską. Pomimo odnotowanych różnic nie stwierdzono ukierunkowanego wpływu sezonu pozyskania na masę całkowitą, parametry biometryczne i udział części ciała u ocenianych gatunków ryb. Sezon pozyskania nie miał również ukierunkowanego wpływu na parametry fizykochemiczne tkanki mięśniowej badanych ryb.

## PIŚMIENNICTWO

1. BIAŁOWAŚ H., 2008 – Karp jako ryba hodowlana. [W:] Technologia produkcji rybackiej a jakość karpia (red. J. Szarek, K.A. Skibniewska, J. Guziur). Wydanie w ramach projektu Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybołówstwo i Przetwórstwo Ryb 2004-2006” współfinansowanego przez Unię Europejską, Olsztyn, 32-44.
2. BRYLIŃSKA M., 2000 – Ryby słodkowodne Polski. Wydawnictwo PWN, Warszawa, ss. 51-61.
3. CHWASTOWSKA-SIWIECKA I., SKIEPKO N., POMIANOWSKI J.F., KONDRATOWICZ J., 2016 – Pomiar morfometryczny i ocena jakości mięsa sumy afrykańskiego. *Medycyna Weterynaryjna* 72 (2), 102-109.
4. CIE, 2004 – Colorimetry. 3rd edition. Vienna: Commission International de l'Eclairage.
5. DĄBROWSKI K., 1982 – Seasonal changes in the chemical composition of fish body and nutritional value of the muscle of the pollan (*Coregonus pollan* Thompson) from Lough Neagh, Northern Ireland. *Hydrobiologia* 87, 121-141.
6. DELL Inc., 2016 – Dell Statistica (data analysis software system). Version 13. software.dell.com.
7. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2010 – Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. **FAO FOOD AND NUTRITION PAPER** 91.
8. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2014 – The State of World Fisheries and Aquaculture, Opportunities and challenges.
9. FULTON T.W., 1904 – The rate of growth of fishes. *Fisheries Board of Scotland Annual Report* 22. Edinburgh (Part 3), 141-241.
10. GERI G., POLI B.M., GUALTIERI M., LUPI P., PARISI G., 1995 – Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment. *Aquaculture* 129, 329-333.
11. GRAU R., HAMM R., 1953 – Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwiss* 40, 29-30.

12. GRELA E.R., PISARSKI R.K., KOWALCZUK-VASILEV E., RUDNICKA A., 2010 – Zawartość składników odżywczych, mineralnych i profil kwasów tłuszczowych w mięsie wybranych gatunków ryb w zależności od terminu odłowu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (71), 63-72.
13. HRYSZKO K., 2015 – Rynek ryb. Stan i perspektywy. *Analizy rynkowe* 23. Wyd. IERiGŻ – PIB, Warszawa (ISSN 1732-5889).
14. HRYSZKO K., 2016 – Rynek ryb. Stan i perspektywy. *Analizy rynkowe* 24. Wyd. IERiGŻ – PIB, Warszawa (ISSN 1732-5889).
15. JOBLING M., 2001 – Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. [W:] Food intake in Fish (ed. D. Houlihan, T. Boujard, M. Jobling). Blackwell Sciences Ltd, Oxford, pp. 354-375.
16. LAVETY J., AFOLABI O.A., LOVE R.M., 1988 – The connective tissues of fish. IX. Gaping in farmed species. *International Journal of Food Science and Technology* 23, 23-40.
17. LIRSKI A., 2007 – Trendy w polskiej akwakulturze. *Magazyn Przemysłu Rybnego* 4 (58), 58-59.
18. LITWIŃCZUK A., SKAŁECKI P., FLOREK M., GRODZICKI T., 2006 – Value in use and physical-chemical quality of meat of Prussian carp (*Carassius auratus gibelio* L.) fished in spring and fall seasons. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 2 (4), 97-101.
19. LOVE R.M., 1979 – The *post-mortem* pH of cod and haddock muscle and its seasonal variation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 30, 433-438.
20. MARX H., BRUNNER B., WENZIERL W., HOFFMANN R., STOLLE A., 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.
21. PIEŃKOWSKA B., HRYSZKO K., 2017 – Spożycie ryb i owoców morza oraz ich przetworów. Rynek Ryb – stan i perspektywy 273, 28-31.
22. RUDY M., RÓG K., GIL M., GŁODEK E., 2014 – Consumption of fish and fish products depending on the sex of consumers from Podkarpackie province. *Nauka Przyroda Technologie* 8, 4, #52, 1-12.
23. SKAŁECKI P., FLOREK M., KALINIAK A., 2017 – Wartość użytkowa ryb polskiej akwakultury. *Journal of Animal Science, Biology and Bioeconomy*, vol. XXXV (4), 27-36.
24. SKAŁECKI P., FLOREK M., STASZOWSKA A., 2013 – Effect of fishing season on value in use, intrinsic properties, proximate composition and fatty acid profile of perch (*Perca fluviatilis*) muscle tissue. *Archives of Polish Fisheries* 21, 249-257.
25. SKIBNIEWSKA K.A., ZAKRZEWSKI J., SIEMIANOWSKA E., WARECHOWSKA M., WOJTKOWIAK K., 2012 – Wpływ technologii chowu na skład chemiczny tkanki mięśniowej pstrąga tęczowego. [W:] Narzędzia oceny stosowanych w Polsce technologii chowu pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) w świetle badań własnych (red. J. Szarek, K.A. Skibniewska, J. Zakrzewski, J. Guziur). Wydanie w ramach projektu Programu Operacyjnego „Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich 2007-2013” współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej, Olsztyn, ss. 22-27.
26. STANEK M., 2010 – Zawartość tłuszczu oraz cholesterolu w mięsie wybranych gatunków ryb z centralnej Polski. *Komunikaty Rybackie* 2 (115), 5-7.

27. TRBOVIĆ D., MARKOVIĆ Z., PETRONIJEVIĆ R., MILIJAŠEVIĆ M., SPIRIĆ D., VRANIĆ D., SPIRIĆ A., 2013 – Changes in the proximate and fatty acid composition in carp meat during the semi intensive farming. *Tehnologija mesa* 54, 1, 39-47.
28. ZAKĘŚ Z., PIETRZAK-FIEĆKOR., SZCZEPKOWSKI M., MODZELEWSKA-KAPITUŁA M., JANKOWSKA B., 2015 – Slaughter yield and fatty acid profiles of fillets of pike (*Esox lucius* L.) caught before and after spawning. *Archives of Polish Fisheries* 23, 231-235.

Agnieszka Kaliniak

## The effect of the fishing season on the use value and physicochemical properties of the meat of selected fish species reared in Polish aquaculture

### Summary

The objective of the research was to evaluate the impact of the fishing season on the value in use and physicochemical properties of the meat of selected fish species reared in Polish aquaculture. The study was conducted on five species: rainbow trout, common carp, grass carp, pike and tench. Fish were obtained from farms located in the Lublin Voivodeship in two seasons (spring/summer and autumn/winter). Morphometric measurements of the fish were performed, the percentage shares of body parts were assessed, and the physicochemical properties of the muscle tissue were measured: pH, electrical conductivity, water holding capacity, and CIE L\*a\*b\* colour characteristics. The fishing season significantly affected the body weight of carp, rainbow trout and pike, the greatest body height of carp and rainbow trout, and the total length and head length of pike. Pike, grass carp and tench had significantly lower Fulton's condition factors in the autumn/winter season than in the spring/summer season. The season significantly influenced the share of viscera in rainbow trout and grass carp, and that of fins in carp and rainbow trout. A significant impact of the season was also noted in the case of pH in rainbow trout and tench, electrical conductivity in trout, pike and tench, and the M/T ratio in grass carp and tench. Chromatic parameters differed significantly between seasons in pike (a\*) and in carp and rainbow trout (b\*).

**KEY WORDS:** fish, fishing season, physicochemical properties, morphometric measurements, value in use