



Instrukcja doradcza

nr 6/RD/2021

Produkcja okonia (*Perca fluviatilis*) w systemach RAS



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”;
ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

Instrukcja doradcza

Produkcja okonia (*Perca fluviatilis*) w systemach RAS

Autorzy:

Dr inż. Maciej Rożyński

Dr inż. Sławomir Krejszeff

Prof. dr hab. inż. Zdzisław Zakęś

Mgr inż. Marek Hopko

Zakład Akwakultury, Instytut Rybnictwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w
Olsztynie



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”;
ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

Spis treści

1. Wstęp.....	4
2. Wymagania środowiskowe okonia podchowyanego w RAS	5
2.1. Temperatura wody	5
2.2. Natężenie światła, fotoperiod oraz kolor ścian basenów	7
2.3. Jakość wody (natlenienie i poziom związków azotowych)	7
3. Podchów okonia a stres	8
4. Sortowanie.....	9
5. Żywnienie	10
6. Zabiegi sanitarne	12
7. Podsumowanie.....	13
8. Literatura	15



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

1. Wstęp

Akwakultura jest obecnie najszybciej rozwijającym się sektorem produkującym żywność. Jej produkcja zwiększa się ze średnią roczną stopą wzrostu na poziomie 5,33% w porównaniu do 2,80% w przypadku produkcji zwierząt lądowych (Olsen i Hasan 2012). W ostatnich latach tonaż ryb wyprodukowanych w akwakulturze (114,5 mln t, FAO 2022a) przewyższył ilość ryb pochodzących z połowów (97,4 mln t, FAO 2022b). Coraz większe zapotrzebowanie na dobrej jakości żywność jaką są ryby oraz rozwój technologii pozwalający przeprowadzić cały cykl produkcyjny w systemach zamkniętych (RAS) przyczyniają się do systematycznego rozwoju akwakultury poprzez zwiększanie wielkości produkcji gatunków, których podchów w RAS został już opracowany oraz do aklimatyzowania nowych perspektywicznych gatunków do tego rodzaju hodowli. Z pewnością takimi gatunkami są ryby należące do rodziny okoniowatych m.in. okoń euroazjatycki (*Perca fluviatilis*) oraz sandacz (*Sander lucioperca*). Już na początku XXI wieku w Europie Zachodniej zaczęły powstawać pierwsze farmy tych gatunków opierających się wyłącznie na systemach RAS, m.in. w Danii i Holandii (Dil 2008). Obecnie w wielu krajach starego kontynentu (Belgia, Czechy, Dania, Francja, Niemcy, Węgry, Włochy, Polska, Portugalia i Holandia) liczne ośrodki są na etapie projektowania lub budowy (Fontaine et al. 2012).

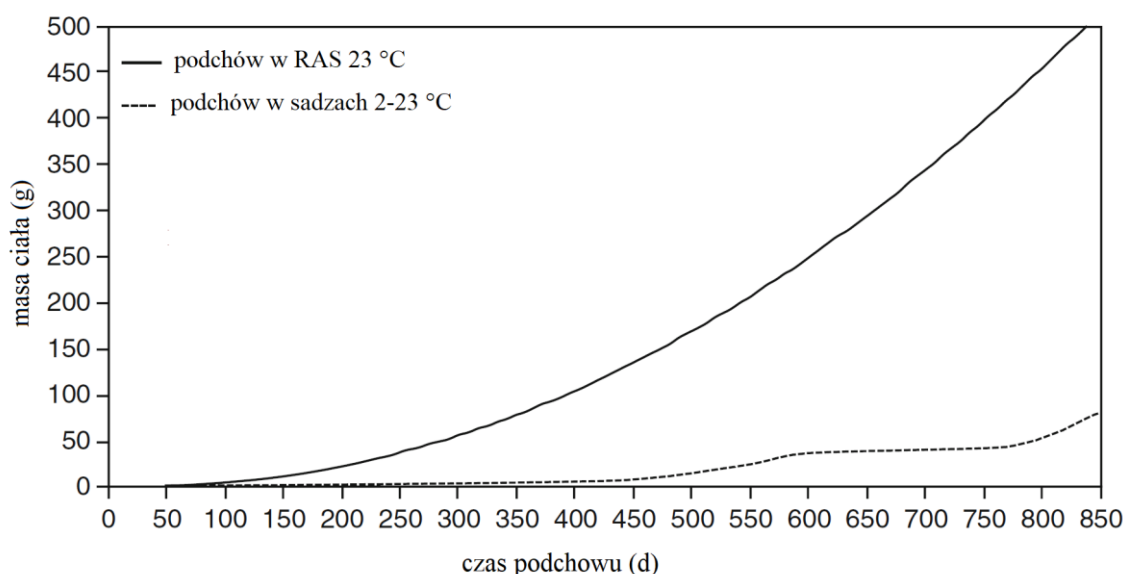
Okoń jest gatunkiem szeroko rozpowszechnionym na całym obszarze północnej Europy i Azji. Występuje od najbardziej wysuniętego na północ krańca Skandynawii, przez basen morza Egejskiego, basen morza Aralskiego po Syberię aż do rzeki Kołymy wpadającej do Oceanu Arktycznego. Gatunek ten został również z powodzeniem introdukowany w wielu krajach na całym świecie, np. w Irlandii, Australii, Nowej Zelandii, RPA czy na wyspach Azorach (Fishbase 2022). Okoń pomimo że jest tolerancyjny pod względem zróżnicowania środowiska, preferuje płytkie mezotroficzne/eutroficzne wody słodkie. Z kolei jako gatunek euryhaliczny występuje również w słonawych wodach Morza Bałtyckiego. Ponadto spotkać można go również w rzekach o słabym przepływie wody, a także w jeziorach głębokich, do 40 m głębokości. Okoń toleruje szeroki zakres temperatur (4-31°C), co również determinuje jego szerokie rozmieszczenie geograficzne. Tak szeroki zakres występowania zarówno pod względem

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

obszaru jak i różnorodności środowisk okoiń zawdzięcza zdolności aklimatyzacji do nowych warunków środowiskowych. Między innymi dzięki temu gatunek ten wymieniany jest jako jeden z głównych przyszłych obiektów akwakultury.

2. Wymagania środowiskowe okonia podchowyanego w RAS

Produkcja w RAS w porównaniu do innych metod podchowu ryb (stawy, sadze) zapewnia optymalne warunki dla szybkiego wzrostu, wysokiej przeżywalności, krótkiego cyklu produkcyjnego, całorocznej (ciągłej) i przewidywanej produkcji, zmniejszenia stresu ryb oraz eliminacji/zniwelowania zjawiska kanibalizmu (Rysunek 1).



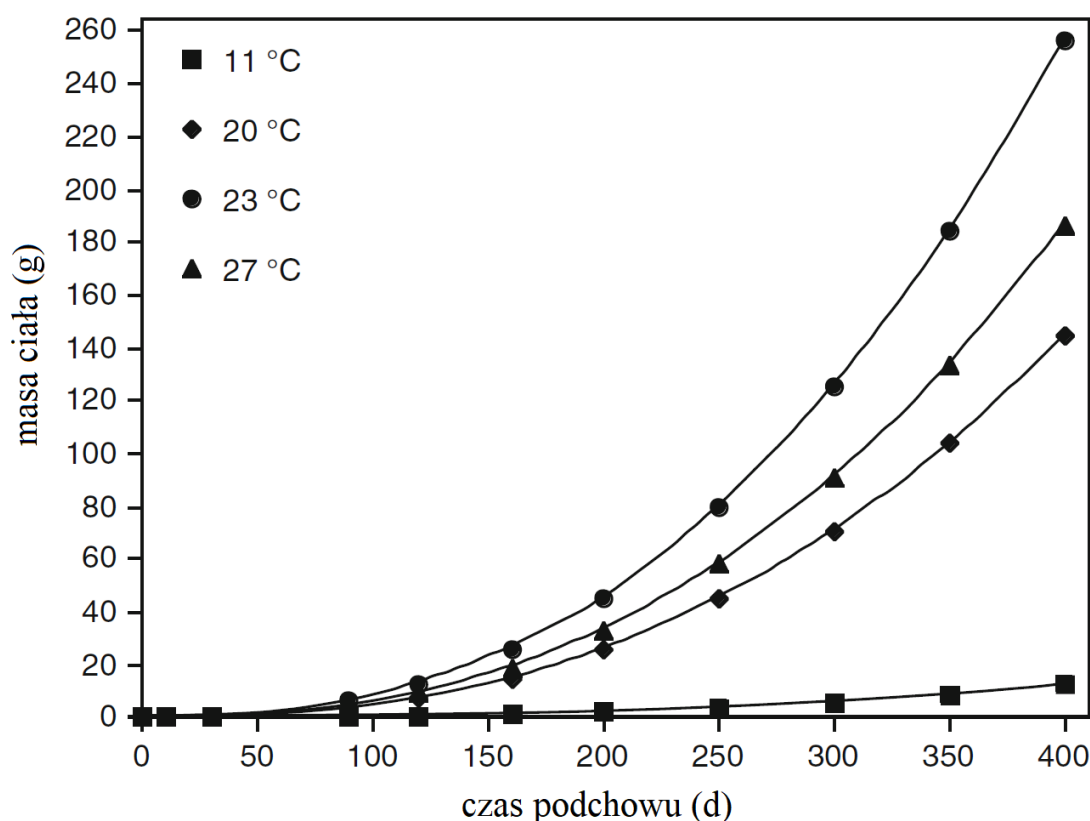
Rysunek 1. Porównanie tempa wzrostu okonia euroazjatyckiego podchowyanego w RAS i w sadzach (Mélard 2008).

2.1. Temperatura wody

Optymalna temperatura podczas podchowu okonia mieści się w przedziale 22-24 °C (Mélard et al. 1996a). Taki zakres temperatur pozytywnie wpływa na tempo wzrostu tego gatunku na każdym etapie podchowu (Kestemont i Mélard 2000), dzięki czemu okonia o wielkości rynkowej (130-150 g) uzyskuje się w takich warunkach w ciągu około 14 miesięcy, wliczając w ten czas okres podchowu larw (Mélard et al. 1996a). Ponadto

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

stale utrzymywana temperatura z zakresu 22-24 °C powoduje zahamowanie wytwarzania gonad u samic co bezpośrednio przekłada się na wyższe tempo wzrostu somatycznego u samiczych osobników tego gatunku. Ponieważ temperatura nie ma wpływu na wytwarzanie gonad u samców podczas podchowu, w produkcji okonia należy popierać osobniki samicze (Mélard i wsp. 1996a; Overton i Paulsen 2005). Podchów okonia w niższych (11-20 °C) lub wyższych (27 °C) temperaturach istotnie wpływa na obniżenie tempa wzrostu u tego gatunku, przykładowo przyrosty okonia o średniej masie ciała około 15 g w temperaturze wody sięgającej 27 °C mogą ulec obniżeniu nawet o 12% w porównaniu do temperatury 23 °C, podobnie w temperaturze poniżej 20 °C, przyrosty okonia o średniej masie ciała 100 g mogą być nawet o 20% niższe niż w temperaturze optymalnej (23 °C) (Rysunek 2).



Rysunek 2. Porównanie tempa wzrostu okonia euroazjatyckiego podczas podchowu w RAS przy różnych temperaturach wody (Mélard 2008).



2.2. Natężenie światła, fotoperiod oraz kolor ścian basenów

Pomimo, że larwy okonia charakteryzują się silną fototaksją dodatnią, starsze osobniki wykazują większą wrażliwość na wysokie natężenia światła, sięgające wartości ponad 2000 lx (Craig 2000; Kestemont i Mélard 2000; Kestemont et al. 2003; Staffan 2004). Podczas podchowu okonia w RAS zaleca się stosowanie światła o natężeniu od około 200 do maksymalnie 1100 lx. Światło o takim natężeniu nie wykazuje negatywnego wpływu na ilość paszy pobieranej przez okonia, a pośrednio na jego tempo i wydajność wzrostu (Strand et al. 2007a). Ważnym czynnikiem silnie skorelowanym z natężeniem światła mającym wpływ na żerowanie okonia w RAS jest kolor ścian basenów. Pomimo, że przy wyższych natężeniach światła, ponad 1000 lx kolor ścian basenów nie wykazuje wpływu na ilość pobranej paszy przez okonia, o tyle przy niższym natężeniu, około 200 lx dobór odpowiedniego koloru ścian basenów jest bardzo istotny. W takich warunkach pomiędzy kolorem ścian a natężeniem światła zachodzi interakcja mająca wpływ na widoczność paszy podczas karmienia, oddziałując tym samym negatywnie na ilość pobranej paszy przez podchowywane ryby, tempo i wydajność ich wzrostu (Strand et al. 2007a). Na tempo i wydajność wzrostu okonia w RAS wpływ może mieć również zastosowany fotoperiod. Podczas produkcji okonia należy stosować fotoperiod z przewagą godzin świetlnych (np. 18L:6D, 24L:0D), co istotnie wpływa na zwiększenie tempa wzrostu.

2.3. Jakość wody (natlenienie i poziom związków azotowych)

Jakość wody oddziałuje bezpośrednio na stan fizjologiczny podchowowanych ryb oraz pośrednio na ilość pobranej paszy i tempo wzrostu (Wedemeyer 1996). Minimalny poziom natlenienia podczas podchowu okonia wynosi 5 mg O₂ l⁻¹ (60% nasycenia). Utrzymywanie wyższych stężeń podczas podchowu okonia w RAS nie wpływa znacząco na poprawę tempa wzrostu w warunkach intensywnego podchowu w temperaturze 23 °C (Mélard 2008). Jednak Kestemont et al. (2008) zalecają utrzymanie minimalnego stężenia



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

tłenu na poziomie $6 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$, tj. 68-72% nasycenia tlenem podczas intensywnej hodowli okonia w temperaturze $20\text{-}23^\circ\text{C}$.

W RAS oprócz natlenienia bardzo istotną rolę odgrywa również stężenie amoniaku (N-NH_3) oraz azotynów (NO_2^-). Zbyt wysokie stężenie któregośkolwiek z tych związków ($0,3 \text{ mg N-NH}_3 \text{ l}^{-1}$ i $0,5\text{-}0,7 \text{ mg NO}_2^- \text{ l}^{-1}$) prowadzi do zmian fizjologicznych w organizmie okonia objawiających się zmniejszeniem wydalania amoniaku (zatrzymywanie tego metabolitu w ustroju) oraz przemianą hemoglobiny do methemoglobiny (ograniczenie zdolności transportu tlenu) (Jensen 2003; Svobodová et al. 2005; Mélard 2008; Kroupová et al. 2013). Zmiany te w negatywny sposób wpływają na wydajność wzrostu, a w ostateczności mogą prowadzić również do strat (Svobodová et al. 2005 ; Mélard 2008 ; Vandecan et al. 2008).

3. Podchów okonia a stres

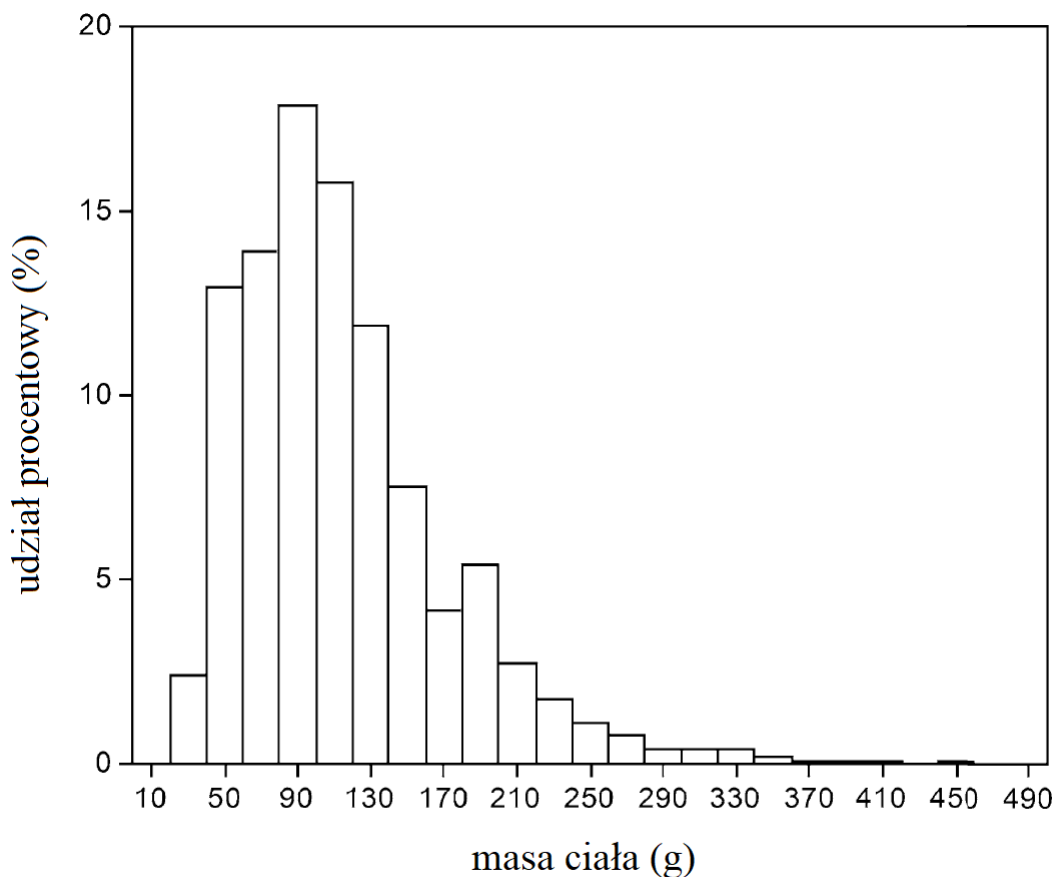
Istotną rolę podczas produkcji okonia w RAS odgrywają różnego rodzaju manipulacje mające na celu utrzymanie odpowiedniej wydajności produkcji, np. czyszczenie basenów, sortowanie, określanie biomasy. Manipulacje te w negatywny sposób wpływają na ilość paszy pobranej przez ryby, a także zwiększają wydatek energetyczny organizmu co wpływa pośrednio na obniżenie tempa wzrostu podchowianych ryb (Jentoft et al. 2005; Strand et al. 2007b). W przypadku okonia większość manipulacji przeprowadzanych podczas podchowu w RAS w większym stopniu oddziałuje na wydajność produkcji w niższych temperaturach wody (np. 17°C) niż w wyższych/optimalnych (23°C). Zależność ta wynika z większych nakładów energetycznych na reakcję stresową organizmu okonia w niższych temperaturach niż w temperaturze optymalnej. Bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na ilość pobranej paszy i wydajność wzrostu jest również czas wystąpienia reakcji stresowej organizmu w stosunku do pory karmienia. U okonia wykazano, że manipulacje przeprowadzane przed pierwszym karmieniem mogą obniżyć ilość pobieranej paszy nawet do 60%. Z kolei jeżeli sytuacja stresowa występuje po karmieniu nie odnotowuje się negatywnego wpływu na wydajność wzrostu (Kestemont i Baras 2001).



4. Sortowanie

Ważną czynnością podczas produkcji okonia w RAS jest przeprowadzanie sortowania ryb. Manipulacja ta ma na celu zmniejszenie zróżnicowania wielkości u podchowrywanych ryb oraz obniżenie zjawiska kanibalizmu. Manipulacja ta jest niewątpliwie dla ryb źródłem stresu i paradoksalnie może w negatywny sposób oddziaływać u nich na wydajność wzrostu. Częstotliwość oraz sam proces sortowania muszą być przystosowane do aktualnej sytuacji panującej podczas produkcji (Mélard et al. 1995, 1996a, b; Kestemont i Mélard 2000; Mélard 2008). Należy również mieć na uwadze, że pomimo zalet uzyskanych w wyniku sortowania, jakimi są pojawienie się szybko rosnących osobników w każdej z grup wielkości, a także obniżenie poziomu kanibalizmu, manipulacja ta przyczynia się do wzrostu zróżnicowania wielkości poszczególnych osobników w późniejszej fazie produkcji (Rysunek 3) (Mélard et al. 1996b; Mélard 2008). Kestemont i Mélard (2000) stwierdzili, że wyższe początkowe zróżnicowanie wielkości okonia skutkuje niższym końcowym zróżnicowaniem tego parametru u tego gatunku. Przyczynia się ono również do nasilenia zjawiska kanibalizmu i zwiększenia strat podczas produkcji

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**



Rysunek 3. Zróżnicowanie wielkości okonia wyrażonego masą ciała ryb po rocznym podchowcie w RAS przy średniej masie ciała 125 g.

5. Żywienie

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat odnotowano znaczną poprawę wiedzy na temat żywienia i zapotrzebowania na składniki pokarmowe u ryb okoniowatych podczas intensywnego wzrostu. Określono wpływ różnych czynników biotycznych i abiotycznych na aktywność żerowania ryb okoniowatych. Określono również wymagania żywieniowe okoniowatych pod względem dostarczanych w paszy białka, lipidów i węglowodanów. Fazę tuczu można rozpocząć gdy młodociane osobniki okonia osiągną masę ciała około 5-10 g. Granulacja paszy na tym etapie podchowu nie powinna przekraczać 2 mm średnicy. Ponieważ nie opracowano jeszcze paszy dla okonia na poziomie komercyjnym, dopuszczalne jest stosowanie pasz przeznaczonych dla pstrąga



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

lub dla niektórych słodkowodnych ryb ciepłolubnych. Zapotrzebowanie okonia na zawartość białka w paszy jest zróżnicowane w zależności od wielkości podchowiwanych ryb. W paszy przeznaczonej dla osobników o wielkości 8 g zawartość białka powinna wynosić około 51% podczas gdy większe osobniki, np. o masie ciała 50 g wykazują zapotrzebowanie na zawartość białka w paszy na poziomie 42% (Barrows et al. 1988; Brown i Barrows 2002). Okoń na wszystkich etapach podchowu intensywnego wzrostu wykazuje zapotrzebowanie na podobny udział poszczególnych aminokwasów w białku dostarczonym w diecie (Fiogbé et al. 1996). W tabeli 1 przedstawiono zapotrzebowanie okonia na zawartość poszczególnych aminokwasów w paszy.

Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

Tabela 1. Zapotrzebowanie okonia na poszczególne aminokwasy (Geay i Kestemont 2015)

Aminokwas	Udział w białku (%)
Arginine	4,02
Histidine	2,00
Isoleucine	3,26
Leucine	4,99
Lysine	5,24
Methionine	1,92
(Methionine+cysteine)	2,19
Phenylalanine	2,77
(Phenylalanine+tyrosine)	5,22
Threonine	3,34
Tryptophan	-
Valine	3,75

Zapotrzebowanie na zawartość lipidów w diecie okonia jest zależne od etapu życia oraz względnej ilości białka w pokarmie i wynosi od 13 do 18 %. Wyższa zawartość lipidów w diecie może mieć szkodliwy wpływ na stan zdrowotny podchowanych ryb oraz ich późniejsze wartości odżywcze (Geay i Kestemont 2015). U okonia przyswajalność węglowodanów jest niższa w porównaniu z białkami i lipidami, a niewłaściwy poziom tego składnika odżywczego w paszy może mieć negatywny wpływ na wzrost, metabolizm i zdrowie podchowanych ryb (Wilson 1994; Erfanullah 1998; Li et al. 2012). Z kolei równowaga między lipidami i węglowodanami w diecie wpływa na oszczędzanie białka, dając najlepsze tempo wzrostu, gdy węglowodany i lipidy są dostarczane w równych ilościach kalorycznych. Wnioskując zawartość węglowodanów w diecie okonia powinna mieścić się w przedziale 15-20% (Abro et al. 2013).

6. Zabiegi sanitarne

Warunki panujące podczas intensywnego chowu w systemach RAS, m.in. wysoka temperatura wody, duże zagęszczenie obsad, dostarczanie do wody dużego ładunku



organicznego (pasza) sprzyjają występowaniu licznych czynników patogennych (wirusy, bakteria i grzyby). Dlatego podczas chowu ryb w RAS ważnym zabiegiem pozwalającym ograniczyć występowanie czynników chorobotwórczych jest dbałość o czystość biologiczną wody. Codziennie z basenów podchowowych należy usuwać resztki niezjedzonej paszy i odchody. Z basenów należy też jak najszybciej usuwać martwe osobniki, ponieważ mogą być one źródłem transmisji patogenów na inne zdrowe osobniki, a także w wyniku rozkładu mogą wpływać na pogorszenie się jakości wody. W celu utrzymania warunków sanitarnych w RAS na bezpiecznym poziomie w obiegu można zastosować różnego rodzaju sterylizatory wody, np. lampę UV lub generator ozonu (Gonçalves i Gagnon 2011). Minimalna dawka promieniowania UV w RAS powinna wynosić $35000 \text{ mW s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ (Zakęś 2009). Na poprawę warunków sanitarnych może mieć również wpływ utrzymywanie stałego zasolenia w obiegu. Sól (NaCl) wykazuje właściwości bójcze w przypadku licznych patogenów, np. pierwotniaków (*Chilodonella*, *Trichodina*) (Zakęś 2009). Pomimo, że okon bardzo dobrze toleruje zasolenie w przedziale 10-15‰, w przypadku podchowu tego gatunku nie powinno ono przekraczać 4‰. Wyższe stężenia chlorku sodu w obiegu negatywnie wpływają na tempo wzrostu okonia, przyczyniają się również do zwiększenia współczynnika FCR (Overton et al. 2008; Policar et al. 2015).

7. Podsumowanie

W ciągu ostatnich lat nastąpiła dynamiczna poprawa stanu wiedzy dotyczącej produkcji ryb okoniowatych, w tym okonia o wielkości konsumpcyjnej w systemach RAS. Określono wpływ różnych warunków środowiskowych na stan kondycyjny i zdrowotny, aktywność żerowania i optymalne tempo wzrostu tego gatunku. Do kluczowych parametrów, które powinny być zapewnione podczas intensywnego wzrostu okonia do wielkości konsumpcyjnej należą temperatura wody wynosząca około $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$, baseny o ścianach w jasnym kolorze, natężenie światła z przedziału 200-1100 lx przy fotoperiodzie z przewagą godzin świetlnych (np. 18L:6D). Paszę o granulacji dostosowanej do aktualnej wielkości ryb należy zadawać trzy razy dziennie. W zależności



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”;
ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

od etapu podchowu pasza powinna charakteryzować się zbilansowanymi składnikami odżywczymi na poziomie: białko 43-50%, lipidy 13-18%, węglowodany 10-15%. Podczas intensywnego wzrostu okonia należy również zapewnić optymalne parametry wody, tzn. minimalne nasycenie tlenem na poziomie $6 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$, (68-72%) z kolei zawartość amoniaku (N-NH_3) oraz azotynów (NO_2^-) nie powinna przekraczać odpowiednio $0,3 \text{ mg l}^{-1}$ i $0,5-0,7 \text{ mg l}^{-1}$.



8. Literatura

- Abro R., Lundh T., Lindberg J. 2013 – Effect of dietary starch inclusion rate on digestibility and amylase activity in arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) – J Aquac. Res. Dev. 5: 2.
- Barrows F. T., Sell J. L., Nickum J. G., 1988 – Effects of dietary protein and energy levels on weight gains, body composition, and RNA: DNA ratios of fingerlings walleyes. Prog. Fish. Cult. 50: 211-218.
- Brown P. B., Barrows F. T. 2002 – Percids – W: *Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture* – Wyd. CABI, Nowy Jork: 219-228.
- Craig J. F. 2000 – Age, growth and mortality W: *Percids fishes systematics, ecology and exploitation. Fish and aquatic resources series, vol 3.* – (Red.) J. F. Craig. Wyd. Blackwell Sciences, Oxford, UK, s. 3954.
- Dil H. 2008. The European market of the pikeperch for human consumption. W: *Percid Fish Culture From Research to Production* (Red.) P. Fontaine, P. Kestemont, F. Teletchea, N. Wang. Universitaires de Namur, Namur: 15-16.
- Erfanullah J. 1998 – Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth and body composition of walking catfish (*Clarias batrachus*). Aquaculture, 161:159-168.
- FAO 2022a – Global Aquaculture Production 1950-2018 – Dostęp: 08.02.2022. www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en.
- FAO 2022b – Global Capture Production 1950-2018 – Dostęp: 08.02.2022. www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-production/query/en.
- Fiogbé E., Kestemont P., Mélard C., Micha J. 1996 – The effects of dietary crude protein on growth of the Eurasian perch *Perca fluviatilis*. Aquaculture 144: 239-249.
- Fishbase 2022 – *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 European perch – Dostęp: 09.02.2022. <https://www.fishbase.se/summary/perca-fluviatilis.html>.
- Fontaine P., Wang N., Teletchea F. 2012 – Domestication of new species and diversification in inland aquaculture, the example of Percid fish. Third workshop on fish culture – 3-4 lipca, Paryż, Francja.
- Geay F., Kestemont P. 2015 – Feeding and Nutrition of Percid Fishes During Ongrowing Stages – W: *Biology and Culture of Percid Fishes. Principles and Practices.* (Red.)



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

- P. Kestemont, K. Dabrowski, R. C. Summerfelt. Wyd. Springer, Dordrecht: 587-622.
- Gonçalves A. A., Gagnon G. A. 2011 – Ozone Application in Recirculating Aquaculture System: An Overview – *Ozone Sci. Eng.* 33: 345-367.
- Jensen F. B. 2003 – Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals – *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 135: 9-24.
- Jentoft S., Aastveit A. H., Torjesen P. A., Andersen Ø. 2005 – Effects of stress on growth, cortisol and glucose levels in non-domesticated Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) – *Comp. Biochem. Physiol. A* 141: 353-358.
- Kestemont P., Baras E. 2001 – *Environmental factors and feed intake: mechanisms and interactions* – W: Food intake in fish (Red.) D. Houlihan, T. Boujard, M. Jobling. Wyd. MPG Books, Cornwall: 88-156.
- Kestemont P., Jourdan S., Houbart M., Mélard C., Paspatis M., Fontaine P., Cuvier A., Kentouri M., Baras E. 2003 – Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences – *Aquaculture* 227: 333-356.
- Kestemont P., Mélard C. 2000 – *Aquaculture – W: Percids fishes systematics, ecology and exploitation. Fish and aquatic resources series, vol 3.* – (Red.) J. F. Craig. Wyd. Blackwell Sciences, Oxford, UK: 191-224.
- Kestemont P., Rougeot C., Musil J., Toner D. 2008 – Larval and juvenile production – W: Farming of Eurasian Perch, special publication BIM no 24 (Red.) C. Rougeot, D. Torner. Wyd. Bord Iascaigh Mhara, Dublin, Irlandia: 30-41.
- Kroupová H., Stejskal V., Kouřil J., Máchová J., Piačková V., Zusková E. 2013 – A wide difference in susceptibility to nitrite between Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) and largemouth bass (*Micropterus salmoides* Lac.) – *Aquac. Int.* 21: 961-967.
- Li X.-F., Liu W.-B., Lu K.-L., Xu W.-N., Wang Y. 2012 – Dietary carbohydrate/lipid ratios affect stress, oxidative status and non-specific immune responses of fingerling blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala* – *Fish. Shellfish Immunol.* 33: 316-323.



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

- Mélard C. 2008 – Growth and husbandry effects in percids – W: *Proceeding of Percid Fish Culture From Research to Production* (Red.) P. Fontaine, P. Kestemont, F. Teletchea, N. Wang. Wyd Uniwersytetu w Namur: 53-58.
- Mélard C., Kestemont P., Grignard J.C. 1996a – Intensive culture of juvenile and adult Eurasian perch (*P. fluviatilis*): effect of major biotic and abiotic factors on growth – J. Appl. Ichthyol. 12: 175-180.
- Mélard C., Baras E., Mary L., Kestemont P. 1996b – Relationships between stocking density, growth, cannibalism and survival rate in intensively cultured larvae and juveniles of perch (*Perca fluviatilis*) – Ann. Zool. Fenn. 33: 643-651.
- Olsen R. L., Hasan M. R. 2012 – A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production – Trends in Food Science & Technology 27: 120-128.
- Overton J. L., Bayley M., Paulsen H., Wang T., 2008 – Salinity tolerance of cultured Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L.: effects on growth and survival as a function of temperature – Aquaculture: 277: 282-286.
- Overton J. L., Paulsen H. 2005 – Ongrowing of perch (*Perca fluviatilis*) juveniles: (Videreopdraet af aborrengel) – Danmarks Fiskeriundersøgelser, DFU-rapport, no 151-05, s. 36.
- Polcar T., Samarin A. M., Mélard C. 2015 – Culture Methods of Eurasian Perch During Ongrowing – W: *Biology and Culture of Percid Fishes. Principles and Practices*. (Red.) P. Kestemont, K. Dabrowski, R. C. Summerfelt. Wyd. Springer, Dordrecht: 417-436.
- Staffan F. 2004 – Food competition and its relation to aquaculture in juveniles *Perca fluviatilis*. PhD thesis – Acta Univ. Agric. Suec. 329: s. 24.
- Strand A., Alanärä A., Magnhagen C. 2007a – Effect of group size on feed intake, growth and feed efficiency of juvenile perch – J. Fish. Biol. 71: 615-619.
- Strand A., Magnhagen C., Alanärä A. 2007b – Effects of repeated disturbances on feed intake, growth rates and energy expenditures of juvenile perch, *Perca fluviatilis* – Aquaculture 265: 163-168.



Projekt pt.: Program Doradztwa Rybackiego „Rozradzanie, wylęgarnictwo, podchów ryb i zarybianie”; ETAP II; Akronim „DORADZTWO”; Nr Umowy: **00002-6521.2-OR1400003/18/20** z dnia **16.01.2020 r.**

- Svobodová Z., Máchová J., Poleszczuk G., Huda J., Hamáčková J., Kroupová H. 2005 – Nitrite poisoning of fish in aquaculture facilities with water-recirculating systems – Acta Vet. Brno 74: 129-137.
- Zakęś 2009 – Sandacz. Chów i hodowla. Poradnik hodowcy – Wyd. IRS, Olsztyn: s. 203.
- Vandecan M., Gbamou P., Mélard C. 2008 – Ammonia toxicity in percids – W: *Proceeding of percid fish culture from research to production*. (Red.) P. Fontaine, P. Kestemont, F. Teletchea, N. Wang. Wyd. Uniwersytetu w Namur, s. 138-139.
- Wedemeyer G.A. 1996 – Physiology of fish in intensive culture systems – Wyd. Chapman and Hall, Nowy Jork, s. 232.
- Wilson R. 1994 – Utilization of dietary carbohydrate by fish – Aquaculture 124: 67-80.