

JOANNA TKACZEWSKA, WŁADYSŁAW MIGDAŁ

**PORÓWNANIE WYDAJNOŚCI RZEŻNEJ, ZAWARTOŚCI
PODSTAWOWYCH SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH ORAZ
POZIOMU METALI CIĘŻKICH W MIĘŚNIACH KARPI (*CYPRINUS
CARPIO* L.) POCHODZĄCYCH Z RÓŻNYCH REJONÓW POLSKI**

Streszczenie

Przedmiotem badań były mięśnie karpia pochodzących z dwóch województw północnej i trzech południowej Polski. Analizowano wpływ miejsca i sposobu hodowli na skład chemiczny i jakość zdrowotną oraz przydatność technologiczną ryb. Zakres badań obejmował określenie wydajności rzeźnej ryb, zawartości: wody, białka, tłuszczu, związków mineralnych w postaci popiołu oraz określenie poziomu arsenu, ołowiu, rtęci i kadmu w tkankach karpia. Wydajność rzeźna ryb oraz zawartość białka i składników mineralnych w ich tkankach były zbliżone we wszystkich badanych gospodarstwach hodowlanych. Najwięcej tłuszczu i suchej masy zawierały mięśnie ryb pochodzących z hodowli usytuowanej na terenie województwa małopolskiego i świętokrzyskiego, co było związane z ich sposobem żywienia. W żadnej z badanych prób mięśni karpia z różnych hodowli nie stwierdzono przekroczeń maksymalnych poziomów metali ciężkich określonych w rozporządzeniu Komisji (WE) nr 1881/2006. Nie stwierdzono również, aby sposób żywienia oraz poziom uprzemysłowienia regionu, w którym hodowano ryby miał wpływ na zanieczyszczenie metalami ciężkimi tkanek tych ryb.

Słowa kluczowe: karp (*Cyprinus carpio* L.), wydajność rzeźna, podstawowy skład chemiczny, metale ciężkie

Wprowadzenie

Ryby charakteryzuje wysoka wartość odżywcza, dlatego są szczególnie polecanym składnikiem diety. Ich mięso jest ważnym źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, a białko ryb cechuje bardzo korzystny skład aminokwasowy. Mięso tych zwierząt jest dobrym źródłem witamin z grupy B oraz witaminy A i D [12]. Skład chemiczny tkanek ryb może być modyfikowany przez wiele czynników, takich jak: rodzaj skarmianej paszy, miejsce chowu, sezon odłowu czy cechy osobnicze [11, 23].

Polska jest jednym z największych producentów karpia (*Cyprinus carpio* L.) na świecie. Rocznie odławia się 15,5 – 17,0 tys. ton tych ryb [15]. Według Lirskiego [14] produkcja karpia jednak się zmniejsza. W 2011 roku podaż wyniosła jeszcze 17 413 ton, ale już tylko 77 % stanowiła produkcja krajowa.

Przeważająca część produkowanego w Polsce karpia sprzedawana jest w postaci żywej ryby przed świętami Bożego Narodzenia. Z tego powodu zainteresowanie producentów takimi cechami, jak wydajność rzeźna i wartość odżywcza mięsa dotychczas było niewielkie. Stopniowo zmieniają się jednak wymagania rynku, coraz więcej młodych konsumentów, szczególnie mieszkających w miastach, nie chce uśmiercać i patroszyć ryb w warunkach domowych. Przypuszcza się, że udział karpia sprzedawanego w postaci żywej będzie malał, natomiast ryba przynajmniej wstępnie przetworzona, będzie bardziej preferowana przez konsumentów [21]. W tym kontekście nowego znaczenia nabiera wydajność rzeźna, czyli udział części jadalnych w masie karpia żywego.

Konieczne jest więc podejmowanie działań hodowlanych i prac badawczych, które umożliwiłyby zaspokojenie zmieniających się potrzeb rynku, a równocześnie pozwoliłyby gospodarstwom rybackim na osiągnięcie zadowalających dochodów.

Celem pracy było określenie podstawowego składu chemicznego, zawartości metali ciężkich oraz wydajności rzeźnej karpi pochodzących z hodowli różniących się położeniem geograficznym (z pięciu województw na terenie Polski), sposobem żywienia oraz warunkami środowiskowymi (głębokość stawu).

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły surowe mięśnie karpi (*Cyprinus carpio* L.) pochodzących z hodowli usytuowanych na terenie pięciu województw (po 7 sztuk z każdej hodowli). Do badań wybrano ryby w trzecim roku życia, a ich rozmiar był zróżnicowany w zależności od miejsca chowu i wynosił od 800 do 2000 g. Karpie nabywano bezpośrednio od producentów. Różnice w prowadzeniu chowu wynikały ze zróżnicowanego położenia geograficznego gospodarstw, z zastosowanego sposobu żywienia ryb oraz warunków środowiskowych (głębokość stawu). Sposób prowadzenia hodowli był następujący:

1. Hodowla „W-M” – gospodarstwo położone w południowo-zachodniej części województwa warmińsko-mazurskiego, na Pojezierzu Iławskim. Obszar hodowlany stanowił 135 ha stawów o średniej głębokości 1,2 m. Ryby były żywione paszą uzupełniającą niezawierającą białka zwierzęcego. Składnikami paszy był makuch rzepakowy oraz zmielone ziarno pszenicy. Pasza zawierała 24 % białka, 6,7 % tłuszczu, 55 % węglowodanów i 4,5 % popiołu.
2. Hodowla „K-P” – gospodarstwo położone w zachodniej części województwa kujawsko-pomorskiego. Karpie, w odróżnieniu od pozostałych gospodarstw rybac-

- kich, hodowano w jeziorze (Jezioro Rudno) o głębokości 4 m. Ryby były żywione zbożami tj. pszenicą i kukurydzą.
3. Hodowla „Św” – gospodarstwo położone w zachodniej części województwa świętokrzyskiego. Obiekty stawowe zasilane są wodami rzek Biała Nida, a także źródłami. Średnia głębokość zbiorników wynosiła 1,5 m. Ryby były żywione paszą uzupełniającą o zawartości: 24 % białka, 6,7 % tłuszczu, 55 % węglowodanów, 4,5 % popiołu, niezawierającą białka pochodzenia zwierzęcego, składającą się ze zbóż (głównie pszenicy). Karp z tych rejonów został wpisany na listę produktów tradycyjnych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Karp z Oksy). Karp ten jest krzyżówką miejscowego materiału z karpami linii francuskiej i węgierskiej.
 4. Hodowla „M” – gospodarstwo położone w województwie małopolskim w obszarze zwanym „Doliną Karpią” na terenie gminy Zator. Ryby żywione były naturalnymi paszami zbożowymi wytworzonymi na terenach gminy Zator (głównie pszenicą, jęczmieniem, kukurydzą). Do produkcji ryb w gospodarstwie nie wykorzystywano żadnych suplementów paszowych. Stawy mają głębokość 1,7 - 2 m i znajdują się w dorzeczu Wisły. Karp z tego rejonu wpisany został na listę produktów tradycyjnych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Karp Zatorski). Karp oferowany do sprzedaży jest krzyżówką czystej linii karpia zatorskiego z liniami: węgierską, jugosłowiańską, gołyską oraz izraelską.
 5. Hodowla „Śl” – gospodarstwo położone na terenie województwa śląskiego przy ujściu rzeki Biała. Hodowla prowadzona jest w sposób ekologiczny, bez dokarmiania ryb. Karpie cały cykl produkcyjny żywią się jedynie pokarmem naturalnym. Głębokość stawów wynosi 2,5 m.

Metody badań

W celu określenia wydajności rzeźnej rybę ogłuszano i ważono w całości, a po dekapitacji oraz wypatroszeniu ważono masę tuszy. Wydajność rzeźną ryby definiowano jako stosunek masy tuszy do całkowitej masy ryby.

Oznaczenia zawartości podstawowych składników chemicznych wykonywano według procedur podanych w AOAC [1]. Określenie zawartości ołowiu i kadmu wykonywano metodą mineralizacji próbki i analizie techniką atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w piecu grafitowym (GFAAS) (AAS: QMP 504 EC 25 52). Oznaczenie zawartości arsenu wykonywano przy użyciu spektrometru absorpcji atomowej PERKIN ELMER ZL 4100 po mineralizacji mikrofalowej. Używano kuwety grafitowej typu End Cap. System był wyposażony w korekcję tła Zeemana, piec zasilany argonem i system rejestracji pomiaru. Próbkę po uprzedniej mineralizacji mikrofalowej nastrzykiwano do kuwety grafitowej, gdzie poddawana była procesowi suszenia, spopielenia i atomizacji (AAS: QMP 504 EC 25 52). Oznaczenie zawartości rtęci

wykonywano metodą FIA - Flow Iniecion Analysis, z detekcją spektrofotometryczną (LFGB L 00.00-19 (KI)).

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono za pomocą pakietu statystycznego Statistica for Windows 10.0. Kształt rozkładu analizowano testem Szapiro-Wilka. Istotność różnic między wartościami średnimi wyników badań mięśni ryb, determinowanych hodowlą, weryfikowano testem t-Studenta oraz nieparametrycznym testem U Manna-Whitney'a. Testowanie prowadzono na poziomie istotności $p < 0,05$ oraz $p < 0,01$. Wszystkie przeprowadzone analizy wykonano w dwóch powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wydajność rzeźną oraz podstawowy skład chemiczny mięśni karpia pochodzących z różnych hodowli w Polsce.

Tabela 1

Wydajność rzeźna oraz podstawowy skład chemiczny mięśni karpia pochodzących z różnych hodowli w Polsce.

Slaughter yield and basic chemical composition of tissues of carp originating from various farms in Poland.

Hodowla Farm	Wydajność rzeźna [%] Slaughter yield [%]	Woda [%] Water [%]	Białko [%] Protein [%]	Tłuszcz [%] Fat [%]	Popiół [%] Ash [%]
Hodowla „W-M” „W-M” Farm	52,50 ^a	80,10 ^a	17,82 ^a	1,95 ^a	1,07 ^a
Hodowla „K-P” „K-P” Farm	59,40 ^b	73,89 ^b	17,50 ^a	4,92 ^b	1,12 ^a
Hodowla „Św” „Św” Farm	51,20 ^a	76,45 ^c	17,59 ^a	3,90 ^{cb}	0,74 ^b
Hodowla „M” „M” Farm	55,00 ^{ab}	77,82 ^c	18,28 ^a	4,84 ^b	1,17 ^a
Hodowla „Śl” „Śl” Farm	57,30 ^b	80,35 ^a	17,65 ^a	2,75 ^c	1,06 ^a

a, b, c – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,01$ / mean values denoted by different letters vary statistically significantly among themselves ($p \leq 0.01$).

Wydajność rzeźna badanych ryb była zróżnicowana. Największą wydajnością rzeźną charakteryzowały się karpie pochodzące z województwa kujawsko-pomorskiego (59,4 %), natomiast najmniejszą wartość użytkową miały ryby pochodzące z województwa świętokrzyskiego (51,2 %). Białowas [3] uzyskał większe wartości wydajności rzeźnej karpia (65 %), natomiast Bykowski i Dutkiewicz [5] podają przedział wydajności karpia wypatroszonego bez głowy na poziomie 55 - 61 %. Zróżnico-

wanie wydajności rzeźnej może wynikać głównie z różnej wielkości ryb, ale także z odmiennego sposobu obróbki (ręczna dekapitacja oraz patroszenie).

Pod względem zawartości wody w tkankach karpia pochodzących z różnych hodowli stwierdzono jej zróżnicowanie w zależności od sposobu i miejsca hodowli. Największą zawartością wody charakteryzowały się mięśnie ryb pochodzących z województwa warmińsko-mazurskiego oraz śląskiego (odpowiednio 80,10 oraz 80,35 %), natomiast najwięcej suchej masy zawierały tkanki karpia pochodzącego z województwa kujawsko-pomorskiego (73,89 % wody w mięśniach). Dwoma skrajnymi zawartościami wody (minimalną i maksymalną) charakteryzowały się mięśnie ryb pochodzących z województw północnych (Hodowla „W-M”, oraz Hodowla „K-P”), dlatego też można przypuszczać, że położenie geograficzne hodowli ryb nie wpływa na zawartość suchej masy w ich mięsie. Według Friedrich i Stepankowskiej [7] zawartość wody w mięsie karpia hodowanego kształtuje się na poziomie 72 - 73 %, w innych publikacjach te same autorki [8] podają przedział 69 - 70 %. Z kolei Memon i wsp. [15] oznaczyli zawartość wody w mięśniach różnych linii karpia na poziomie 72 - 76 %. Grela i wsp. [10], analizując mięśnie karpia z województwa lubelskiego odławianych w różnych terminach (od września do października), stwierdzili zawartość wody na poziomie 77,79 - 78,76 %. Wyniki własne są zbliżone do tych, które uzyskali Grela i wsp. [10]. Woda zawarta w mięsie ryb występuje w postaci roztworu wielu organicznych i nieorganicznych składników tkanek, uczestniczy w procesach biochemicznych zachodzących w organizmie ryby, współdziała w tworzeniu charakterystycznych właściwości reologicznych mięsa, ale nie jest źródłem cennych składników odżywczych [18].

Największą zawartością suchej masy cechowały się ryby pochodzące z województwa kujawsko-pomorskiego (26,11 %). Mniejsza zawartość wody w karpniu z tej hodowli może wynikać głównie z dużej zawartości tłuszczu w mięśniach tych ryb. Tłuszcz podczas suszenia nie zmienia swojej masy. Stąd też próbki zawierające więcej tłuszczu charakteryzują się większym poziomem suchej masy [18].

Białka są materiałem budulcowym badanych mięśni, pełnią funkcje katalityczne w reakcjach biochemicznych zachodzących w organizmie ryb, stanowią o biologicznej i żywieniowej wartości produktów rybnych i uczestniczą w wytwarzaniu wielu sensorycznych cech tych produktów [18]. Poziom białka w mięśniach badanych ryb był znacznie mniej zróżnicowany. Różnica między wartością minimalną (karp z Hodowli „K-P”) i maksymalną (karp z Hodowli „M”) wynosiła jedynie 0,78 %. Zawartość białka w tkankach badanych ryb z pozostałych hodowli kształtowała się na poziomie 17,59 - 17,82 %. Według Memnon i wsp. [15] zawartość białka w tuskach karpia wynosi 20 - 23,57 %, Czerwińska [6] podaje średnio 17 - 18 % (co jest zgodne z otrzymanymi wynikami), natomiast Friedrich i Stepankowska [7] oznaczyły w kroczkach karpia jedynie 12 % białka. Grela i wsp. [10] stwierdzili 17,69 - 17,95 % białka w mięśniach karpia. Choć różnice były statystycznie nieistotne, to wyższy poziom białka stwier-

dzono w mięśniach karpia odławianych we wrześniu w porównaniu z karpami odławianymi w listopadzie [10]. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że miejsce i sposób hodowli nie wpływa na poziom białka w mięśniach karpia.

Zawartość tłuszczu w mięśniach ryb jest bardzo zmienna i zależy nie tylko od gatunku, ale także od wieku, płci, warunków geograficznych (klimat, temperatura wody), a przede wszystkim od dostępności i rodzaju pokarmu [12]. Zawartość lipidów w mięśniach karpia była bardzo zróżnicowana w zależności od sposobu i miejsca chowu. Mięśnie karpia z hodowli „K-P” zawierały 4,92 % tłuszczu, natomiast karp z hodowli „W-M” 1,98 %. Różnica zawartości tłuszczu wynika głównie ze zróżnicowanej zawartości wody w mięsie badanych ryb. Próbki zawierające więcej tłuszczu charakteryzują się większą zawartością suchej masy [18]. Różnica zawartości tłuszczu w tkankach może być spowodowana zróżnicowanym sposobem dokarmiania ryb. Karpie z hodowli „K-P” oraz z hodowli „M” cechowały się największą zawartością tłuszczu wśród badanych ryb (odpowiednio 4,92 oraz 4,84 %). W obu wymienionych hodowlach ryby były dokarmiane zbożami, szczególnie kukurydzą i pszenicą. Kukurydza zawiera znacznie więcej węglowodanów i tłuszczu, a dużo mniej białka niż inne pasze. Dlatego jest paszą bardziej energetyczną w przeliczeniu na jednostkę masy. Z tego powodu proces trawienia i metabolizm substancji pokarmowych pochodzących z kukurydzy może prowadzić do szybszego odkładania się tłuszczu w tkankach karpia niż w przypadku stosowania innych bardziej białkowych pasz [18]. Tkanki ryb z pozostałych hodowli zawierały mniej tłuszczu, gdyż ryby były karmione paszami przemysłowymi (których podstawą był makuch rzepakowy, zawierający mniej węglowodanów, a więcej białka w porównaniu z ziarnami kukurydzy) lub jedynie pokarmem naturalnym. Friedrich i Stepankowska [7] oraz Czerwińska [6] podają, że zawartość tłuszczu w mięśniach karpia kształtuje się na poziomie 4,2 - 17 %. Z kolei Memon i wsp. [15] twierdzą, że średni poziom lipidów w tkankach tych ryb wynosi 2,82 - 3,10 %. Grela i wsp. [10] oznaczyli 1,88 - 2,93 % tłuszczu w mięśniach karpia i podobnie, jak w przypadku białka, poziom tłuszczu w mięśniach karpia odławianych we wrześniu był wyższy w porównaniu z karpami odławianymi w listopadzie. Mogło to być spowodowane mniejszą dostępnością pokarmu w miesiącach jesiennych lub innym zapotrzebowaniem energetycznym ryb. Minimalna zawartość tłuszczu (1,95 %) w mięśniach karpia z hodowli „W-M” w nieznacznym stopniu odbiegała od danych literaturowych. Jednak pozostałe wartości były zgodne z przedstawionymi przez innych autorów.

Poziom składników mineralnych w mięśniach karpia nie był zróżnicowany w zależności od miejsca i sposobu hodowli. Zawartość składników mineralnych oznaczonych w postaci popiołu w mięśniach badanych ryb wynosiła od 1,06 % (hodowla z województwa śląskiego) do 1,17 % (hodowla z województwa małopolskiego). Jedynie mięśnie karpia z województwa świętokrzyskiego zawierały mniej składników mineralnych (0,74 %). Grela i wsp. [10] stwierdzili 1,16 - 1,22 % popiołu w mięśniach

karpi. Hosain [11] wskazuje na prawie dwukrotnie większe ilości składników mineralnych w tkankach karpia (2,6 %) niż otrzymane w badaniach własnych. Natomiast według Geri i wsp. [10] w tkankach karpia znajduje się 1,12 - 1,13 % składników mineralnych. Podobną zawartość popiołu (1,12 - 1,21 %) podają Memon i wsp. [15], co potwierdzono wynikami własnymi.

Metale ciężkie, głównie arsen, ołów, kadm, oraz rtęć należą do zanieczyszczeń środowiskowych i technicznych występujących w żywności. Zawartość metali ciężkich w mięśniach karpia pochodzących z różnych hodowli w Polsce przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Zawartość metali ciężkich w mięśniach karpia pochodzących z różnych hodowli w Polsce.
Content of heavy metals in muscles of carp originating from various farms in Poland.

Hodowla Farm	Arsen [mg/kg] Arsenic [mg/kg]	Kadm [mg/kg] Cadmium [mg/kg]	Ołów [mg/kg] Lead [mg/kg]	Rtęć [mg/kg] Mercury [mg/kg]
Hodowla „W-M” „W-M” Farm	< 0,1	< 0,010	< 0,050	< 0,02
Hodowla „K-P” „K-P” Farm	< 0,1	< 0,010	0,056	< 0,02
Hodowla „Św” „Św” Farm	< 0,1	< 0,010	< 0,050	< 0,02
Hodowla „M” „M” Farm	< 0,1	< 0,010	< 0,050	< 0,02
Hodowla „Śl” „Śl” Farm	< 0,1	0,011	< 0,050	< 0,02

W żadnej z badanych prób mięśni karpia z różnych hodowli nie stwierdzono przekroczeń maksymalnych poziomów metali ciężkich określonych w rozporządzeniu Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. [19].

Zawartość arsenu w tkankach ryb pochodzących ze wszystkich badanych hodowli była mniejsza niż 0,1 mg/kg, natomiast zawartość rtęci była mniejsza niż 0,02 mg/kg. Ilość ołowiu w tkankach ryb pochodzących z hodowli „K-P” wynosiła 0,056 mg/kg, natomiast w pozostałych hodowlach była mniejsza niż 0,05 mg/kg. Mięśnie ryb z hodowli „Śl” zawierały 0,011 mg/kg kadmu, natomiast próby pochodzące z pozostałych badanych hodowli cechowały się zawartością tego pierwiastka mniejszą niż 0,01 mg/kg. W literaturze podaje się większą zawartość metali ciężkich w mięśniach karpia niż oznaczona w badaniach własnych. Castro-Gonzalez i Mendez-Armenta [5] podają, że tkanka analizowanego przez nich karpia zawierała: 0,016 mg/kg kadmu, 0,11 - 0,28 mg/kg rtęci, 0,21 - 0,43 mg/kg ołowiu, 0,16 - 0,17 mg/kg arsenu. Grela i wsp. [10] stwierdzili w mięśniach karpia z województwa lubelskiego 0,001 mg/kg Cd,

0,05 mg/kg Pb, 1,06 mg/kg Cu, 3,8 mg/kg Fe oraz 7,91 mg/kg Zn, nie stwierdzając statystycznie istotnego wpływu terminu odłowu na zawartość tych pierwiastków. Brucka-Jastrzębska i Protasowicki [5] analizowali poziom: makroelementów (Mg), mikroelementów (Ni, Fe, Cu, Zn), a także metali ciężkich (Cd) w tkankach i narządach karpia hodowanych w wodach województwa zachodniopomorskiego, ze szczególnym uwzględnieniem rzeki Odry. W mięśniach 5-miesięcznych karpia, w przeliczeniu na świeżą masę, stwierdzili: $0,004 \mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$ Cd, $2,79 \mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$ Fe, $0,042 \mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$ Ni, $4,89 \mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$ Zn, $0,24 \mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$ Cu, $245,9 \mu\text{g} \times \text{g}^{-1}$ Mg. Autorzy ci stwierdzili, że zawartość badanych pierwiastków mieściła się w granicach norm fizjologicznych określonych dla ryb karpiowatych. Są jednak badania, na podstawie których ostrzega się przed konsumpcją ryb z uwagi na podwyższone stężenie metali ciężkich w ich tkankach [20, 22]. Przeprowadzone analizy nie potwierdzają, aby mięso karpia mogło być przyczyną dużego pobrania metali ciężkich. Badane karpie cechują się wysoką jakością zdrowotną.

Związki metali łatwo ulegają rozpuszczeniu w wodzie deszczowej, zasilając systemy wodne oraz gleby [16] i w końcowym efekcie zawsze trafiają do środowiska wodnego [17]. Metale kumulują się również w osadach dennych, gdzie bytują liczne bezkręgowce denne, stanowiące podstawowy pokarm ryb spokojnego żeru, do jakich należy karp. Dlatego też zakładano, że mięśnie karpia pochodzących z hodowli, w których nie dokarmiano ryb paszami, a ich jedynym pożywieniem był pokarm naturalny, będą zawierały większe ilości metali ciężkich. Nie potwierdzono tego zjawiska, gdyż zgodnie z wynikami przeprowadzonych badań sposób odżywiania ryb nie miał wpływu na zawartość metali ciężkich w ich mięśniach. Karp w czasie swojego życia (3-letni okres produkcyjny) nie akumuluje dużo metali ciężkich, a pasze, którymi jest dokarmiany są badane pod względem zawartości tych pierwiastków.

Zanieczyszczenie środowiska jest ściśle związane ze stopniem uprzemysłowienia określonego rejonu geograficznego. Dlatego zakładano, że ryby hodowane na terenach uprzemysłowionych (np. województwo śląskie) będą zawierały więcej metali ciężkich niż ryby hodowane w innych rejonach Polski. I w tym przypadku nie stwierdzono zwiększonej zawartości metali w tkankach karpia z hodowli usytuowanej na terenie województwa śląskiego w porównaniu z karpiami z innych hodowli.

Uzyskane wyniki są dowodem na niską pozostałość zanieczyszczeń środowiskowych w mięśniach karpia hodowlanych. Może to być wynikiem kontroli zarówno jakości pasz stosowanych w hodowli zwierząt, jak również warunków środowiskowych bytowania ryb oraz stosunkowo krótkim cyklem produkcji karpia.

Wnioski

1. Zawartość białka i związków mineralnych w postaci popiołu w mięsie karpia pochodzących z różnych hodowli na terenie Polski nie zależy od miejsca i sposobu prowadzenia hodowli.
2. Zawartość suchej masy i tłuszczu w mięśniach karpia jest ściśle związana z miejscem oraz sposobem prowadzenia hodowli ryb.
3. Zawartość metali ciężkich w mięsie karpia pochodzących z różnych hodowli nie przekraczała obowiązujących wartości normatywnych.
4. Odżywianie ryb wyłącznie pokarmem naturalnym oraz stopień uprzemysłowienia rejonu, w którym karpie są hodowlane, nie wpływają na zwiększenie kumulacji metali ciężkich w tkankach tych ryb.

Badania finansowane z dotacji celowej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie BM-470/WTZ/2011.

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis. International, 17th Ed., AOAC Inter., Gaithersburg, MD, USA 2000.
- [2] Białowas H.: Analiza czynników wpływających na parametry jakościowe i technologiczne mięsa karpia – Materiały szkolenia organizowanego przez Związek Producentów Ryb, Sieraków Wlkp. 11 - 13.09.2007, Poznań, ss. 116-134.
- [3] Brucka-Jastrzębska E., Protasowicki M.: Levels of selected metals in tissues and organs of 5-month-old carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Sci Pol. Pisc., 2006, **5** (2), 3-16.
- [4] Bykowski P., Dutkiewicz D.: Freshwater fish processing and equipment in small plants. FAO Fisheries Circular, Rome 1996, p. 905.
- [5] Castro-Gonzalez M.I., Mendez-Armenta M.: Heavy metals: Implications associated to fish consumption. Environ. Toxicol. Pharmacol., 2008, **26**, 263-271.
- [6] Czerwińska D. Pora na karpia. Przegl. Gastr., 2010, **12/10**, 23-26.
- [7] Friedrich M., Stepankowska K.: Effect of starvation on nutritive value of carp (*Cyprinus carpio* L.) and selected biochemical components of its blood. Acta Ichthyol. Piscat., 2001, **31** (2), 29-36.
- [8] Friedrich M., Stepankowska K.: Effect of diet composition on the levels of glucose, lipids, and lipoproteins of the blood and on the chemical composition of two-year-old carp (*Cyprinus carpio* L.) reared in cooling waters. Acta Ichthyol. Piscat., 1999. XXIX, **1**, 13-23.
- [9] Geri G., Poli B.M., Gualtieri M., Lupi P., Parisi G.: Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) as influenced by age and rearing environment. Aquaculture, 1995, **125**, 329-333.
- [10] Grela E.R., Pisarski R.K., Kowalczyk-Vasilev E., Rudnicka A.: Zawartość składników odżywczych, mineralnych i profil kwasów tłuszczowych w mięsie wybranych gatunków ryb w zależności od terminu odłowu. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, **4** (71), 63-72.
- [11] Hossain M.A., Focken U., Becker K.: Evaluation of an unconventional legume seed, *Sesbania aculeata*, as a dietary protein source for common carp, *Cyprinus carpio* L. Aquaculture. 2001, **198**, 129-140.

- [12] Kołakowska A., Kołakowska E.: Wartość żywieniowa ryb. Mat. 31. Sesji Naukowej KTiChŻ PAN, Poznań 14-15 wrzesień 2000, ss. 119-129.
- [13] Kościański J.: Przyszłość polskiego karpia. Porad. Rol., 2010, **52**, 4.
- [14] Lirski A.: Wycena pozaprodukcyjnych wartości stawów karpiowych i analiza sprzedaży karpia w 2011 roku. Mat. Wiosennej Konferencji Karpiowej, Łosiów, 30 marzec 2012.
- [15] Memon N.N., Talampur F.N., Bahanger M. I., Balouch A.: Changes in fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. Food Chem. 2011, **126**, 405-410.
- [16] Popek W., Sionkowski J., Drag-Koza E., Szymacha J., Epler P.: Wpływ kadmu na efektywność tarła u karpia. Zesz. Nauk AR we Wrocławiu. Zootechnika. 2004, LI. (**501**), 273-277.
- [17] Protasowicki M.: Long-term studies on heavy metals in aquatic organisms from river Odra mouth area. Acta Ichthyol. Piscat., 1991, **21** (1) suppl., 301-309.
- [18] Puchała R., Pilarczyk M.: Wpływ żywienia na skład chemiczny mięsa karpia. Inż. Rol., 2007, **5** (93), 363-368.
- [19] Rozporządzenie Komisji (WE) nr1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Dz. Urz. UE, 20.12.2006, L 364/5.
- [20] Scheuhammer A.M., Meyer M.W., Sandheinrich M.B., Murray M.W.: Effects of environmental methylmercury on the health of wild birds, mammals, and fish. Ambio., 2007, **36**, 12-80.
- [21] Szarek J., Skibiniewska K., Guziur J.: Technologia produkcji rybackiej a jakość karpia. Prac. Wyd. ElSet, Olsztyn 2008.
- [22] Vieira C., Morais S., Ramos S., Delerue-Matos C., Oliveira M.B.P.P.: Mercury, cadmium, lead and arsenic levels in three pelagic fish species from the Atlantic Ocean: Intra- and inter-specific variability and human health risks for consumption. Food Chem. Toxicol., 2011, **49**, 923-932.
- [23] Żmijewski T., Kujawa R., Jankowska B., Kwiatkowska A., Mamcarz A.: Slaughter yield, proximate and fatty acid composition and sensory properties of rapfen (*Aspius aspius* L) with tissue of bream (*Abramis brama* L) and pike (*Esox lucius* L). J. Food Com. Anal., 2006, **19**, 176-181.

COMPARISON OF SLAUGHTER YIELD, CONTENTS OF BASIC NUTRIENTS, AND HEAVY METALS LEVELS IN MUSCLES OF CARP (*CYPRINUS CARPIOL.*) FARMED IN VARIOUS REGIONS IN POLAND

S u m m a r y

The subject of the study were muscles of carp originating from two provinces (voivodships) in North Poland and three in South Poland. The effect was analyzed of the farming location and type on the chemical composition, health quality, and technological usefulness of this fish. The research scope included the determination of the slaughter yield of fish, the contents of water, protein, fat, and mineral compounds in the form of ash, and the levels of arsenic, lead, mercury and cadmium in the carp tissues. The slaughter yield of fish and the content of protein and mineral compounds in the fish tissues were similar in all the farms studied. The muscles of the fish from the farms located in the Malopolska and Świętokrzyskie contained the highest amounts of fat and dry weight; this was attributed to the method of feeding the fish. It was found that the maximum levels of heavy metals as set in the Regulation of the European Commission No. 1881/2006 were not exceeded in any of the analyzed muscle samples of the fish from various farms. Neither the feeding method nor the level of industrialization of the region where the fish were bred were confirmed to impact the heavy metal contamination in the tissues of the fish studied.

Key words: carp (*Cyprinus carpio* L.), slaughter yield, basic composition, heavy metals 