

РОСТ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ PARASALMO MYKISS WAL. ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ЗАЛИВЕ БОЛЬШОЕ ОНЕГО ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА (КАРЕЛИЯ, РОССИЯ)

Дзюбук Ирина Михайловна

кандидат биологических наук, доцент,
Петрозаводский государственный университет
ikrup69@mail.ru

GROWTH AND SURVIVAL OF RAINBOW TROUT PARASALMO MYKISS WAL. WHEN GROWING IN THE BAY OF THE GREAT ONEGO OF THE ONEGA LAKE (KARELIA, RUSSIA)

I. Dzyubuk

Summary: The article presents the results on the growth and survival of rainbow trout *Parasalmo mykiss* Wal., obtained from producers from the Kaluga region (Russia), in the Great Onego Bay of Onega Lake (Karelia). The conditions (temperature, oxygen) for growing rainbow trout were generally favorable, in June they were close to optimal, but in May and some days of July they were close to critical values. Under these conditions, the absolute weight gain was 220 g for yearlings and 520 g for two-year-olds. The intensity of mass accumulation was greater in yearlings than in two-year-olds. The absolute increase in the mass of rainbow trout was greatest in June, under optimal temperature and oxygen conditions of the aquatic environment of the Great Onego Bay. The survival rate of rainbow trout was high (96.6–99.9 %). The decrease in the survival rate of rainbow trout yearlings in May is probably due to low water temperatures. Correlation analysis showed a high degree of relationship between growing conditions (temperature, oxygen) and the mass of rainbow trout. An effective increase in mass and a high survival rate of rainbow trout are possible under optimal and close to them temperature and oxygen conditions of the aquatic environment of the Great Onego Bay of Onega Lake. A decrease in absolute weight gain and survival of rainbow trout is observed when the water temperature and oxygen content in water change to values close to critical.

Keywords: cage fish farming, rainbow trout, weight, absolute weight gain, survival rate, Onega Lake

Аннотация: В статье представлены результаты по росту и выживаемости радужной форели *Parasalmo mykiss* Wal., полученной от производителей, выращенных в Калужской области (Россия), в заливе Большое Онего Онежского озера (Карелия). Условия (температурные, кислородные) выращивания радужной форели были в целом благоприятными, в июне были близки к оптимальным, в мае и отдельные дни июля — близки к критическим значениям. В этих условиях абсолютный прирост массы годовиков — 220 г, двухгодовиков — 520 г. Интенсивность накопления массы была больше у годовиков, чем у двухгодовиков. Абсолютный прирост массы радужной форели был наибольшим в июне, при оптимальных температурных и кислородных условиях водной среды залива Большое Онего. Выживаемость радужной форели была высокая (96,6–99,9 %). Снижение выживаемости годовиков радужной форели в мае, вероятно, связано с низкой температурой воды. Корреляционный анализ показал высокую степень связи условий (температура, кислород) выращивания и массой радужной форели. Эффективное увеличение массы и высокая выживаемость радужной форели, возможны при оптимальных и близких к ним температурных и кислородных условиях водной среды залива Большое Онего Онежского озера. Снижение абсолютных приростов массы и выживаемости радужной форели наблюдается при изменении температуры воды и содержания кислорода в воде до значений близких к критическим.

Ключевые слова: садковое рыбоводство, радужная форель, масса, абсолютный прирост массы, выживаемость, Онежское озеро.

В настоящее время аквакультура является стабильно и динамично развивающейся отраслью хозяйствования в России. Карелия остается одним из ведущих производителей продукции садковой аквакультуры на северо-западе России.

Интенсивное развитие садкового рыбоводства в Карелии началось с 1990 годов, когда ежегодно производили до 1 тыс. т рыбной продукции. Далее шло наращивание объемов производства, в 2000 г. — до 1700 т, в 2010 г. — более 10 тыс. т, а в 2020 г. — более 35 тыс. т. В настоящее время темп производства не снижается, а потенциал и возможности для дальнейшего развития садковой аквакультуры в Карелии значительны [4, 8; 11].

Для успешного выращивания радужной форели и получения необходимых объемов товарной продукции

важно использовать качественный посадочный материал. От качества посадочного материала, от условий его подращивания в водоемах Карелии во многом зависит конечный результат получения продукции. Поэтому в настоящее время актуальны работы по изучению эффективности выращивания посадочного материала радужной форели в различных условиях выращивания [1; 3; 6; 9].

В садковых хозяйствах Карелии рыбноводы используют посадочный материал, полученный на собственных хозяйствах и молодь, полученную от производителей, выращенных на различных хозяйствах России. Поэтому важным является изучение эффективности выращивания качественного посадочного материала радужной форели, полученного из различных хозяйств России, в условиях внутренних водоемов Карелии.

В связи с этим целью наших исследований было — оценить рост и выживаемость молоди радужной форели *Parasalmo mykiss* Wal., полученной от производителей, выращенных в Калужской области России, в условиях залива Большое Онего Онежского озера (Карелия).

Материалы и методики исследования

Исследования проводили в весенне-летний период (май–июнь) 2021 года на форелевом хозяйстве, расположенном в заливе Большое Онего Онежского озера (Медвежьегорский район). Хозяйство относится к категории полносистемных с двухлетним циклом выращивания товарной продукции.

Залив Большое Онего находится в северо-западной части Онежского озера. Берега залива высокие, поросшие смешанным лесом. На западной стороне залива находятся Ивановские острова, отделяющие залив от Петрозаводской губы, на восточной стороне — вход в Кижские шхеры (остров Большой Клименецкий). Площадь поверхности залива составляет 1010 км², средняя глубина около 42 м, а наибольшая глубина — 120 м [7].

Материалом для исследований были годовики и двухгодовики радужной форели *Parasalmo mykiss* Wal., полученные от производителей, выращенных в Калужской области. Исследования проводились на двух площадках. На первой площадке (садок № 1) выращивали годовиков радужной форели, на второй площадке (садок № 2) выращивали двухгодовиков. Всего было исследовано (морфологический анализ и выживаемость) годовиков и двухгодовиков радужной форели по 250 шт.

В ходе исследований роста и выживаемости радужной форели оценивали температуру воды и содержание растворенного в воде кислорода. Контроль этих параметров ведется на хозяйстве в постоянном режиме.

Кормление молоди рыб проводили механическим методом, с помощью пневмокормушки. Использовали экструдированный корм Optiline фирмы Scretting. Размер корма и режим кормления выбирали в зависимости от массы рыбы и согласно рекомендациям производителя корма. Количественный учет рыбы и её сортировку проводили еженедельно при помощи сачков.

Для определения темпа роста рыб проводили их взвешивание раз в неделю, использовали весовой метод. По результатам взвешивания рассчитывали величину абсолютного прироста рыб.

Для оценки выживаемости рыб ежедневно (2 раза в день) отбирали погибших особей (отход) из садков при помощи сачков. Подсчитывали общее количество отхода за день.

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов вариационной статистики в программе Microsoft Excel [13]. Полученные результаты динамики массы молоди радужной форели и выживаемости при изменении температуры и концентрации кислорода в воде Кондопожской губы Онежского озера были обработаны методом корреляции Спирмена в программе Past 4.11.

Результаты и обсуждение

Температура воды на площадке № 1 изменялась за весь период от 2 до 25 °С и на площадке № 2 была в пределах 2,2 — 25,1 °С (рис. 1). Известно, что благоприятные для выращивания форели температуры находятся в пределах от 8 до 18 °С, оптимальные значения от 13 до 15 °С [10; 12]. В мае и в первой половине июня температура воды не достигала оптимальных значений и была на площадке № 1 в пределах 2,0 °С — 7,2 °С и на площадке № 2 изменялась от 2,2 до 12,0 °С. В середине июня температура воды была в зоне оптимальных и близких к ним значений на площадке № 1 в пределах 12,8–18,6 °С, а на площадке № 2 в диапазоне 10,5 — 19,1 °С. Большую часть июля температура воды была выше оптимальной и достигала в отдельные дни на площадках — 25,0–25,1 °С, что было близко к критическим значениям (27 °С) и могло неблагоприятно отразиться на питании и росте рыбы. При повышенных температурах воды снижается эффективность использования пищи на рост рыб и возрастает риск возникновения заболеваний [5].

Содержание кислорода в воде на площадке № 1, где выращивали годовиков, изменялось за весь период от 7,0 до 15,6 мг/л и на площадке № 2 — от 6,6 до 16,2 мг/л. Известно, что радужная форель требовательна к содержанию растворенного в воде кислорода, особенно чувствительна молодь. Благоприятное для выращивания форели содержание кислорода составляет более 6,5 мг/л, критические — 3,8–4,6 мг/л, а летальные — 0,6–1,5 мг/л [2]. В мае и первой половине июня содержание кислорода в воде было высокое, на площадках № 1 изменялось в пределах от 13,2 до 15,6 мг/л и на площадке № 2 — от 13,9 до 16,2 мг/л. Затем в июне, при повышении температуры воды до оптимальных значений, наблюдалось снижение содержания кислорода в воде до 8,1 мг/л (площадка № 1) и до 8,6 мг/л (площадка № 2). В июле наблюдалось снижение содержания кислорода даже до 7 мг/л (площадка № 1) и 6,6 мг/л (площадка № 2), что было близко к критическим значениям. Но к концу июля содержание кислорода в воде повысилось до 11,4 мг/л (площадка № 1) и 11,3 мг/л (площадка № 2), что являлось благоприятным для выращивания радужной форели.

Масса годовиков радужной форели (площадка № 1) с мая по июль увеличилась в среднем с 70 г до 290 г (табл. 1, рис. 1). В мае масса годовиков была в пределах

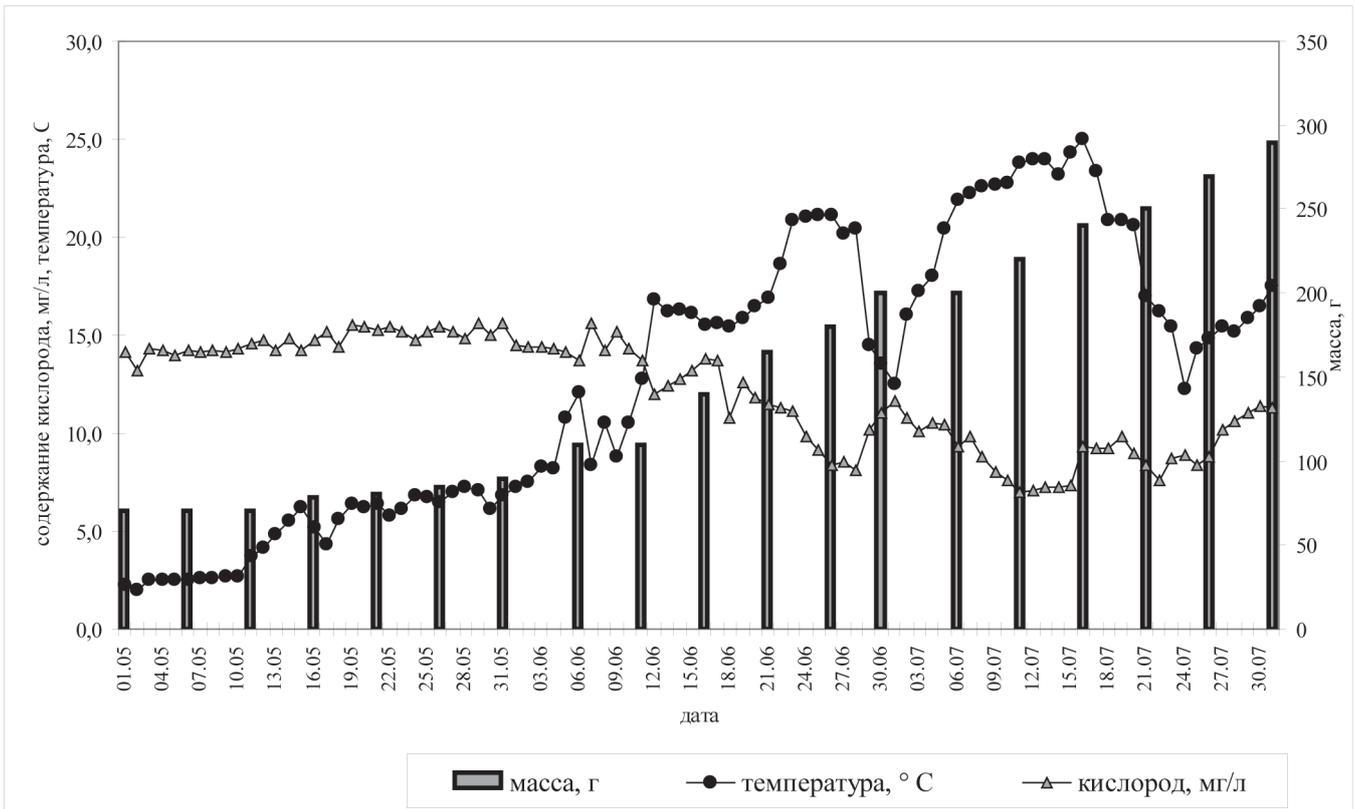


Рис. 1. Изменение массы годовиков радужной форели в заливе Большое Онего Онежского озера (площадка № 1), 2021

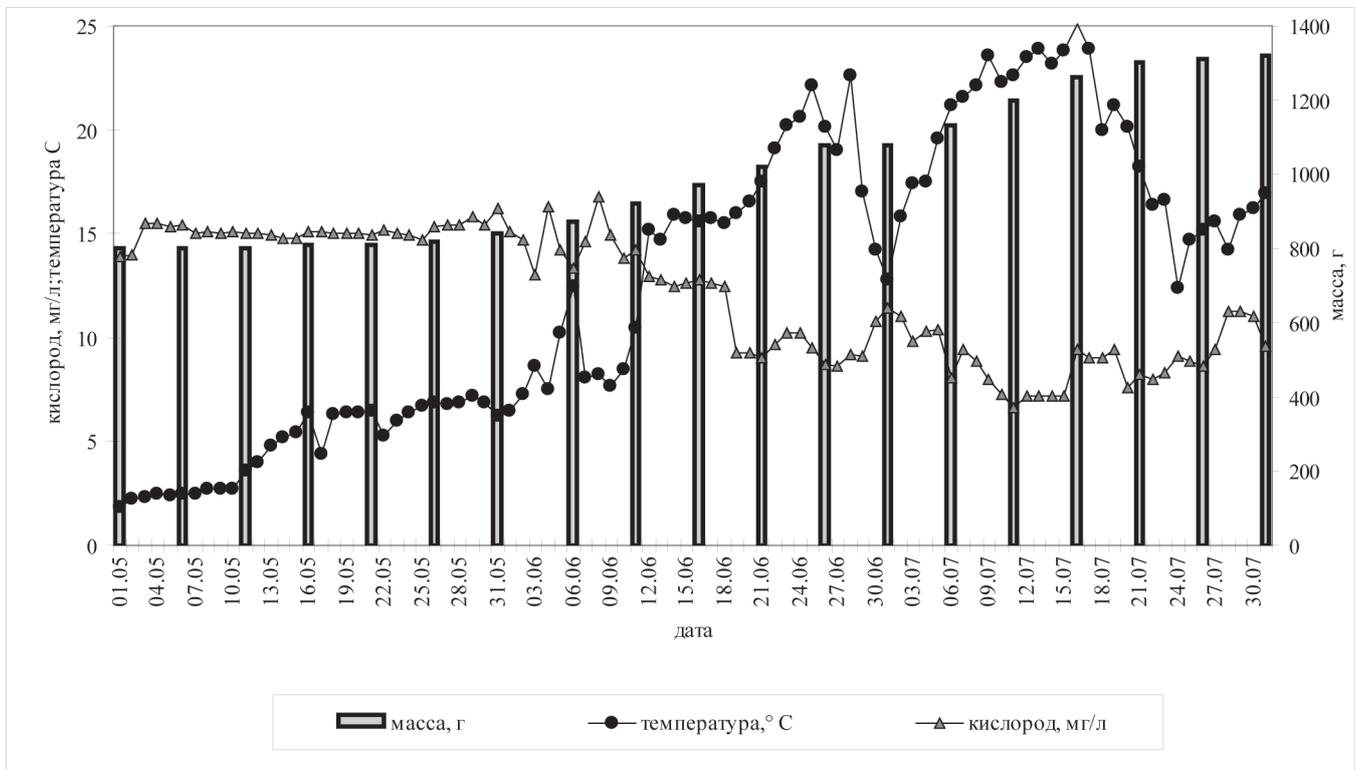


Рис. 2. Изменение массы двухгодовиков радужной форели в заливе Большое Онего Онежского озера (площадка №2), 2021

70–90 г. В июне начался усиленный рост годовиков, масса увеличилась до 200 г, а в июле — до 290 г. В целом за весь период исследований масса годовиков радужной форели увеличилась в 4,1 раза. Максимальные абсолютный и относительный приросты массы рыб наблюдались в июне, а минимальные — в мае.

Масса двухгодовиков радужной форели (площадка № 2) с мая по июль изменилась в среднем от 800 г до 1320 г (в 1,7 раза) (табл. 1, рис. 2). В мае отмечалось незначительное увеличение массы рыб до 840 г. В июне и июле масса двухгодовиков увеличилась до 1080 г и 1320 г соответственно. За весь период исследования масса двухгодовиков радужной форели увеличилась в 1,7 раза. Наибольшие абсолютный и относительный приросты массы рыб были отмечены в июне и июле, а минимальные также как и у годовиков — в мае.

Таблица 1.

Динамика массы молоди радужной форели в заливе Большое Онего Онежского озера, 2021 г.

МЕСЯЦ	МАССА, Г	
	ПЛОЩАДКА №1	ПЛОЩАДКА №2
МАЙ	70–90	800–840
ИЮНЬ	110–200	870–1080
ИЮЛЬ	200–290	1080–1320

Таким образом, в мае, когда температура воды была ниже оптимальных значений, а содержание кислорода в воде было высокое, абсолютный прирост массы рыб был незначительным, годовиков — не более 20 г, двухгодовиков — не более 40 г. В июне, при увеличении температуры воды до оптимальных значений и снижении содержания кислорода в воде, наблюдали максимальное увеличение абсолютного прироста массы радужной форели на обеих площадках, годовиков — 110 г, двухгодовиков — 240 г. А в июле, при увеличении температуры воды до значений близких к критическим и снижении содержания кислорода в воде также до значений близких к критическим, абсолютный прирост массы годовиков снизился до 90 г, а прирост массы двухгодовиков остался на прежнем уровне — 240 г.

Полученные в ходе исследований результаты динамики массы радужной форели при изменении температуры воды и содержания кислорода в воде залива Большое Онего Онежского озера были обработаны методом корреляции Спирмена. При этом учитывали, что температура воды увеличивалась на протяжении периода выращивания от 1,8 до 25,1 °С, а содержание кислорода изменялось в пределах 6,6–16,2 мгО₂/л. Рассчитанные значения коэффициента корреляции свидетельствуют о высокой степени связи массы форели с температурой воды и содержанием кислорода в воде (табл. 2). При уве-

личении температуры воды происходит увеличение массы молоди, а при увеличении массы рыбы, происходит уменьшение содержания кислорода (отрицательное значение коэффициента) (табл. 2).

Таблица 2.

Коэффициенты корреляции Спирмена по результатам исследования динамики массы молоди радужной форели и условий в заливе Большое Онего Онежского озера, 2021 г.

ПАРАМЕТР/ФАКТОР	ПЛОЩАДКА № 1		ПЛОЩАДКА № 2	
	RS	P	RS	P
МАССА/ТЕМПЕРАТУРА	0,891	<0,001	0,862	<0,001
МАССА/КИСЛОРОД	-0,861	<0,001	-0,763	<0,001

Выживаемость радужной форели за весь период исследований на обеих площадках была высокой (табл. 3). Максимальное количество отхода годовиков (площадка № 1) было зафиксировано в мае, когда выживаемость составила 96,6 %. В июне и июле выживаемость годовиков была высокая, более 99 %. Максимальная выживаемость двухгодовиков (площадка № 2) была отмечена в июне и составила 99,8 %. В мае и июле количество отхода двухгодовиков увеличилось и выживаемость составила 98,9 %.

В целом за весь период исследования уровень выживаемости годовиков и двухгодовиков радужной форели был на высоком уровне, что указывает на достаточно благоприятные условия выращивания радужной форели в заливе Большое Онего Онежского озера в весенне-летний период. Некоторое увеличение отхода годовиков в мае может свидетельствовать о большей чувствительности их к действию низких температур воды, по сравнению с двухгодовиками.

Таблица 3.

Выживаемость молоди радужной форели в заливе Большое Онего Онежского озера, 2021 г. (%)

МЕСЯЦ	ВЫЖИВАЕМОСТЬ, %	
	ПЛОЩАДКА № 1	ПЛОЩАДКА № 2
МАЙ	96,6	98,9
ИЮНЬ	99,6	99,8
ИЮЛЬ	99,1	98,9

Заключение

В Карелии форелеводство является динамично развивающейся отраслью хозяйствования с перспективой дальнейшего наращивания объемов производства. В связи с этим продолжается исследование эффективности выращивания в водоемах Карелии посадочного материала радужной форели, полученного из различных

хозяйств России. От качества посадочного материала, от условий его подращивания в карельских водоемах во многом зависит конечный результат получения рыбной продукции.

В наших исследованиях была проведена оценка роста и выживаемости радужной форели из отечественного (Калуга, Россия) посадочного материала в условиях залива Большое Онего Онежского озера.

Условия водной среды залива Большое Онего Онежского озера были в целом благоприятны для выращивания радужной форели в весенне-летний период 2021 года. Температура воды за весь период исследований была в пределах 2,0–25,1°C, содержание растворенного кислорода в воде изменялось от 6,6 до 16,2 мг/л. В этих условиях выращивания абсолютный прирост массы тела годовиков радужной форели составил 220 г и двухгодовиков — 520 г. Интенсивность накопления массы была больше (масса увеличилась в 4,1 раза) у годовиков радужной форели, по сравнению с двухгодовиками (масса увеличилась в 1,7 раза).

При температуре воды близкой к нижним критическим значениям (2,0–2,2 °C) и высоком содержании растворенного кислорода в воде (13,2–16,2 мг/л) абсолютный прирост массы радужной форели был минимальным — 20 г (годовики) и 40 г (двухгодовики). Когда температура воды достигла оптимальных и близких к ним значений (10,5–19,1 °C) и содержание растворенного кислорода в воде оставалось высоким (8,1–13,9 мг/л), был отмечен максимальный абсолютный прирост массы радужной форели — 110 г (годовики) и 240 г (двухгодовики). При дальнейшем увеличении температуры воды (до 25,0–25,1°C) и снижении содержания кислорода

в воде (менее 6,5 мг/л) абсолютный прирост массы годовиков снизился до 90 г, а двухгодовиков остался 240 г.

Корреляционный анализ показал высокую степень связи массы радужной форели с температурой воды и содержанием растворенного кислорода в воде. При увеличении температуры воды происходит увеличение массы радужной форели, следовательно, увеличивается потребление рыбами кислорода, растворенного в воде, и соответственно уменьшается его содержание в воде.

Выживаемость радужной форели за весь период исследований была высокая (96,6–99,8 %). Увеличению отхода (до 3,4 %) годовиков радужной форели могла способствовать низкая температура воды.

Таким образом, результаты исследований показали, что эффективное увеличение массы и высокая выживаемость радужной форели, полученной от производителей, выращенных в Калуге, возможны при оптимальных и близких к ним температурных и кислородных условиях водной среды залива Большое Онего Онежского озера. При температуре воды в заливе ниже оптимальных значений и высоком содержании кислорода в воде наблюдаются низкий абсолютный прирост массы как годовиков, так и двухгодовиков радужной форели и низкая выживаемость годовиков. При повышении температуры воды в заливе выше оптимальных значений и снижении содержания кислорода в воде происходит уменьшение абсолютного прироста массы годовиков радужной форели, но остаются на высоком уровне абсолютный прирост массы двухгодовиков и выживаемость радужной форели.

Выражаем благодарность за помощь в сборе материала Артему Александровичу Цащину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айткалиева А.А., Альпеисов Ш.А., Ибажанова А.С. Сравнительная оценка морфофункционального состояния рыбопосадочного материала и товарной радужной форели при использовании кормов с добавлением препарата пробиотического действия. Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 1, 2020. С. 131–137.
2. Дзюбук И.М., Рыжков Л.П. Рост молоди радужной форели в садковых хозяйствах Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер.: Естественные и технические науки. 2014. № 2 (139). С. 11–14.
3. Зеленников О.В., Голод В.М. Гаметогенез радужной форели *Parasalmo mykiss*, выращенной от вылупления до полового созревания при температуре около 20°C. Вопросы ихтиологии, 59(1). 2019. С. 68–79.
4. Концепция развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Республики Карелия до 2025 года в рамках актуализации «Стратегии социально-экономического развития Республики Карелия до 2020 года». Изд-во Министерство сельского, рыбного и охотничьего хозяйства Республики Карелия, Петрозаводск, 2017. 59 с.
5. Кучко Т.Ю., Дзюбук И.М. Садковое форелеводство // Учеб. пособие. Садковое форелеводство: учебное электронное пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов / Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозавод. гос. ун-т. — Электрон. дан. — Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2016. — 1 электрон. опт. Диск (CD-R); 12 см. — Систем. требования: PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше; Windows, MAC OSX; 256 Мб; видеосистема: разрешение экрана 800×600 и выше; графический ускоритель (опционально); мышь или другое аналогичное устройство. — Загл. с этикетки диска.

6. Кушникова Л.Б., Ануарбеков С.М., Бадрылова Н.С. Эффективность выращивания посадочного материала радужной форели в разнотипных рыбоводных хозяйствах. Мат. Всерос. науч.-прак. конф. «Водные биоресурсы и аквакультура Юга России», 2018. С. 354–358.
7. Озёра Карелии / Александров Б.М., Зыцарь Н.А., Новиков П.И., Покровский В.В., Правдин И.Ф. Петрозаводск: Госиздат Карельской АССР, 1959. С. 86–135.
8. О развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации: информ. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 164 с. ISBN 978-5-7367-1613-5
9. Портная Т.В., Овсянкина Е.В., Прокопчик В.А. Artemia salina в стартовом кормлении рыбопосадочного материала радужной форели. Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства, 22-2. 2019. С. 77–84.
10. Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю., Дзюбук И.М. Основы рыбоводства. Учебник. С-Пб.: изд-во Лань, 2011. 487с.
11. Рыжков Л.П., Дзюбук И.М. Экологическая безопасность садкового рыбоводства. Петрозаводск:ПетрГУ, 2014. 98 с.
12. Рыжков Л.П., Дзюбук И.М., Корень О.Н., Полина А.В. Нормирование выращивания посадочного материала радужной форели в садках. Учебное пособие. Петрозаводск: ПетрГУ. 2014. 41 с.
13. Элементарная биометрия: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. /Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. 110 с.

© Дзюбук Ирина Михайловна (ikgur69@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»