



Konrad Partyka¹, Andrzej Kapusta², Agata Kowalska¹, Sylwia Jarmołowicz¹, Marek Hopko¹,
Zdzisław Zakęś¹

¹Zakład Akwakultury, Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie

²Zakład Ichtiologii, Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie

Wpływ diety na cechy biometryczne juwenalnego karasia pospolitego *Carassius carassius* (L.)

Wstęp

Karaś pospolity *Carassius carassius* (L.) jest szeroko rozprzestrzenionym w Europie i Azji przedstawicielem rodziny Cyprinidae. Zasiedla nizinne rzeki, starorzecza, stawy i jeziora, preferując siedliska obficie zarośnięte roślinnością wodną (Aho i Holopainen 2000, Wheeler 2000). Powszechnie znana jest odporność karasia pospolitego na niekorzystne warunki środowiskowe oraz wielka plastyczność morfologiczna (Szczerbowski i in. 1998, Copp i in. 2008). Słabo wygrzbiecone, małe osobniki z dużą głową często są jedynymi przedstawicielami ichtiofauny w niewielkich, zakwaszonych śródleśnych jeziorach. Natomiast w dużych jeziorach zasiedlonych przez wiele gatunków ryb karaś pospolity osiąga większe rozmiary ciała, charakteryzuje się silnym wygrzbiecieniem i relatywnie mniejszą głową (Holopainen i in. 1997). Karaś pospolity jest gatunkiem o szerokim spektrum pokarmowym, chociaż w jego diecie dominują bezkręgowce wodne, w tym larwy ochotek. Mimo iż jest gatunkiem bardzo odpornym na niekorzystne warunki środowiskowe w ostatnich latach zauważono spadek jego liczebności w naszym kraju. Pod koniec ubiegłego stulecia zaliczany był do grupy gatunków mniej zagrożonych (Witkowski i in. 1999). W najnowszym opracowaniu dotyczącym stopnia zagrożenia słodkowodnej ichtiofauny Polski zaliczony został do grupy gatunków bliskich zagrożenia (Witkowski i in. 2009). Przyczyn tego stanu upatruje się w ekspansji karasia srebrzystego *Carassius auratus gibelio* (Bloch) oraz zmianach środowiskowych wpływających negatywnie na liczebność populacji karasia pospolitego w wielu rejonach.

W odróżnieniu od blisko spokrewnionych karpia *Cyprinus carpio* L. i karasia srebrzystego, będących podstawowymi gatunkami w hodowli stawowej, karaś pospolity ma niewielkie znaczenie gospodarcze. Jednakże rosnące zainteresowanie materiałem zarybieniowym tego gatunku

może być czynnikiem stymulującym rozwój metod rozrodu i podchowu w warunkach kontrolowanych. Podchów larw i stadiów juwenalnych ryb karpiowatych w obiegach recykulacyjnych (RAS) może być efektywnym, alternatywnym rozwiązaniem dla ekstensywnej hodowli stawowej i stać się ważnym elementem programów ochrony zagrożonych gatunków ryb (Wolnicki 2005). Wyniki badań wskazują, że podchów ryb w RAS, oprócz zapewnienia zadowalającego tempa wzrostu i przeżywalności, wpływać również może na kształt ciała (pokrój). Zazwyczaj, w przypadku ryb karpiowatych, badacze zajmujący się tym zagadnieniem skupiali się na deformacjach ciała (Myszkowski i in. 2002, Kamler i in. 2006), a mniej uwagi poświęcali pokrojowi ciała. Mając to na uwadze przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu rodzaju pokarmu na cechy mieralne karasia pospolitego hodowanego w warunkach kontrolowanych.

Materiały i metody

Ryby wykorzystane w badaniach pochodziły z Zakładu Hodowli Ryb Jesiotrowatych Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie (IRS Olsztyn). Doświadczenie zostało przeprowadzone w Zakładzie Akwakultury IRS Olsztyn. Materiał doświadczalny stanowił juwenalny karaś pospolity w wieku 1+ o początkowej średniej masie ciała $W = 4,7 \text{ g} (\pm 0,4 \text{ g})$, średniej długości całkowitej $L_t = 6,6 \text{ cm} (\pm 0,4 \text{ cm})$. Juwenalne karasie pospolite podchowiano przez 56 dni w RAS, w 9 basenach o pojemności $0,1 \text{ m}^3$. W każdym basenie umieszczono 30 ryb. Biomasa ryb w dniu rozpoczęcia eksperymentu wynosiła $1,3\text{-}1,5 \text{ kg m}^{-3}$. Ryby podzielono na trzy grupy żywieniowe, każda w trzech powtórzeniach. Pierwszą grupę (grupa O) żywiono suszonymi larwami ochotki (*Chironomidae*) (Katrinex, Sosnowiec). Kolejna grupa otrzymywała paszę Aller Unistarter (Aller Aqua Polska, Golub-Dobrzyń) (grupa P). Trzecią

grupę żywiono paszą i ochotką (grupa M; stosunek energii brutto obu diet ustalono na poziomie 1:1). Zastosowane pasze różniły się od siebie poziomem energetycznym i zawartością podstawowych składników (tab. 1). Do karmienia użyto automatycznych karmników taśmowych, a pasze zadawano przez 18 h d⁻¹ (09:00-03:00). Dobowe dawki pokarmu ustalano na podstawie cotygodniowych pomiarów biomasy obsady. Wynosiły one od 3,5% (pierwsze 2 tygodnie eksperymentu) do 1,7% biomasy obsady (ostatni tydzień eksperymentu).

TABELA 1

Skład chemiczny pasz (% suchej masy) użytych podczas doświadczenia.

Próba	Suszona ochotka	Pasza sztuczna	Suszona ochotka + pasza sztuczna
Sucha masa	90,50	93,83	91,67
Popiół surowy	62,94	11,32	37,14
Białko ogólne	20,39	55,41	36,23
Węglowodany	5,08	2,61	5,08
Tłuszcz surowy	0,19	7,17	3,69
Włókno surowe	1,04	0,76	0,99
Energia brutto MJ kg ⁻¹	5,59	20,00	13,07

Przepływ wody w trakcie doświadczenia utrzymywano na poziomie 3 l min⁻¹, a temperatura wody, mierzona codziennie, wynosiła 24°C ± 0,5. Całkowity azot amonowy (CAA = NH₄⁺-N + NH₃-N) i azotyny (NO₂-N), mierzone na odpływie z basenów podchowowych z częstotliwością 14 dni, nie przekraczały odpowiednio 0,035 mg CAA l⁻¹ oraz 0,015 mg NO₂-N l⁻¹. Baseny oświetlane były 24 godziny na dobę.

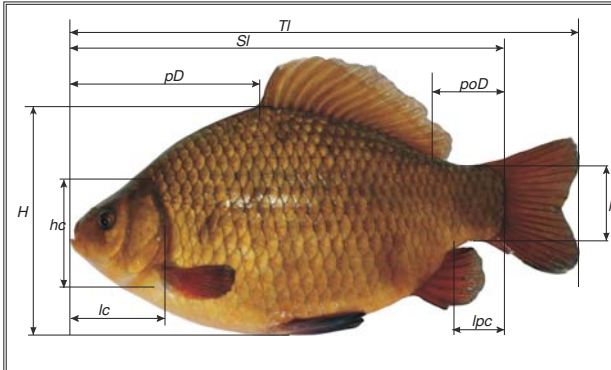
W ostatnim dniu eksperymentu wykonano pomiary biometryczne ryb. Przed przystąpieniem do pomiarów ryby wprowadzono w stan anestezji za pomocą wodnego roztworu 2-fenoksyetanolu (dawka 0,6 ml l⁻¹). Z każdej grupy eksperymentalnej wybrano 30 osobników (10 ryb z każdego basenu/powtórzenia). Ryby zważono (± 0,10 g) i zmierzono (± 0,01 mm) za pomocą suwmiarki po lewej stronie ciała. Pomiary biometryczne wykonano wg metody Pravdina (1931). Szczegółowe informacje dotyczące cech mierzalnych przedstawiono w tabeli 2.

Analiza danych

Analiza biometryczna objęła 10 cech mierzalnych juwenalnego karasia pospolitego (n = 30 dla każdej grupy). Wszystkie cechy biometryczne zostały wyrażone w wartościach bezwzględnych, a następnie poddane standaryzacji poprzez wyrażenie w procentach długości ciała (*Sl*) lub długości głowy (*lc*). Zmienność wartości cech mierzalnych określono za pomocą odchylenia standardowego (SD) i współczynnika zmienności danej cechy (CV). Analizy statystyczne zostały poprzedzone sprawdzeniem normalności

TABELA 2

Opis cech biometrycznych wraz z przyjętymi dla nich symbolami (Brylińska 2000, zmodyfikowane)



Symbol cechy	Nazwa polska	Nazwa łacińska
<i>lc</i>	Długość głowy boczna	<i>Longitudo capitis lateralis</i>
<i>hc</i>	Wysokość głowy	<i>Altitudo capitis</i>
<i>TI</i>	Długość całkowita ciała	<i>Longitudo totalis</i>
<i>Sl</i>	Długość ciała	<i>Longitudo corporis</i>
<i>pD</i>	Długość przedgrzbietowa	<i>Distanita praedorsalis</i>
<i>poD</i>	Długość zagrzbietowa	<i>Distanita postdorsalis</i>
<i>H</i>	Największa wysokość ciała	<i>Altitudo corporis maxima</i>
<i>h</i>	Najmniejsza wysokość ciała	<i>Altitudo corporis minima</i>
<i>lpc</i>	Długość trzonu ogonowego	<i>Longitudo pedunculi caudalis</i>
<i>laco</i>	Szerokość ciała	<i>Latitudo corporis</i>
<i>W</i>	Masa osobnika	<i>Individui pondus</i>

rozkładu (test Shapiro-Wilka) oraz jednorodności wariancji (test Levene'a). Badane cechy biometryczne ryb należących do poszczególnych grup żywieniowych porównywano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA). W przypadku stwierdzenia istotnej wartości testu F przeprowadzono analizę *post hoc* wykorzystując do tego test Tukeya ($P \leq 0,05$). Cechy biometryczne, których wartości średnie różniły się istotnie pomiędzy badanymi grupami ryb zostały wykorzystane do przeprowadzenia analizy dyskryminacyjnej. Za pomocą tej metody próbowano wskazać, które cechy biometryczne w najlepszy sposób charakteryzowały różnice morfometryczne pomiędzy badanymi grupami ryb.

Wyniki

W dniu zakończenia eksperymentu ryby z poszczególnych grup doświadczalnych różniły się istotnie statystycznie średnimi długościami (*Sl* i *TI*) i masą ciała ($P < 0,05$; tab. 3). Ryby z grupy O charakteryzowały się najmniejszą wartością *TI* (73,7 mm) oraz masą ciała (6,90 g), natomiast ryby z grupy P osiągnęły największą długość całkowitą i masę ciała, odpowiednio 87,4 mm i 13,03 g.

Rodzaj pokarmu wpłynął istotnie statystycznie na większość analizowanych cech biometrycznych ($P < 0,05$; tab. 3). Jedynie względna wielkość głowy, określona za pomocą długości bocznej (*lc*) oraz wysokości głowy (*hc*), była

TABELA 3

Zestawienie wartości cech mierzalnych karasia pospolitego żywnego ochotką (grupa O), paszą sztuczną i ochotką (grupa M) oraz paszą sztuczną (grupa P). Objaśnienia oznaczeń analizowanych cech znajdują się w tabeli 2.

Cecha	Grupa O (n = 30)			Grupa M (n = 30)			Grupa P (n = 30)		
	średnia \pm SD	zakres	V (%)	średnia \pm SD	zakres	V (%)	średnia \pm SD	zakres	V (%)
<i>TI</i>	73,74 ^a \pm 6,57	63,03-89,37	8,90	81,20 ^b \pm 7,88	67,80-95,6	9,71	87,39 ^c \pm 7,48	73,39-93,97	8,56
<i>SI</i>	58,43 ^a \pm 5,60	48,50-70,65	9,59	65,05 ^b \pm 6,73	52,9-77,10	10,35	70,32 ^c \pm 6,50	58,21-83,74	9,24
<i>W</i>	6,90 ^a \pm 2,09	3,96-12,65	30,37	9,17 ^b \pm 2,90	5,1-16,1	31,60	13,03 ^c \pm 4,11	6,50-24,56	31,55
% <i>SI</i>									
<i>pD</i>	45,84 ^a \pm 2,27	42,45-51,26	4,94	47,90 ^b \pm 2,79	42,78-53,22	5,82	46,02 ^a \pm 2,76	40,16-54,22	6,01
<i>poD</i>	17,03 ^a \pm 2,22	13,03-21,07	13,05	19,27 ^b \pm 2,32	13,09-23,73	12,03	18,29 ^{ab} \pm 2,77	13,46-24,64	15,15
<i>H</i>	37,50 ^a \pm 1,57	32,71-40,07	4,20	37,78 ^a \pm 1,93	35,06-46,32	5,11	40,05 ^b \pm 1,83	37,27-44,51	4,58
<i>h</i>	14,10 ^a \pm 0,68	12,40-15,38	4,81	14,06 ^a \pm 0,86	11,69-15,48	6,10	14,94 ^b \pm 0,94	13,17-16,85	6,30
<i>lc</i>	25,34 ^a \pm 1,37	22,09-28,02	5,40	24,95 ^a \pm 1,69	21,38-27,73	6,78	25,29 ^a \pm 1,81	22,97-28,95	7,18
<i>lpc</i>	12,33 ^a \pm 1,34	10,13-14,92	10,87	13,55 ^b \pm 1,78	9,82-17,82	13,11	11,68 ^a \pm 1,39	9,31-15,11	11,92
<i>laco</i>	17,92 ^{ab} \pm 1,35	15,85-22,42	7,51	17,02 ^a \pm 1,46	13,34-20,12	8,59	18,28 ^b \pm 1,74	13,10-20,99	9,51
% <i>lc</i>									
<i>hc</i>	82,88 ^a \pm 4,40	72,65-90,91	5,31	81,36 ^a \pm 7,15	60,81-97,96	10,52	83,29 ^a \pm 9,29	60,77-96,51	11,16

Średnie w wierszach oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się istotnie statystycznie ($P > 0,05$). V – współczynnik zmienności danej cechy

podobna w badanych grupach żywieniowych ($P > 0,05$). Ryby żywione pokarmem mieszanym (grupa M) charakteryzowały się relatywnie największą długością przedgrzbietową (*pD*), długością zagrzbietową (*poD*) oraz długością trzonu ogonowego (*lpc*; tab. 3). U ryb z grupy P stwierdzono największą wysokość (*H*) oraz szerokość ciała (*laco*). Największą zmiennością cech mierzalnych charakteryzowały się osobniki z grupy P, zaś ryby karmione tylko ochotką (grupa O) charakteryzowały się najmniejszą zmiennością badanych cech biometrycznych (tab. 3). Największa zmienność analizowanych cech mierzalnych dotyczyła długości zagrzbietowej (*poD*) oraz długości trzonu ogonowego (*lpc*).

Za pomocą analizy dyskryminacyjnej stwierdzono, że największa wysokość ciała (*H*) oraz długość trzonu ogonowego (*lpc*) były cechami, które w najlepszy sposób charakteryzowały różnice morfometryczne pomiędzy badanymi grupami ryb (cząstkowa Lambda Wilka: $H = 0,84$, $lpc = 0,84$). Pierwsza funkcja dyskryminacyjna (FD1) wyjaśniała 73% wariacji analizowanych cech (tab. 4). Największy wkład w pierwszą funkcję dyskryminacyjną miała długość trzonu ogonowego (*lpc*), a w przypadku drugiej funkcji dyskryminacyjnej (FD2) największa wysokość ciała (*H*). Jednakże żadna z uzyskanych funkcji dyskryminacyjnych nie pozwalała na wyraźne rozróżnienie grup ryb za pomocą analizowanych cech biometrycznych (rys. 1), dlatego też tylko 73% ryb zostało poprawnie sklasyfikowanych do odpowiedniej grupy żywieniowej (tab. 5).

Dyskusja

Karasz pospolity w zależności od zasiedlanych ekosystemów wodnych wyróżnia się znacznym zróżnicowaniem wartości cech biometrycznych. W zbiornikach z niedostatkami pokarmu, znacznym zagęszczeniu ryb karpiowatych

TABELA 4

Standaryzowane współczynniki funkcji dyskryminacyjnych (FD1, FD2) uzyskane na podstawie badanych cech biometrycznych istotnie statystycznie różniących porównywane grupy żywieniowe ryb. Objaśnienia oznaczeń analizowanych cech znajdują się w tabeli 2.

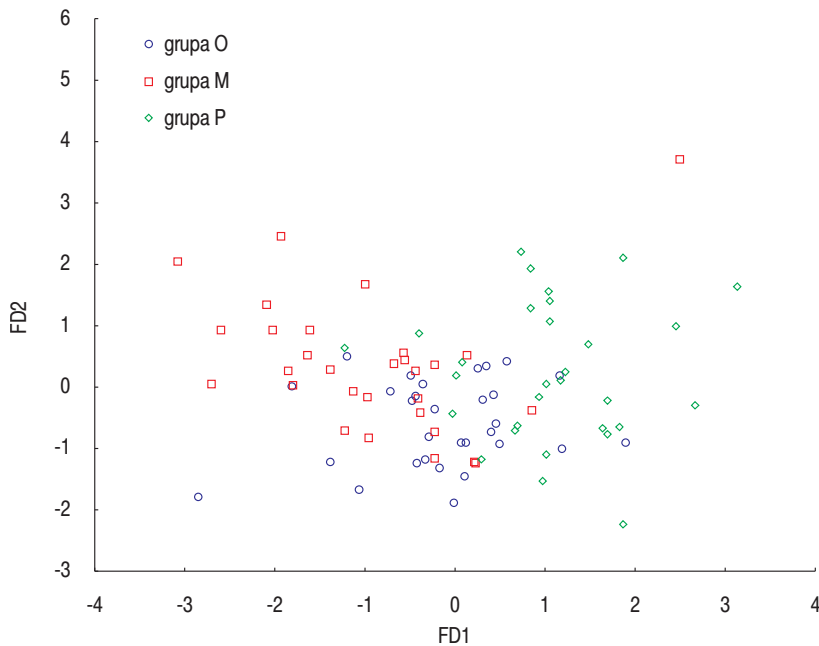
Cecha biometryczna	FD1	FD2
<i>pD</i>	0,460	0,473
<i>poD</i>	-0,104	0,385
<i>H</i>	-0,541	0,511
<i>h</i>	-0,445	0,273
<i>lc</i>	0,360	-0,342
<i>hc</i>	-0,031	-0,320
<i>lpc</i>	0,607	0,297
<i>laco</i>	-0,139	-0,273
Skumulowana wyjaśniana wariancja (%)	73	100

TABELA 5

Klasyfikacja grup doświadczalnych karasia pospolitego za pomocą analizy dyskryminacyjnej badanych cech biometrycznych. Oznaczenia grup żywieniowych znajdują się w tabeli 3.

Grupy doświadczalne	Grupowanie <i>a priori</i>			Suma
	O	M	P	
O	21	6	3	30
M	6	21	3	30
P	4	2	24	30
% poprawnie sklasyfikowanych	70	70	80	73

oraz z nieliczną populacją ryb drapieżnych występują formy słabo wygrzbiecone, charakteryzujące się dużą głową (Holopainen i in. 1997, Szczerbowski i in. 1998). Natomiast przy niewielkim zagęszczeniu, obecności ryb drapieżnych lub dobrych warunkach pokarmowych przeważają osobniki silnie wygrzbiecone. Odnotować należy, że plastyczność pokroju ciała w populacjach karasia pospolitego wynika z przystosowania do warunków środowiskowych i nie jest



Rys. 1. Wyniki analizy dyskryminacyjnej cech biometrycznych karasia pospolitego karmionego suszonymi larwami ochotki (grupa O), pokarmem mieszanym (suszona ochotka + pasza sztuczna; grupa M) lub paszą sztuczną (grupa P).

uwarunkowana genetycznie (Holopainen i in. 1997). W niniejszym doświadczeniu larwy ochotki były substytutem pokarmu naturalnego, jednocześnie najmniej energetyczną dietą. Z kolei pasza sztuczna charakteryzowała się największym poziomem energetycznym. Można było przypuszczać, że odmienny rodzaj pokarmu będzie miał wpływ na kształt ciała. Stwierdzono, że ryby karmione pokarmem mieszanym (grupa M) charakteryzowały się najbardziej wydłużonym kształtem ciała. Ryby z grupy M wyróżniały się największą długością przedgrzbietową (pD), zagrzbietową (poD) oraz długością trzonu ogonowego (lpc). Z kolei żywienie pokarmem sztucznym (grupa P) wpłynęło na osiągnięcie relatywnie największej wysokości (H) i szerokości ciała ($laco$). Mając na uwadze plastyczność fenotypową gatunku oraz różnice w wartości energetycznej stosowanego pokarmu, dość zaskakujące były wyniki pomiarów głowy. Relatywna długość boczna głowy (lc) oraz wysokość (hc) były podobne w porównywanych grupach żywieniowych. Można więc stwierdzić, że rodzaj zastosowanego pokarmu nie miał istotnego wpływu na te cechy.

Pomiary cech biometrycznych są powszechnie wykorzystywane w badaniach systematycznych ryb (np. Klingenberger i in. 2003, Nowak i in. 2008, Szlachciak i Ząbkiewicz 2008), a rzadziej w badaniach ekologicznych (Svanbäck i Eklöv 2002). W badaniach hodowlanych częściej wykorzystywano badania biometryczne w rozróżnianiu genetycznych linii ryb (Suzuki i Yamaguchi 1980, Corti i in. 1988, Wiśniewska 2008), niż określeniu wpływu stosowanego pokarmu na kształt ciała (Zakęś i Szkudlarek 1996). Jednakże rodzaj pokarmu jest jednym z głównych czynni-

ków wpływających na wyniki hodowlane w RAS (Szczepkowski 2009). Podobnie w niniejszych badaniach rodzaj pokarmu wpłynął na różnice w końcowych przyrostach masy i długości ciała ryb. Natomiast analiza cech mierzalnych pozwoliła dodatkowo stwierdzić istotny wpływ rodzaju pokarmu na kształt/pokrój ciała. Badania analizujące wpływ żywienia ryb na cechy mierzalne należą do nielicznych, a w przypadku karasia pospolitego takowych nie prowadzono. Wimberger (1992) stwierdził np., że rodzaj pokarmu (nauplii *Artemia* sp. lub larwy ochotek) miały istotny wpływ na kształt ciała ryb z rodzaju *Geophagus*. Ryby karmione naupliusami *Artemia* sp. charakteryzowały się bowiem relatywnie dłuższą i węższą głową oraz krótszym ciałem. Wykazano natomiast, że charakter odżywiania się ryb w warunkach naturalnych (skład ilościowy i jakościowy bazy pokarmowej) ma istotny wpływ na kształt ciała. Generalnie, ryby odżywiające się zooplanktonem, żerujące w pelagialu mają bardziej wydłużony, wrzecionowaty kształt ciała. Natomiast osobniki tego samego gatunku odżywiające się litoralowym bentosem mają wyższe ciało i większą głowę (Ehlinger i Wilson 1988, Svanbäck i Eklöv 2002).

Analiza dyskryminacyjna jest często stosowana do określenia, które z analizowanych cech biometrycznych mogą zostać użyte do rozróżniania badanych populacji ryb (Klingenberger i in. 2003, Cheng i in. 2005). Jej zasadniczym celem jest rozstrzygnięcie, które cechy/zmienne pozwalają w najbardziej wiarygodny sposób podzielić zebrane dane. W naszym doświadczeniu wykazano, że największa wysokość ciała (H) oraz długość trzonu ogonowego (lpc) są cechami w najlepszy sposób charakteryzującymi różnice morfometryczne pomiędzy badanymi grupami żywieniowymi juwenalnego karasia pospolitego.

Podsumowując, można stwierdzić, że rodzaj pokarmu ma istotny wpływ na kształt i pokrój ciała karasia pospolitego. Przeprowadzone badania wykazały bowiem, że ryby karmione larwami ochotki (pokarm najmniej energetyczny) cechowały się najmniejszą zmiennością badanych cech biometrycznych, a największą zmiennością charakteryzowały się osobniki żywione wysokoenergetyczną paszą sztuczną. Spośród analizowanych cech mierzalnych największą zmienność stwierdzono w przypadku długości zagrzbietowej (poD) oraz długości trzonu ogonowego (lpc). Nie odnotowano natomiast wpływu diety na względną wielkość głowy karasia pospolitego.

Literatura

- Aho J., Holopainen I. J. 2000 – Batch spawning of crucian carp (*Carassius carassius* (L.)) in mono- and multispecies communities – *Ann. Zool. Fennici* 37: 101-111.
- Brylińska M. 2000 – Ryby stódkowodne Polski – Wyd. Naukowe PWN Warszawa.
- Cheng Q., Lu D., Ma L. 2005 – Morphological differences between close populations discernible by multivariate analysis: a case study of genus *Coilia* (Teleostei: Clupeiformes) – *Aquat. Living Resour.* 18: 187-192.
- Copp G. H., Cerny J., Kovac V. 2008 – Growth and morphology of an endangered native freshwater fish, crucian carp *Carassius carassius*, in an English ornamental pond – *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 18: 32-43.
- Corti M., Thorpe R.S., Sbordoni V., Cataudella S. 1988 – Multivariate morphometrics in aquaculture: A case study of six stocks of the common carp (*Cyprinus carpio*) from Italy – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1548-1554.
- Ehlinger T.J., Wilson D.S. 1988 – Complex foraging polymorphism in bluegill sunfish – *PNAS* 85: 1878-1882.
- Holopainen I.J., Tonn W., Paszkowski C.A. 1997 – Tales of two fish the dichotomous biology of crucian carp – *Ann. Zool. Fennici* 34: 1-22.
- Kamler E., Myszkowski L., Kamiński R., Korwin-Kossakowski M., Wolnicki J. 2006 – Does overfeeding affect tench *Tinca tinca* (L.) juveniles? – *Aquacult. Int.* 14: 99-111.
- Klingenberger C.P., Barluenga M., Meyer A. 2003 – Body shape variation in cichlid fishes of the *Amphilophus citrinellus* species complex – *Biol. J. Linn. Soc.* 80: 397-408.
- Myszkowski L., Kamiński R., Quiros M., Stanny L.A., Wolnicki J. 2002 – Dry diet-influenced growth, size variability, condition and body deformities in juvenile crucian carp *Carassius carassius* L. reared under controlled conditions – *Arch. Pol. Fish.* 10(1): 51-61.
- Nowak M., Popek W., Epler P. 2008 – Range expansion of an invasive alien species, Chinese sleeper, *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Teleostei: Odontobutidae) in the Vistula river drainage – *Acta Ichth. Piscat.* 38(1): 37-40.
- Pravdin I.F. 1931 – Rukovodstvo po izueeniju ryb – Gos. Izd. Sel. Kolch.-Koop. Literaturny. Moskva-Leningrad.
- Suzuki R., Yamaguchi M. 1980 – Meristic and morphometric characters of five races of *Cyprinus carpio* – *Jap. J. Ichthyol.* 27(3): 199-206.
- Svanbäck R., Eklöv P. 2002 – Effects of habitat and food resources on morphology and ontogenetic growth trajectories in perch – *Oecologia* 131: 61-70.
- Szczepkowski M. 2009 – Impact of selected abiotic and biotic factors on the results of rearing juvenile stages of northern pike (*Esox lucius* L.) in recirculating systems – *Arch. Pol. Fish.* 17(3): 107 – 147.
- Szczerbowski A., Zakes Z., Luczynski M.J., Szkudlarek M. 1998 – Variability of meristic and biometric features of crucian carp (*Carassius carassius* L.) – *Arch. Pol. Fish.* 6(1): 67-81.
- Szlachciak J., Ząbkiewicz D. 2008 – Morphological characteristics and variation of gudgeon, (*Gobio gobio*) (*Actinopterygii: Cyprinidae*), from the Odra river drainage, Poland – *Acta. Ichth. Piscat.* 38(1): 9-19.
- Wheeler A.C. 2000 – Status of the crucian carp (*Carassius carassius* L.) in the UK – *Fish. Manage. Ecol.* 7: 315-322.
- Wimberger P.H. 1992 – Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae) – *Biol. J. Linn. Soc.* 45(3): 197-218.
- Wiśniewska A.M. 2008 – Zastosowanie wielowymiarowych technik eksploracyjnych w badaniach morfologicznych ryb na przykładzie karpia (*Cyprinus carpio* L.) – Zastosowania metod statystycznych w badaniach naukowych III, Wyd. StatSoft Polska, Kraków.
- Witkowski A., Błachuta J., Kotusz J., Heese T. 1999 – Czerwona lista słodkowodnej ichtiofauny Polski – *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 55(4): 5-19.
- Witkowski A., Kotusz J., Przybylski M. 2009 – Stopień zagrożenia słodkowodnej ichtiofauny Polski: czerwona lista minogów i ryb – stan 2009 – *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 65(1): 33-52.
- Wolnicki J. 2005 – Intensywny podchów wczesnych stadiów ryb karpiowatych w warunkach kontrolowanych – *Arch. Pol. Fish.* 13(1): 5-87.
- Zakęś Z., Szkudlarek M. 1996 – Wpływ pokarmu na wartość cech mierzalnych narybku sandacza (*Stizostedion lucioperca* L.) podchowyanego w warunkach kontrolowanych – *Komun. Ryb.* 4: 7-10.

Przyjęto po recenzji 20.04.2010 r.

IMPACT OF DIET ON THE BIOMETRIC CHARACTERS OF JUVENILE CRUCIAN CARP (*CARASSIUS CARASSIUS* (L.))

Konrad Partyka, Andrzej Kapusta, Agata Kowalska, Sylwia Jarmołowicz, Marek Hopko, Zdzisław Zakęś

ABSTRACT. The aim of the study was to analyze the impact feeding has on the biometric characters of Crucian carp, *Carassius carassius*. Juvenile crucian carp were reared for 56 days in a recirculating aquaculture system (water temperature 24°C) and fed dried Chironomidae larvae (group O), commercial feed (group P), and a mix of these two feeds (group M). The type of feed has a significant impact on most of the biometric characters studied. Only the relative head size and head height were similar in all the feeding groups studied ($P > 0.05$). Discrimination analysis confirmed that the characters that most statistically significantly characterized the differences among the Crucian carp feeding groups studied were body height and tail stalk length.

Keywords: Crucian carp, feeding, biometric characters