

ИРИНА МИХАЙЛОВНА ДЗЮБУК

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии эколого-биологического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
ikrup@petrsu.ru

АНТОН ЕВГЕНЬЕВИЧ КУРИЦЫН

кандидат биологических наук, ихтиолог лаборатории экологических проблем Севера, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
akuri@rambler.ru

АЛИНА ВИКТОРОВНА ПОЛИНА

специалист лаборатории экологических проблем Севера, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
ikrup@petrsu.ru

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА КОРМЛЕНИЯ НА МОЛОДЬ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД*

Представлены новые результаты морфофизиологического исследования молоди радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Wal.), выращиваемой в садках на Ладожском озере при разных режимах кормления в зимний период. Не выявлено различий по массе и размерам тела между молодью при режимах кормления 1 раз в 7 дней и 1 раз в 3 дня. Состояние и индексы внутренних органов (сердца, селезенки, жабр, печени, желудка и кишечника) свидетельствовали о нормальном развитии молоди форели в зимний период при разных режимах кормления. При садковом выращивании молоди радужной форели (возраста около 1 года) в зимний период при температуре воды менее 2 °С возможно использовать режим кормления 1 раз в 7 дней. Это позволит повысить рентабельность производства на садковом хозяйстве.

Ключевые слова: садковое рыбоводство, радужная форель, молодь, выращивание, рост, режим кормления, Ладожское озеро

ВВЕДЕНИЕ

Приоритетным направлением, включенным в программу агропромышленного комплекса России, является аквакультура. На Европейском Севере, в том числе в Республике Карелия, перспективное направление развития аквакультуры – садковое рыбоводство [5].

Эффективность садкового рыбоводства определяется результатами последовательного осуществления технологических процессов. Одним из этапов производства рыбной продукции является выращивание посадочного материала. Важное значение на этом этапе имеет сбалансированность питания для молоди (состав корма, величина рациона, режим кормления и доступность гранул). Правильно подобранные корма и технологии кормления – основополагающий фактор успеха в форелеводстве [6].

Кормление форели осуществляется согласно нормам, предложенным производителями комбикормов, а величина рациона определяется по специальным таблицам с учетом навески рыбы и температуры воды. При выращивании посадочного материала радужной форели важен и режим ее кормления. Этому посвящены работы многих

исследователей [1], [3], [7], [10]. Было выявлено, что основным фактором для нормирования этого процесса является температура воды [8]. Частота кормления молоди зависит также от массы выращиваемой рыбы. Чем меньше размер и масса рыбы, тем чаще ее следует кормить [6].

J. L. White, B. C. Harvey приводят некоторые данные о режимах кормления радужной форели в зимний период [11], однако методики кормления форели в садках при низких температурах воды (ниже 2 °С) не разработаны. Определение такого режима представляет как теоретический, так и практический интерес. Возникает необходимость научно обосновать режимы кормления рыб при низких температурах воды (зимой), обеспечивающие их нормальное развитие. Также важен поиск путей сокращения затрат рыбоводных хозяйств на приобретение корма при сохранении и (или) увеличении объемов выращивания рыбы.

Цель исследований – определить наиболее эффективный режим кормления молоди радужной форели по оценке морфофизиологического состояния посадочного материала, выращиваемого в садках в период низких температур воды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на полносистемном садковом хозяйстве, расположенном на Ладожском озере, с февраля по май 2012 года. Объектом изучения была молодь радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), размещенная в двух садках. К началу эксперимента возраст рыб был 10 месяцев. Количество особей в первом садке составляло 52,6 тыс. шт., индивидуальный вес рыб в среднем равнялся 58,0 г, во втором садке – 64 тыс. шт. и 57,0 г соответственно.

В течение 27 суток до начала эксперимента молодь радужной форели не кормили вследствие образования ледяного покрова на озере. Температура воды в период исследований составляла в среднем 2 °С.

В ходе исследования испытывалось 2 режима кормления: в первом садке молодь кормили 1 раз в 7 дней, во втором садке – 1 раз в 3 дня. Использовали корма одного производителя. Корм содержал 42 % сырого протеина и 29–32 % сырого жира при общей энергии 23–26 МДж/кг. Нормы кормления соответствовали температуре воды и массе тела выращиваемых рыб.

Ежемесячно отлавливалось в садках по 25 экземпляров. Исследовали размерно-весовые параметры, морфофизиологические и гематологические показатели посадочного материала радужной форели при различных режимах кормления. В процессе работы использовали стандартные широко применяемые методики [4]. Полученные результаты обработаны статистически [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В начале эксперимента состояние молоди, на котором не отразилось кратковременное голодание в период формирования ледового покрова на водоеме, оценивалось как нормальное. Такое состояние отмечалось у рыб на протяжении всего периода исследования. Окраска тела была характерной для рыб этого возраста и условий выращивания. Не было выявлено внешних признаков каких-либо заболеваний, нарушений чешуйного покрова, кровоизлияний и наличия излишков слизи на кожном покрове молоди. Жабры были нормального, красноватого цвета, без излишков слизи. У молоди форели из обоих садков было отмечено нормальное развитие чешуек, позвоночника (без искривлений) и мышц. В период с февраля по апрель не было выявлено особей с некрозом плавников. Однако в мае наблюдали у единичных особей из обоих садков повреждение хвостового плавника. Это, вероятно, связано с многофакторным воздействием на иммунную систему форели к концу зимнего периода [9].

Анализ результатов исследования роста молоди радужной форели показал, что линейные размеры и масса рыб в обоих садках при разных режимах кормления достоверно не изменялись

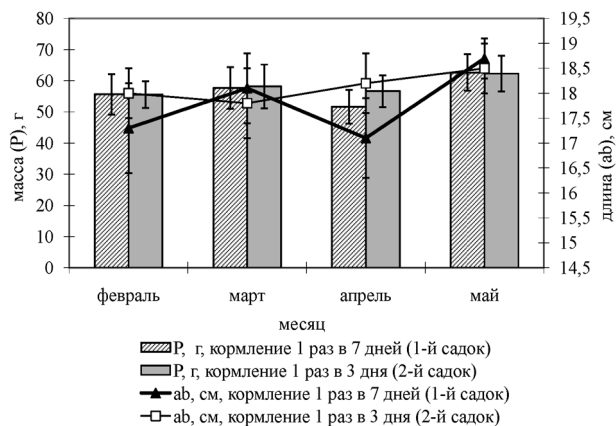


Рис. 1. Размерно-весовая характеристика молоди радужной форели при разных режимах кормления

на протяжении всего периода (рис. 1). Хотя абсолютные приросты длины и массы тела у рыб за период исследования составили в первом садке (1 раз в 7 дней) 1,4 см и 7,0 г, во втором (1 раз в 3 дня) – 0,5 см и 6,7 г соответственно. Достоверных различий по массе и длине рыб из разных садков не выявлено.

Состояние внутренних органов (сердца, селезенки, жабр, печени, желудка и кишечника) является важным маркером здоровья рыб. В ходе исследований было отмечено нормальное положение, форма и окраска внутренних органов форели. Ожирения сердца не выявлено, структура ткани печени и селезенки плотная, почки без тканевых разрастаний.

Индекс сердца, энергетического органа, в основном был стабилен и составлял 1,5–1,9 % у рыб в первом садке (кормление 1 раз в 7 дней) и 1,6–1,8 % во втором садке (кормление 1 раз в 3 дня). Некоторое снижение индекса у рыб в обоих садках произошло с февраля по апрель (рис. 2). К маю эти величины стали увеличиваться, что свидетельствует о закономерном изменении активности поведения форели, усилении уровня метаболизма и усвоения корма при увеличении нормы кормления в этот период.

В результате анализа данных была выявлена лабильность относительного веса селезенки молоди форели в пределах 1,2–2,1 % (кормление 1 раз в 7 дней) и 1,2–2,0 % (кормление 1 раз в 3 дня). Для рыб из обоих садков было достоверно выявлено снижение индекса селезенки в апреле (см. рис. 2), что связано со снижением уровня кроветворения в период зимовки и свидетельствует о нормальных адаптационных способностях выращиваемых рыб. В мае произошло закономерное увеличение относительного веса селезенки у молоди из первого садка (кормление 1 раз в 7 дней) до $2,1 \pm 0,3$ %, следовательно, и уровня кроветворения.

Интенсивность кроветворения в обоих вариантах опытов была в нормативных пределах.

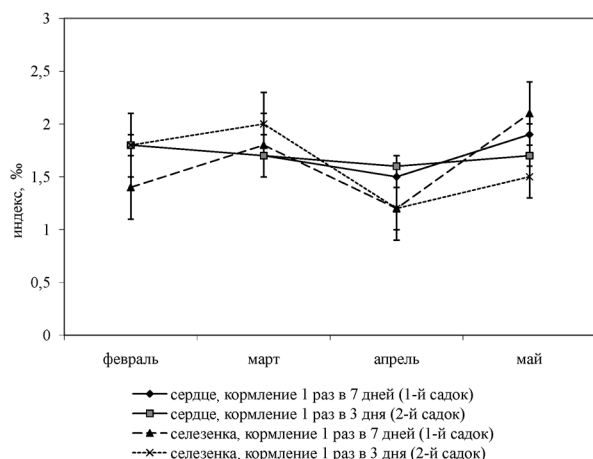


Рис. 2. Индексы сердца и селезенки молоди радужной форели при разных режимах кормления

Количество незрелых форм эритроцитов (нормобластов) составляло 4,8–9,2 % от общего содержания красных клеток. Лейкоцитарная формула спокойная: содержание фагоцитов (моноцитов и нейтрофилов) не превышало 12,0 %. Это подтверждает результаты визуальных исследований о нормальном состоянии молоди в обоих садках.

Индексы жабр были в пределах нормы – 23,5–28,3 % (кормление 1 раз в 7 дней) и 22,5–26,2 % (кормление 1 раз в 3 дня), что свидетельствует о нормальном функционировании дыхательной системы молоди форели в этот период. Достоверных различий по этому показателю между особями из разных садков выявлено не было.

Относительный вес печени рыб зависит от интенсивности питания и физиологического состояния особей. На протяжении исследований он колебался от 11,4 до 12,8 % (кормление 1 раз в 7 дней) и от 11,6 до 15,8 % (кормление 1 раз в 3 дня) (рис. 3). В марте достоверно больше индекс печени был у молоди из второго садка (кормление 1 раз в 3 дня), хотя в апреле и мае рыбы из разных садков уже не различались по данному показателю.

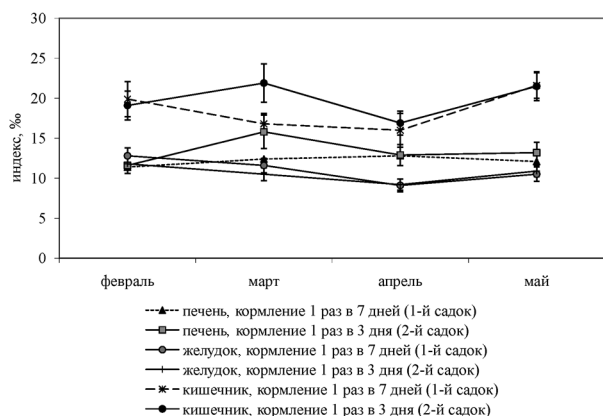


Рис. 3. Индексы печени, желудка и кишечника молоди радужной форели при разных режимах кормления

Индексы желудка и кишечника представляют интерес в отношении физиологической возможности организма обеспечить рост рыбы необходимым количеством питательных веществ. Относительный вес желудка и кишечника форели в опытах составлял 9,1–12,8 % и 16,0–21,6 % (кормление 1 раз в 7 дней) и 9,2–11,8 % и 16,9–21,9 % (кормление 1 раз в 3 дня) соответственно (см. рис. 3). В марте был выявлен более высокий индекс кишечника у рыб из второго садка (кормление 1 раз в 3 дня), который соответствовал высокому индексу печени. В целом весовые показатели кишечника свидетельствуют о достаточно развитом желудочно-кишечном тракте форели, которая полностью обеспечивает нормальное функционирование организма при низких температурах воды в условиях обоих режимов кормления.

Содержание полостного жира у молоди радужной форели в период исследования было в пределах 6,0–19,9 % при кормлении 1 раз в 7 дней и 5,8–25,9 % при режиме кормления 1 раз в 3 дня. Выявлено закономерное снижение индекса полостного жира с февраля по май в первом садке (кормление 1 раз в 7 дней) в 1,7 раза и во втором садке (кормление 1 раз в 3 дня) в 1,3 раза. В ходе исследований было отмечено, что в марте содержание полостного жира у молоди форели при режиме кормления 1 раз в 3 дня достоверно больше, чем у рыб при режиме 1 раз в 7 дней (рис. 4). В апреле произошло резкое снижение его для рыб из обоих садков. В мае этот показатель у молоди из обоих садков был сходным и биологически допустимым. Жир в форме отложений (запасного или резервного) тратился экономно форелью из обоих садков, что свидетельствует о достатке поступающей пищи при режиме кормления 1 раз в неделю.

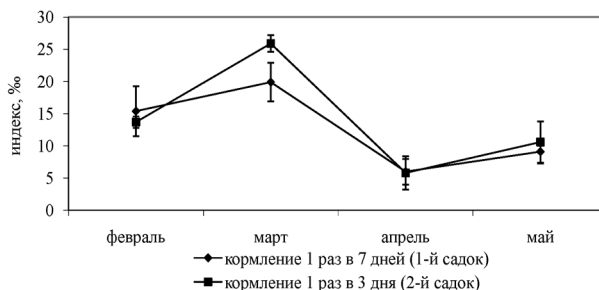


Рис. 4. Относительное содержание полостного жира у молоди радужной форели при разных режимах кормления

Выживаемость молоди радужной форели на протяжении периода исследований была высокой в обоих садках – 98,2 % (кормление 1 раз в 3 дня) и 98,7 % (кормление 1 раз в 7 дней).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов морфофизиологических исследований молоди радужной форели в садках

в зимний период показал, что состояние молоди не зависит от выбранного режима кормления – 1 раз в 7 дней и 1 раз в 3 дня. Выявленный в мае незначительный некроз плавников у молоди из обоих садков не является следствием разных режимов кормления. Достоверных различий по массе и длине рыб из разных садков при разных режимах кормления не выявлено.

При пониженных температурах воды обмен веществ выращиваемых рыб значительно снижен, а усвоенная часть пищи расходуется на поддержание жизненных функций организма. В этот период достаточно использовать низкокалорийные форелевые корма с содержанием сырого протеина 38–40 %. Применяемые нами корма были более калорийными. Известно, что при недостаточном поступлении питательных веществ в внесенным кормом энергетические траты организма рыб происходят за счет жировых запасов. Анализ результатов наших исследований показал, что при разных режимах кормления у рыб имелась возможность использовать резервные жировые отложения.

Форма, положение и окраска внутренних органов также свидетельствовали о нормальном состоянии молоди форели в зимний период при

разных режимах кормления. В марте были отмечены более высокие индексы печени, кишечника и полостного жира у рыб при кормлении 1 раз в 3 дня, что отражает большую интенсивность питания у них в этот период. В мае достоверно больший индекс селезенки был у рыб из первого садка при разовом режиме кормления в 7 дней, что связано с повышением уровня кроветворения у них после периода зимовки и свидетельствует о нормальных адаптационных способностях молоди. Выявленные изменения индексов органов показывают, что к концу зимнего периода (с увеличением длины светового дня) норма кормления годовиков форели может быть увеличена на 10–15 % в соответствии с возросшими физиологическими потребностями.

Таким образом, выполненные исследования подтверждают, что для выращивания молоди радужной форели при низкой температуре воды (2 °C) в зимний период возможно использовать режим кормления 1 раз в 7 дней. Это позволит снизить расход кормов при сохранении нормальных показателей физиологического состояния форели и повысить рентабельность производства на рыбоводном садковом хозяйстве.

* Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамыгин Е. А. Совершенствование комбикормов для рыб // Комбикорма. 2009. № 2. С. 67–70.
2. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Элементарная биометрия: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. 104 с.
3. Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб. 2-е изд. СПб.: Изд-во ФГБНУ ГосНИОРХ, 2012. 564 с.
4. Рыжков Л. П., Дзюбук И. М., Кучко Т. Ю. Ихтиологические исследования на водоемах: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. 72 с.
5. Рыжков Л. П., Дзюбук И. М. Садковое рыбоводство в естественных водоемах: прошлое, настоящее, будущее // Рыбохозяйственные водоемы России. Фундаментальные и прикладные исследования: Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию ГосНИОРХ (6–10 октября 2014 г.). СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 2014. С. 1306–1312.
6. Рыжков Л. П., Дзюбук И. М., Коренев О. Н., Полина А. В. Нормирование выращивания посадочного материала радужной форели в садках: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 41 с.
7. Bailey J., Alanař A. Effect of feed portion size on growth of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), reared at different temperatures // Aquaculture. 2006. № 253. P. 728–730.
8. Jobling M. Fish Bioenergetics. London: Chapman & Hall, 1994. 309 p.
9. Latremouille D. N. Fin erosion in aquaculture and natural environments // Rev. Fish. Sci. 2003. № 11. P. 315–335.
10. Ranta T. and Pirhonen J. Effect of tank size on food intake and growth in individually held juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) // Aquaculture Research. 2006. № 37. P. 1381–1385.
11. White J. L., Harvey B. C. Winter Feeding Success of Stream Trout under Different Streamflow and Turbidity Conditions // Transactions of the American Fisheries Society. 2007. № 136. P. 1187–1192.

Dzyubuk I. M., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)
Kuritsyn A. E., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)
Polina A. V., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

EFFECT OF WINTER FEEDING FREQUENCY ON CAGED JUVENILE RAINBOW TROUT GROWTH

New research results of the morphological study on Ladoga Lake juvenile rainbow trout grown in cages under different winter feeding regimes are presented in the article. No differences in the mass and body size of the juveniles grown under different feeding schedules (1 time in 7 days and 1 time in 3 days) were revealed. The state and index of the rainbow trout internal organs (heart,

spleen, gills, liver, stomach and intestines) speak of the fish normal development during winter season in conditions of different feeding schedules. It was concluded that the effective growth of the caged rainbow trout is possible at the water temperature less than 2 °C during winter season with once-a-week feeding schedule. Such feeding regime is facilitative in the increase of the cage farm profitability.

Key words: fish cage culture, rainbow trout, young, growing, growth, feeding regime, Lake Ladoga

REFERENCES

1. Gamygin E. A. Improvement of food for fish [Sovershenstvovanie kombikormov dlya ryb]. *Kombikorma*. 2009. № 2. P. 67–70.
2. Ivanter E. V., Korosov A. V. *Vvedenie v kolichestvennyuyu biologiyu: Uchebnoe posobie* [Introduction to quantitative biology. Textbook for students of biol. specialty]. Petrozavodsk, Petrozavodsk State University Publ., 2010. 104 p.
3. Ostroumova I. N. *Biologicheskie osnovy kormleniya ryb* [Biological basics of fish feeding]. St. Petersburg, GosNIORKh Publ., 2012. 564 p.
4. Ryzhkov L. P., Dzyubuk I. M., Kuchko T. Yu. *Ikhtiologicheskie issledovaniya na vodoemakh: Uchebnoe posobie* [Ichthyologic research on reservoirs. Textbook]. Petrozavodsk, Petrozavodsk State University Publ., 2013. 72 p.
5. Ryzhkov L. P., Dzyubuk I. M. **Cage culture in natural waters: the past, present and future** [**Sadkovoe rybovodstvo v estestvennykh vodoemakh: proshloe, nastoyashchee, budushchee**]. *Rybokhozyaystvennye vodoemy Rossii. Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: Materialy mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 100-letiyu GosNIORKh (6–10 oktyabrya 2014 g.)* [Fishery waters of Russia. Basic and applied research: Proceedings of Intern. scientific. conf. devoted. 100 anniversary GosNIORKh (6–10 October 2014)]. St. Petersburg, GosNIORKh Publ., 2014. P. 1306–1312.
6. Ryzhkov L. P., Dzyubuk I. M., Korenev O. N., Polina A. V. *Normirovanie vyrashchivaniya posadochnogo materiala raduzhnoy foreli v sadkakh: Uchebnoe posobie* [Rationing in growing planting material of rainbow trout in cages. Textbook]. Petrozavodsk, Petrozavodsk State University Publ., 2014. 41 p.
7. Bailey J., Alanärä A. Effect of feed portion size on growth of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), reared at different temperatures // *Aquaculture*. 2006. № 253. P. 728–730.
8. Jobling M. *Fish Bioenergetics*. London: Chapman & Hall, 1994. 309 p.
9. Latremouille D. N. Fin erosion in aquaculture and natural environments // *Rev. Fish. Sci.* 2003. № 11. P. 315–335.
10. Ranta T. and Pirhonen J. Effect of tank size on food intake and growth in individually held juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) // *Aquaculture Research*. 2006. № 37. P. 1381–1385.
11. White J. L., Harvey B. C. Winter Feeding Success of Stream Trout under Different Streamflow and Turbidity Conditions // *Transactions of the American Fisheries Society*. 2007. № 136. P. 1187–1192.

Поступила в редакцию 18.11.2014