

Научная статья/Research Article

УДК 639.312

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-230-236

Анна Владимировна Заделенова¹, Владимир Анатольевич Заделенов²,

Елена Викторовна Четвертакова³, Елена Александровна Алексеева⁴

^{1,2,3,4}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹Красноярский филиал ВНИИ рыбного хозяйства и океанографии, Красноярск, Россия

¹zadelenova@mail.ru

²zadelenov58@mail.ru

³e-ulman@mail.ru

⁴alexeeva0503@yandex.ru

ДИНАМИКА РОСТА МОЛОДИ ПРЕСНОВОДНОЙ ФОРМЫ АРКТИЧЕСКОГО ГОЛЬЦА *SALVELINUS ALPINUS* (L.) В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Цель исследования – изучение динамики роста молоди пресноводной формы арктического гольца в условиях индустриального рыбного хозяйства. Задачи: изучить условия выращивания, динамику массы, длины тела и сохранность молоди при кормлении форелевыми кормами. Объектом исследования являлась молодь пресноводной формы арктического гольца *Salvelinus alpinus* (L.) полуострова Таймыр генерации 2022 г. ($n = 2892$), полученная в индустриальном хозяйстве ООО «Малтат». Исследование выполнялось в рыбозаводной ферме в г. Дивногорске вблизи плотины Красноярской ГЭС и на кафедре «Разведение, генетика, биология и водные биоресурсы» ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Работа проводилась по методике выращивания лососевых рыб комбинированным методом. Наблюдения за ростом гольца проводили в январе-августе 2023 г. Рыба была отсажена в понтонный садок в нижнем бьефе Красноярской ГЭС на расстоянии 0,8 км от плотины. Глубина садка – 4 м, площадь – 36 м². Кормление осуществляли форелевыми кормами компании Sorrens: Sorrens PRE GROWER-18 2.00 мм для рыб массой до 25 г. Количество корма, получаемое молодь, составляло 1,5 % от массы рыбы. Контрольные ловы проводили ежемесячно, методом случайной выборки определяли навеску не менее чем у 25 экземпляров. При садковом выращивании гольца интенсивно рос в весенне-летний период и к сентябрю масса малька составила 51,8 г, а длина $160 \pm 3,59$ мм. Сохранность молоди при кормлении форелевыми кормами была более 92 % весь период исследования.

Ключевые слова: арктический гольец, молодь, динамика массы, сохранность, отход, садковое содержание

Для цитирования: Динамика роста молоди пресноводной формы арктического гольца *Salvelinus alpinus* (L.) в условиях индустриального рыбного хозяйства / А.В. Заделенова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 12. С. 230–236. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-230-236.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках выполнения научных исследований и разработок по проекту «Разработка технологии формирования ремонтно-маточных стад ценных видов рыб для их введения в аквакультуру». Код заявки: 2022020408041.

Anna Vladimirovna Zadelenova¹, Vladimir Anatolyevich Zadelenov²,
Elena Viktorovna Chetvertakova³✉, Elena Aleksandrovna Alekseeva⁴

^{1,2,3,4}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹Krasnoyarsk branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Krasnoyarsk, Russia

¹zadelenova@mail.ru

²zadelenov58@mail.ru

³e-ulman@mail.ru

⁴alexeeva0503@yandex.ru

GROWTH DYNAMICS OF JUVENILE FRESHWATER FORM OF ARCTIC CHAR *SALVELINUS ALPINUS* (L.) IN THE CONDITIONS OF INDUSTRIAL FISH FARMING

The purpose of research is to study the growth dynamics of juvenile freshwater Arctic char in the conditions of an industrial fish farm. Objectives: to study rearing conditions, dynamics of weight, body length and safety of juveniles when fed with trout food. The object of the study was juveniles of the freshwater form of Arctic char *Salvelinus alpinus* (L.) of the Taimyr Peninsula, generation 2022 ($n = 2892$), obtained at the industrial farm of Maltat LLC. The study was carried out in a fish breeding farm in the city of Divnogorsk near the dam of the Krasnoyarsk hydroelectric power station and at the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University. The work was carried out according to the method of growing salmon fish using a combined method. Observations of the growth of char were carried out in January–August 2023. The fish were placed in a pontoon cage in the downstream of the Krasnoyarsk hydroelectric power station at a distance of 0.8 km from the dam. The depth of the cage is 4 m, the area is 36 m². Feeding was carried out with trout feed from the Coppens company: Coppens PRE GROWER-18 2.00 mm for fish weighing up to 25 g. The amount of feed received by the juveniles was 1.5 % of the weight of the fish. Control catches were carried out monthly; the weight of at least 25 specimens was determined by random sampling. When reared in cages, the char grew intensively in the spring and summer, and by September the weight of the fry was 51.8 g and the length was 160 ± 3.59 mm. The survival rate of juveniles when fed with trout food was more than 92% throughout the entire study period.

Keywords: Arctic char, juveniles, mass dynamics, preservation, mortality, cage keeping

For citation: Growth dynamics of juvenile freshwater form of Arctic char *Salvelinus alpinus* (L.) in the conditions of industrial fish farming / A.V. Zadelenova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(12): 230–236. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-230-236.

Acknowledgments: the work has been supported by the Krasnoyarsk Regional State Autonomous Institution “Krasnoyarsk Regional Foundation for the Support of Scientific and Scientific and Technical Activities” as part of research and development under the project “Development of technology for the formation of brood stocks of valuable fish species for their introduction into aquaculture”. Application code: 2022020408041.

Введение. Аквакультура в России в настоящее время является одним из популярных направлений развития сельского хозяйства. В Красноярском крае имеются перспективные виды рыб, которые возможно культивировать с учетом климатических и экономических условий. В этой связи несомненный интерес представляет введение в аквакультуру региона такого аборигенного вида для севера Красноярского края, как арктический голец *Salvelinus alpinus* (L.).

Известно, что арктический голец *Salvelinus alpinus* (L.) complex представляет обширный видовой комплекс, в который входит масса географических и локальных симпатрических форм голецов севера края [1]. У них наблюдается большая изменчивость по внешним морфологическим характеристикам, особенностям экологии, генетическим признакам [2, 3]. Многие авторы отмечают характерную особенность *S. alpinus complex* – существование в ряде озер

симпатрических форм, различающихся по темпу роста, продолжительности жизни, питанию, предпочитаемым биотопам, местам и срокам нереста, окраске, морфологии. По данным К.А. Савваитовой и др. (1980, 1989), П.Р. Макаревича и др. (2018), комплекс арктический голец включает 100 озерных и речных (пресноводных) и 15 факультативно анадромных форм [1, 3, 4].

В водных объектах полуострова Таймыр обитают несколько пресноводных форм гольца, некоторые из которых довольно быстро достигают крупных размеров [1, 5].

Особую актуальность перспективности гольца как объекта аквакультуры придают некоторые биологические особенности этого вида – способность конвертировать белок растительного происхождения в белок животного происхождения, при этом сохраняя высокое качество высших ненасыщенных жирных кислот. Основные объекты современной холодноводной аквакультуры – семга и форель такой способностью не обладают. При создании искусственного корма для гольца до 50 % его состава можно заменять растительным белком [6].

Рост гольцов отмечен при 0,3 °С, в этих условиях он способен потреблять корм и показывает высокий темп роста [7]. Выход скорости роста молоди на плато достигается уже при 13 °С. Инкубация икры возможна при температурах ниже 7 °С. Данные особенности гольца являются предпосылками для успешного разведения в аквакультуре [8].

Необходимо отметить, что введение в аквакультуру этого вида рыбы позволит решить как задачи по сохранению видов животных в пределах их ареалов (сохранение биоразнообразия), так и чисто практические вопросы – обеспечение населения Красноярского края высококачественной деликатесной продукцией (продовольственная безопасность). Кроме того, это позволит в большей степени иметь доступ коренных малочисленных народов севера к водным биоресурсам.

Разработанные и применяемые рыбоводами инструкции и биотехнологии по разведению и выращиванию лососевых, в частности семги и форели, не применимы для арктического гольца, поскольку эколого-физиологические особенности этих видов в значительной мере отличаются.

Цель исследования – изучение динамики роста молоди пресноводной формы арктического гольца в условиях индустриального рыбоводного хозяйства.

Задачи: изучить условия выращивания, динамику массы, длины тела и сохранность молоди при кормлении форелевыми кормами.

Объект и методы. Объектом исследования являлась молодь пресноводной формы арктического гольца *Salvelinus alpinus* (L.) полуострова Таймыр генерации 2022 г. (n = 2892), полученная в индустриальном хозяйстве ООО «Малтат».

Исследование выполнялось в рыбопроизводной ферме в г. Дивногорске вблизи плотины Красноярской ГЭС, а также на кафедре «Разведение, генетика, биология и водные биоресурсы» ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

Работа проводилась по методике выращивания лососевых рыб комбинированным методом с применением установок замкнутого водоснабжения и садков, установленных в р. Енисей. Полученная предличинка была помещена в лоток рыбоводный, после роения перенесена в бассейн круглый, затем при достижении массы 20 г и более – в садок рыбоводный [9].

Наблюдения за ростом гольца проводили в январе-августе 2023 г. Рыба была отсажена в понтонный садок в нижнем бьефе Красноярской ГЭС на расстоянии 0,8 км от плотины. Глубина садков составляла 4 м, площадь 36 м². Кормление осуществляли форелевыми кормами компании Coppens: Coppens PRE GROWER-18 2,00 мм для рыб массой до 25 г. Массу молоди в процессе роста определяли по результатам отбора материала из опытного бассейна и взвешивания каждого экземпляра на электронных весах Pocket Scale MH-250 с ошибкой взвешивания 0,01 г. В течение суток задаваемое количество корма составляло 1,5 % от массы рыбы.

Контрольные ловы для исследования характеристик роста проводили ежемесячно, методом случайной выборки определяли навеску не менее чем у 25 экземпляров.

Определяли промысловую длину тела рыб, мм; массу, г; сохранность, %, общепринятыми методами [10]. Температуру воды измеряли ежемесячно термометром для воды ТБ-3-М1. Биометрическую обработку первичных данных выполняли с использованием руководства Г.Ф. Лакина [11] и программы MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Арктические гольцы адаптированы к условиям высоких широт, что позволяет им при низких температурах воды сохранять высокие темпы роста [12]. В нижнем бьефе плотины Красноярской ГЭС температура воды всегда находится на низком уровне из-за глубинного водозабора (40 м ниже уровня воды) из водохранилища, где речная вода не успевает нагреваться в летний период [13]. Так, в зимние месяцы температура воды около г. Дивногорска колебалась: в ноябре – 10–6 °С, декабре – 4 °С, январе – 3,8–3,2 °С, феврале – 3,0 °С. Наблюдаемые значения температур воды на водопосту Дивногорск в весенне-осенний период (с момента перекрытия р. Енисей плотиной ГЭС) – от 1,6 до 13,0 °С, что соответствовало данным, приведенным И.В. Космаковым (2010) [14]. Очевидно, что такой температурный режим в месте содержания может являться оптимальным для гольца, так как соответствует температуре среды обитания гольца в естественных условиях.

По мнению Ю.А. Пономаревой (2013), качество воды р. Енисей по всем химическим показателям удовлетворяет требованиям для водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования и по основным показателям для воды водных объектов рыбохозяйственного значения [15].

Таким образом, температурный режим и качество воды р. Енисей в районе плотины Красноярской ГЭС соответствует требованиям для выращивания арктического гольца.

Полученных предличинок после рассасывания желточного мешка переносили в бассейн, в котором содержали до достижения массы 20 г и более и перемещали в садок для дальнейшего выращивания (рис.).

Динамику роста молоди изучали с января по август 2023 г. В январе в садке, используемом для формирования ремонтно-маточного стада гольца, находилось 2892 малька со средней массой 21,3 г (табл.).



Молодь арктического гольца *Salvelinus alpinus* (L.) в бассейне

Динамика роста пресноводного гольца

Дата	Среднемесячная температура воды в садках, °С	Масса молоди, г		Прирост		Количество рыб, шт.		Отход		Сохранность, %
		М	м	абсолютный, г	относительный, %	начало периода	конец периода	шт.	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.01	3,0	21,3	0,40	–	–	2892	2879	13	0,4	99,6
1.02	3,2	21,9	0,41	0,6	2,8	2879	2852	27	0,9	99,1
1.03	3,8	23,1	0,43	1,2	5,3	2852	2827	25	0,9	99,1

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.04	4,0	24,3	0,46	1,2	5,1	2827	2758	69	2,4	97,6
1.05	5	26,4	0,50	2,1	8,3	2758	2594	164	5,9	94,1
1.06	13	29,4	0,58	3,0	10,8	2594	2406	188	7,2	92,8
1.07	14	36,4	0,74	7,0	21,3	2406	2350	56	2,3	97,7
1.08	13	39,5	0,81	3,1	8,2	2350	2300	50	2,1	97,9
1.09	12	51,8	1,08	12,3	26,9	2300	–	–	–	–

К августу навеска гольца в садках достигала $39,5 \pm 0,81$ г. Через месяц навеска группы увеличилась на 12,3 г и в среднем составляла $51,8 \pm 1,08$ г. Длину тела мальков измеряли в сентябре, она составляла в среднем $160 \pm 3,59$ мм. С января по апрель наблюдались низкие абсолютные приросты массы от 0,6 г до 1,2 г. Относительный прирост в этот же период составлял 2,8–5,1 %, что говорит о влиянии низких температур на изучаемый показатель. При повышении температуры в весенне-летний период увеличивались приросты (см. табл.).

За весь период наблюдения погибло 592 малька, что составило 20,5 % (см. табл.). Самая высокая сохранность наблюдалась в январе-марте, когда температура воды колебалась от 3 до $3,8$ °С и составляла 99,1–99,6 %. Самый высокий отход был в июне – 7,2 %. По нашему мнению, это связано с адаптацией мальков к резкому повышению температуры воды (см. табл.). При дальнейшем повышении температуры воды отход молоди был в среднем 97,7 %.

Заключение. Арктический голец может выращиваться в аквакультуре в условиях нижнего бьефа Красноярской ГЭС.

При садковом выращивании на искусственных кормах показывает хорошую динамику роста в весенне-летний период при повышении температуры воды, масса малька увеличилась с 26,4 г в мае до 51,8 г в сентябре. Длина тела мальков в конце периода выращивания составляла в среднем $160 \pm 3,59$ мм.

Сохранность молоди при кормлении форелевыми кормами составляла более 92 % весь период исследования. Лучшая сохранность была в зимний период – 99,1–99,6 % при температуре воды 3– $3,8$ °С.

Таким образом, исследования, проведенные в ООО «Малтат», доказали возможность выращивания арктического гольца в садках на р. Енисей

Список источников

1. Савваитова К.А. Арктические гольцы: структура популяционных систем, перспективы рыбохозяйственного использования. М.: Агропромиздат, 1989. 223 с.
2. Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. Генетическая дивергенция и таксономический статус гольцов рода *Salvelinus* // Успехи современной биологии. 2013. Т. 133, № 3. С. 269–283.
3. Современные тенденции разведения и культивирования нетрадиционных объектов аквакультуры (арктический голец, камчатский краб, морской еж) и технологии переработки гидробионтов / П.П. Макаревич [и др.] // Вестник МГТУ. 2018. Т. 21, № 2. С. 355–370.
4. Савваитова К.А., Максимов В.А., Нестеров В.Д. К систематике и экологии гольцов рода *Salvelinus* (сем. *Salmonidae*) водоемов полуострова Таймыр // Вопросы ихтиологии. 1980. Т. 20, вып. 2. С. 195–210.
5. Заделенов В.А., Шадрин Е.Н., Матасов В.В. Гольцы Таймырского полуострова (обзор) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017. № 12. С. 19–28.
6. Журавлева Н.Г. Проблемы и перспективы внедрения арктического гольца в аквакультуру в России // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2020: сб. ст. по мат-лам междунар. науч.-практ. конф. (Севастополь, 14–17 сентября 2020 г.) / под ред. Г.В. Кучерик, Ю.А. Омельчук. Севастополь: Севастопольский гос. ун-т, 2020. С. 187–191. EDN RDOUHH.
7. Brannas E. Wiklund B.-S. Low temperature growth potential of Arctic charr and rainbow trout // Nordic J. Freshw. Res. 1992. V. 67. P. 77–81.

8. *Русяев С.М., Есин Е.В.* Арктический голец перспективный объект товарного выращивания в Ямало-Ненецком автономном округе // Рыбное хозяйство. 2018. № 1. С. 44–48.
9. *Четвертакова Е.В., Заделенова А.В., Ульман Т.Е.* Выращивание радужной форели комбинированным методом // Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. / Краснояр. НИИ животноводства. Красноярск, 2021. С. 347–351.
10. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
11. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 1980. 293 с.
12. Научно-методические подходы и опыт разведения арктических голецов на примере заводского выращивания ладожской палии *Salvelinus lepechini* (Gmelin 1788) / *В.Я. Никандров [и др.]* // Рыбное хозяйство. 2021. № 6. С. 104–112.
13. *Крючков Г.П., Кулагин В.А.* Природные особенности исследования водозаборов Сибири из подземных источников // Экология урбанизированных территорий. 2007. № 3. С. 52–54. EDN KAMNVN.
14. *Космаков И.В.* Ледовый режим Енисея ниже плотины Красноярской ГЭС // Природные ресурсы Сибири: современное состояние и проблемы природопользования. Новосибирск: Наука, 2010. С. 91–101.
15. *Пономарева Ю.А.* Химический состав воды и структура фитопланктона в нижнем бьефе Красноярской ГЭС // Вестник КрасГАУ. 2013. № 7. С. 183–188.
4. *Savvaitova K.A., Maksimov V.A., Nestorov V.D.* K sistematike i `ekologii gol'cov roda *Salvelinus* (sem. *Salmonidae*) vodoemov poluostrova Tajmyr // Voprosy ihtologii. 1980. T. 20, vyp. 2. S. 195–210.
5. *Zadelenov V.A., Shadrin E.N., Matasov V.V.* Gol'cy Tajmyrskogo poluostrova (obzor) // Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo. 2017. № 12. S. 19–28.
6. *Zhuravleva N.G.* Problemy i perspektivy vnedreniya arkticheskogo gol'ca v akvakul'turu v Rossii // `Ekologicheskaya, promyshlennaya i `energeticheskaya bezopasnost'-2020: sb. st. po mat-lam mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Sevastopol', 14–17 sentyabrya 2020 g.) / pod red. *G.V. Kucherik, Yu.A. Omel'chuk*. Sevastopol': Sevastopol'skij gos. un-t, 2020. S. 187–191. EDN RDOUHH.
7. *Brannas E. Wiklund B.-S.* Low temperature growth potential of Arctic charr and rainbow trout // Nordic J. Freshw. Res. 1992. V. 67. P. 77–81.
8. *Rusyaev S.M., Esin E.V.* Arkticheskij golec perspektivnyj ob`ekt tovarnogo vyraschivaniya v Yamalo-Neneckom avtonomnom okruge // Rybnoe hozyajstvo. 2018. № 1. S. 44–48.
9. *Chetvertakova E.V., Zadelenova A.V., Uzman T.E.* Vyraschivanie raduzhnoj foreli kombinirovannym metodom // Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: mat-ly V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / Krasnoyar. NII zhivotnovodstva. Krasnoyar. 2021. S. 347–351.
10. *Pravdin I.F.* Rukovodstvo po izucheniyu ryb. M.: Pischevaya promyshlennost', 1966. 376 s.
11. *Lakin G.F.* Biometriya: ucheb. posobie dlya vuzov. M.: Vyssh. shk., 1980. 293 s.
12. Научно-методические подходы и опыт разведения арктических голецов на примере заводского выращивания ладожской палии *Salvelinus lepechini* (Gmelin 1788) / *V.Ya. Nikandrov [и др.]* // Рыбное хозяйство. 2021. № 6. С. 104–112.
13. *Kryuchkov G.P., Kulagin V.A.* Prirodnye osobennosti issledovaniya vodozaborov Sibiri iz podzemnyh istochnikov // `Ekologiya urbanize-

References

1. *Savvaitova K.A.* Arkticheskie gol'cy: struktura populyacionnyh sistem, perspektivy rybohozyajstvennogo ispol'zovaniya. M.: Agropromizdat, 1989. 223 s.
2. *Salmenkova E.A., Omel'chenko V.T.* Geneticheskaya divergenciya i taksonomicheskij status gol'cov roda *Salvelinus* // Uspehi sovremennoj biologii. 2013. T. 133, № 3. S. 269–283.
3. *Sovremennye tendencii razvedeniya i kull'tivirovaniya netradicionnyh ob`ektov akvakul'tury*

- rovannyh territorij. 2007. № 3. S. 52–54. EDN KAMNVN.
14. *Kosmakov I.V.* Ledovyy rezhim Eniseya nizhe plotiny Krasnoyarskoj G`ES // Prirodnye resursy Sibiri: sovremennoe sostoyanie i problemy prirodopol'zovaniya. Novosibirsk: Nauka, 2010. S. 91–101.
15. *Ponomareva Yu.A.* Himicheskij sostav vody i struktura fitoplanktona v nizhnem b'efe Krasnoyarskoj G`ES // Vestnik KrasGAU. 2013. № 7. S. 183–188.

Статья принята к публикации 21.06.2023 / The article accepted for publication 21.06.2023.

Информация об авторах:

Анна Владимировна Заделенова¹, аспирант кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов

Владимир Анатольевич Заделенов², профессор кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов, старший научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор

Елена Викторовна Четвертакова³, профессор, заведующая кафедрой разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Елена Александровна Алексеева⁴, доцент кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Anna Vladimirovna Zadelenova¹, Postgraduate Student at the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources

Vladimir Anatolyevich Zadelenov², Professor at the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources, Senior Researcher, Doctor of Biological Sciences, Professor

Elena Viktorovna Chetvertakova³, Professor, Head of the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources, Doctor of Agricultural Sciences, Docent

Elena Aleksandrovna Alekseeva⁴, Associate Professor of the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources, Candidate of Agricultural Sciences

