

СВЕТЛАНА ВЛАДИМИРОВНА МАТРОСОВА
аспирант кафедры зоотехнии, рыбоводства и товароведения агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
matrosovasv@yandex.ru

НИКОЛАЙ ВИКТОРОВИЧ ИЛЬМАСТ
доктор биологических наук, доцент, заведующий лабораторией экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)
ilmast@mail.ru

МАРИНА ЭНСИОВНА ХУОБОНЕН
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии, рыбоводства и товароведения агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
marinex704@yandex.ru

МАРИЯ СЕРГЕЕВНА БОМБИНА
аспирант кафедры зоотехнии, рыбоводства и товароведения агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
mashka04081990@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСЛОВИЯХ САДКОВОГО ХОЗЯЙСТВА*

Приводятся материалы по эффективности выращивания радужной форели, поступившей в форелевое хозяйство на озере Святозеро (Пряжинский район, Республика Карелия) в разные сезоны года. Показано, что закупка посадочного материала осенью и зимовка его в условиях садкового хозяйства позволяют получить более адаптированную к дальнейшему выращиванию рыбу. Анализ данных свидетельствует, что в условиях конкретного хозяйства необходимо учитывать все факторы и планировать завоз молоди в оптимальные сроки для получения достаточного количества товарной продукции.

Ключевые слова: аквакультура, садковое рыбоводство, радужная форель, весовой рост

Сокращение запасов и резкое падение промысла ценных видов рыб привели к интенсификации работ, направленных на разработку биотехники культивирования различных водных организмов [6], [8], [11]. Развитие рыбоводства в Карелии идет по пути индустриального выращивания рыбы в садках, прудах, бассейнах. Объектом товарного рыбоводства главным образом является радужная форель [5], [12], [14]. Объемы выращивания форели в республике к 2014 году превысили 20000 т (около 70 % всей товарной форели, выращенной в РФ). Развитию этого направления способствует обилие на территории Карелии разнотипных по продуктивности внутренних водоемов, рентабельность этого производства и поддержка, оказываемая правительством республики.

Радужная форель (*Parasalmo mykiss*) как объект выращивания характеризуется пластичностью, быстрым ростом, высокой степенью конверсии корма, относительно коротким для лососевых периодом инкубации икры, а также

возможностью проведения нереста практически в любое время года при помощи создания оптимального температурного режима для производителей [1], [2], [7], [10]. Эти качества позволили ей стать основным объектом аквакультуры в странах Европы [15], [16].

Целью работы было оценить эффективность выращивания радужной форели, поступившей в форелевое хозяйство в разные сезоны года.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Озеро Святозеро расположено в средней части водосбора реки Шуи (бассейн Онежского озера). Площадь водной поверхности составляет 9,9 км². На озере имеется 21 остров общей площадью 0,07 км². Максимальная глубина равна 17,2 м, средняя – 6,8 м. Наиболее распространенные глубины 7–11 м. Коэффициент условного водообмена составляет 0,24. Водосборная площадь – 40,6 км². В озеро впадает 4 ручья, протекает протока, соединяющая его с озером Пелдожским. Средняя амплитуда колебания уровня 58 м. Прозрачность

воды около 3 м. По химическому составу воды относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция. Общая минерализация составляет 28,7 мг/л [9]. По количественным показателям развития планктона и бентоса водоем относится к β -мезотрофному типу [3], [4].

Форелевое садковое хозяйство «Помор» расположено на озере Святозеро (Республика Карелия). Мощность ФСХ с трехлетним циклом выращивания товарной продукции составляет 150 тонн рыбы в год. Хозяйство расположено в юго-восточной части озера. Глубины в районе садковых линий составляют 8–12 метров.

Материал для анализа биологических показателей форели был собран в 2013–2014 годах. Исследование роста рыбы осуществляется с помощью контрольных обловов, проводимых два раза в месяц. Во время контрольных обловов взвешивали не менее 10 % содержащихся в садке рыб. Данные обловов по каждому садку заносили в журнал, в котором отмечается не только средняя масса рыбы, но и ее прирост, количество дней кормления, количество израсходованного корма на одну особь и всех рыб в садке, отход за период между контрольными обловами. Обработка и статистический анализ данных проводились с использованием программного обеспечения Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Были исследованы 2 группы рыб, завезенных в разные сезоны года. Годовики форели в обеих группах содержались в 10 садках. Обе исследуемые группы рыб кормили кормами RehuRaisio Standart (Финляндия).

1-я группа рыб – это годовики, завезенные в хозяйство весной 2013 года в количестве 47550 штук. 2-я группа – годовики, закупленные осенью 2013 года, перезимовавшие в условиях хозяйства и в мае 2014 года рассаженные по садкам для дальнейшего выращивания, их количество составляло 40823 штуки. Весь посадочный материал закупался в Финляндии и доставлялся в хозяйство на живорыбной машине.

Обе группы рыб на начало выращивания (1 июня) имели практически одинаковую живую массу – 120–131 г (табл. 1). Как известно, весной при постепенном повышении температуры воды у форели резко повышается интенсивность питания и, следовательно, увеличивается скорость роста. В начале лета температура воды в условиях Карелии часто достигает оптимальных значений, что благоприятно оказывается на величине прироста. Так, за июнь годовики в 1-й группе увеличили свою массу почти в 2 раза, а во 2-й группе почти в 3 раза. Также следует отметить, что форель, перезимовавшая в хозяйстве, увеличила свою живую массу до 307 г, что на 101 г больше, чем у только что завезенной рыбы ($P < 0,001$).

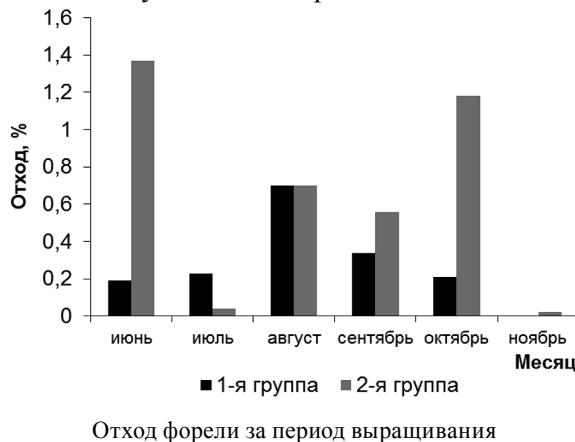
Возможно, это объясняется тем, что форель 2-й группы не испытывала стресс от транспортировки и пересадки в новые условия. В дальнейшем при летнем выращивании интенсивность роста незначительно снижалась, что объясняется повышением температуры воды в озере. Однако преимущество по живой массе у годовиков 2-й группы сохраняется и в этот период, несмотря на то, что в августе в течение 30 дней рыба не кормилась из-за того, что температура воды превышала оптимальные значения и отмечался дефицит кислорода. Таким образом, прирост в этой группе в августе составил всего 12 г. В конце лета температура воды начинает снижаться и в воде создаются благоприятные условия для роста. В обеих группах живая масса годовиков значительно увеличивается и составляет к ноябрю 798 г и 960 г соответственно ($P < 0,001$). Данные цифры свидетельствуют о том, что в рыбоводном хозяйстве максимально стараются создать благоприятные условия для выращивания форели, несмотря на то, что температурный и кислородный режим Святозера не всегда оптимальный. По данным Л. П. Рыжкова и др. [13], живая масса годовиков в конце вегетационного периода должна составлять 800–1200 г.

Таблица 1
Динамика показателей живой массы годовиков радужной форели

Месяц	1-я группа (2013 год)	2-я группа (2014 год)
Июнь	0,120 ± 0,0004	0,131 ± 0,006
Июль	0,208 ± 0,010	0,307 ± 0,018
Август	0,298 ± 0,004	0,444 ± 0,025
Сентябрь	0,414 ± 0,003	0,456 ± 0,025
Октябрь	0,666 ± 0,008	0,740 ± 0,039
Ноябрь	0,798 ± 0,011	0,960 ± 0,041

При анализе эффективности выращивания годовиков радужной форели, завезенных в хозяйство в разные сезоны года, необходимо также учитывать жизнеспособность рыбы. О жизнеспособности рыбы судят по величине отхода (рисунок). Следует отметить, что общее количество отхода в обеих группах не превышало нормативных значений [12], [13], но в группе форели, перезимовавшей в хозяйстве, количество погибшей рыбы было больше – 3,82 %, чем у рыбы, перезимовавшей весной, – 1,66 % ($P < 0,001$). Это, вероятно, объясняется тем, что в первой половине лета погибала рыба, ослабленная в зимний период, а осенью большее количество отхода было обусловлено достаточно продолжительным неблагоприятным

температурным и кислородным режимом в водоеме, который отмечался в августе. Известно, что радужная форель относится к холодноводным рыбам, и повышение температуры выше 18 °C вызывает у нее стресс, последствия этого стресса могут проявляться не сразу, а через несколько недель. В данном случае мы видим увеличение количества отхода в октябре, хотя в это время температура воды и содержание кислорода в озере не превышали пороговых значений. В конце периода выращивания, в ноябре, вообще не было отмечено случаев гибели рыбы.



Также были учтены общие затраты корма на выращивание годовиков форели (табл. 2). Они составили 32000 кг в 1-й группе и 30600 кг во 2-й группе. Исходя из этого, зная общий прирост биомассы за вегетационный период и количество израсходованных кормов, можно рассчитать величину кормового коэффициента. В 1-й группе величина кормового коэффициента была выше (1,01), чем во 2-й группе (0,94). Это свидетельствует о том, что годовики форели, находившиеся

Таблица 2
Производственные показатели хозяйства

Производственные показатели	1-я группа (2013 год)	2-я группа (2014 год)
Учетное количество рыбы в начале сезона выращивания, шт.	47550	40823
Учетное количество рыбы в конце сезона выращивания, тыс. шт.	46760	39265
Общая масса рыбы в начале выращивания, кг	5706	5307
Общая масса рыбы к концу выращивания, кг	37354	37695
Отход за сезон выращивания, шт.	790	1558
Отход за сезон выращивания, %	1,66	3,82
Общий прирост за сезон выращивания, кг	31648	32387
Общий расход корма, кг	32000,0	30600,0
Кормовой коэффициент	1,01	0,944

в условиях данного хозяйства продолжительное время, более эффективно использовали корма.

Таким образом, закупка посадочного материала, в данном случае годовиков радужной форели, осенью и зимовка его в условиях садкового хозяйства позволяют получить более адаптированную к дальнейшему выращиванию рыбу. В результате предприятие получает большее количество продукции при меньших затратах корма, но также и более высокий процент отхода. Снижение жизнеспособности молоди может быть вызвано и другими причинами, такими как некачественный посадочный материал, условия и продолжительность транспортировки, сортировки и др. В условиях каждого конкретного хозяйства необходимо учитывать все факторы и планировать завоз молоди в оптимальные сроки для получения достаточного количества товарной продукции.

* Исследования выполнены при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012–2016 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Альтов А. В., Воробьева Н. К. Аквакультура Заполярья и возможные пути ее интенсификации // Рыбное хозяйство. 2006. № 1. С. 68–71.
- Воробьева Н. К., Пестрикова Л. И., Лазарева М. А. Особенности культивирования форели на Белом и Баренцевом морях // Рыбное хозяйство. 2004. № 3. С. 40–42.
- Ильмаст Н. В., Китаев С. П., Кучко Я. А., Павловский С. А. Гидроэкология разнотипных озер южной Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 92 с.
- Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
- Китаев С. П., Ильмаст Н. В., Михайленко В. Г. Кумжи, радужная форель, голицы и перспективы их использования в озерах Северо-Запада России. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. 107 с.
- Китаев С. П., Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П. Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. 39 с.
- Несетов В. А. Развитие аквакультуры на Северо-Западе России // Развитие прибрежного промысла и аквакультуры в Баренцевом море: Сб. докладов науч. конф. Мурманск: ПИНРО, 1994. С. 121–124.
- Мухачев И. С. Биологические основы рыбоводства. Тюмень: Тюменский госуниверситет, 2005. 300 с.
- Озера Карелии: Справочник / Ред. Н. Н. Филатов, В. И. Кухарев. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 464 с.
- Призенко А. В. Современное состояние форелеводства в России // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2006. № 7. С. 41–48; № 9. С. 41–49.

11. Рыжков Л. П. Садковая аквакультура – программа действий // Садковое рыбоводство. Технология выращивания. Кормление рыб и сохранение их здоровья: Материалы науч. конф. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. С. 3–6.
12. Рыжков Л. П., Ку чко Т. Ю. Садковое рыбоводство. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 164 с.
13. Рыжков Л. П., Ку чко Т. Ю., Дзюбук И. М. Основы рыбоводства. СПб.: Лань, 2011. 528 с.
14. Стерлигова О. П., Китаев С. П., Ильмас Н. В. Состояние некоторых водоемов Северной Карелии и их использование для товарного выращивания радужной форели // Труды Кольского научного центра РАН. 2012. № 3: Прикладная экология Севера. Вып. 2. С. 39–45.
15. Grönroos J., Seppälä J., Silvenius F., Mäkinen T. Life cycle assessment of Finnish cultivated rainbow trout // Boreal Environmental Research. 2006. № 11. P. 401–414.
16. Mäkinen T. Effect of temperature, feed ration and other factors on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Wallbaum 1722) cultured in Finland // Finnish Fisheries Research. 1995. № 15. P. 1–26.

Matrosova S. V., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)
Ilmast N. V., Institute of Biology of Karelian Research Centre RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)
Khuobonen M. E., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)
Bombina M. S., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

EFFICIENCY OF RAINBOW TROUT CULTIVATION IN CAGE FARM CONDITIONS

Materials on the effectiveness of rainbow trout cultivation, received on the trout farm at Lake Svyatozero (Pryaza district, Republic of Karelia), in different seasons are presented. It is shown that the purchase of trout in autumn and its winter stay in fish cages assists in receiving fish more adaptable to further cultivation. The data analysis shows that all factors influencing conditions of each particular fish farm must be taken into account. The delivery schedule of juveniles at the optimum time must be considered to ensure a sufficient number of marketable products.

Key words: aquaculture, cage culture, rainbow trout, the weight growth

REFERENCES

1. Altov A. V., Vorob'eva N. K. Aquaculture at Arctic area and possible ways of its intensification [Akvakul'tura Zapolyar'ya i vozmozhnye puti ee povysheniya] *Rybnoe khozyaystvo* [Fisheries]. 2006. № 1. P. 68–71.
2. Vorob'eva N. K., Pestrikova L. I., Lazareva M. A. Features of cultivation of trout in the White and Barents Seas [Osobennosti kul'tivirovaniya foreli na Belom i Barentsevom moryakh]. *Rybnoe khozyaystvo* [Fisheries]. 2004. № 3. P. 40–42.
3. Il'mast N. V., Kitaev S. P., Kuchko Ya. A., Pavlovskiy S. A. *Gydroekologiya raznотipnykh ozer yuzhnay Karelii* [Hydroecology of different types lakes in southern Karelia]. Petrozavodsk, KRS RAS Publ., 2008. 92 p.
4. Kitaev S. P. *Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtiologov* [Basics of limnology for researchers in Hydrobiology and Ichthyology]. Petrozavodsk, KRS RAS Publ., 2007. 395 p.
5. Kitaev S. P., Il'mast N. V., Mikhalevko V. G. *Kumzhy, raduzhnaya forel', gol'tsy i perspektivy ikh ispol'zovaniya v ozerakh Severo-Zapada Rossii* [Brown trout, rainbow trout, char and prospects of their use in the lakes of the North-Western Russia]. Petrozavodsk, KRS RAS Publ., 2005. 107 p.
6. Kitaev S. P., Il'mast N. V., Sterligova O. P. *Metody otsenki biogennoy nagruzki ot forelevykh ferm na vodnye ekosistemy* [Methods for assessing biogenic loads from trout farms on aquatic ecosystems]. Petrozavodsk, KRS RAS Publ., 2006. 39 p.
7. Nesvetov V. A. Aquaculture development in the North-West of Russia [Razvitiye akvakul'tury na Severo-Zapade Rossii]. *Razvitiye pribrezhnogo promysla i akvakul'tury v Barentsevom more: Sbornik dokladov nauchnoy konferentsii* [Development of coastal fisheries and aquaculture in the Barents Sea: Proceedings of the scientific conference]. Murmansk, PINRO Publ., 1994. P. 121–124.
8. Mukachev I. S. *Biologicheskie osnovy rybovodstva* [Biological basis of fish farming]. Tyumen, Tyumen State University Publ., 2005. 300 p.
9. *Ozera Karelii: Spravochnik* [Lakes of Karelia. Reference book]. Eds.: N. N. Filatov, V. I. Kukharev. Petrozavodsk, KRS RAS Publ., 2013. 464 p.
10. Prizenko A. V. The current state of the trout cultivation in Russia [Sovremennoe sostoyanie forelevodstva v Rossii]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo* [Fish farming and fisheries]. 2006. № 7. P. 41–48; № 9. P. 41–49.
11. Ryzhkov L. P. Cage aquaculture – action program [Sadkovaya akvakul'tura – programma deystviy]. *Sadkovoe rybovodstvo. Tekhnologiya vyrashchivaniya. Kormlenie ryb i sokhranenie ikh zdorov'ya: Materialy nauchnoy konferentsii* [Cage culture. Growing technology. Feeding the fish and preservation of its health: Materials. Sci. Conf.]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2008. P. 3–6.
12. Ryzhkov L. P., Kuchko T. Yu. *Sadkovoe rybovodstvo* [Cage fish farming]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2008. 164 p.
13. Ryzhkov L. P., Kuchko T. Yu., Dzuybuk I. M. *Osnovy rybovodstva* [Basics of fish farming]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2011. 528 p.
14. Sterligova O. P., Kitaev S. P., Il'mast N. V. Condition of some reservoirs in North Karelia and their use for commercial cultivation of rainbow trout [Sostoyanie nekotorykh vodoemov Severnoy Karelii i ikh ispol'zovanie dlya tovarnogo vyrashchivaniya raduzhnay foreli]. *Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. № 3: Prikladnaya ekologiya Severa* [Proceedings of the Kola Scientific Center RAS. № 3. Applied Ecology of the North]. 2012. Issue 2. P. 39–45.
15. Grönroos J., Seppälä J., Silvenius F., Mäkinen T. Life cycle assessment of Finnish cultivated rainbow trout // Boreal Environmental Research. 2006. № 11. P. 401–414.
16. Mäkinen T. Effect of temperature, feed ration and other factors on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Wallbaum 1722) cultured in Finland // Finnish Fisheries Research. 1995. № 15. P. 1–26.