

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

РЕСУРСЫ ДИЧИ И РЫБЫ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО

**Материалы
IV Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции**

23 ноября 2023 г.

Электронное издание

Красноярск 2023

ББК 47
Р44

Отв. за выпуск:

Л.П. Владышевская, канд. биол. наук, доцент
О.А. Тимошкина, канд. биол. наук, доцент
Е.А. Алексеева, канд. с.-х. наук, доцент

Р 44 Ресурсы дичи и рыбы: использование и воспроизводство [Электронный ресурс]: материалы IV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции/ отв. за вып. Л.П. Владышевская, О.А. Тимошкина, Е.А. Алексеева; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. – 310 с.

В издании представлены материалы IV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, состоявшейся 23 ноября 2023 года в Красноярском государственном аграрном университете.

Предназначено для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, специалистов в области ведения охотничьего и рыбного хозяйства, научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов, студентов-биологов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

ББК 47

Все статьи, включенные в сборник, представлены в авторской редакции. Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

При перепечатке материалов сборника статей ссылка на сборник обязательна.

© Авторы статей, 2023
© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2023

ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ГОЛЬЦА *SALVELINUS ALPINUS* (LINNAEUS, 1758)

Тимошкина Ольга Александровна,

кандидат биологических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: tim-ol-al@yandex.ru

Аннотация: В статье изложен краткий обзор имеющихся литературных источников по технологии содержания арктического гольца. Показан опыт успешного разведения данного вида в аквакультуре и марикультуре других стран. Указываются основные требования арктического гольца к искусственным условиям содержания. Сделан вывод, что арктический голец может быть перспективным объектом аквакультуры во многих северных регионах нашей страны развивающих холодноводное индустриальное рыбководство.

Ключевые слова: арктический голец, разведение, технология, аквакультура.

MAIN RECOMMENDATIONS ON THE TECHNOLOGY OF KEEPING ARCTIC CHAR *SALVELINUS ALPINUS* (LINNAEUS, 1758)

Timoshkina Olga Alexandrovna,

Candidate of biological sciences, associate professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: tim-ol-al@yandex.ru

Abstract: The article provides a brief overview of the available literature sources on the technology of Arctic char content. The experience of successful breeding of this species in aquaculture and mariculture of other countries is shown. The main requirements of the Arctic char to artificial conditions of detention are indicated. It is concluded that the Arctic char can be a promising object of aquaculture in many northern regions of our country developing cold-water industrial fish farming.

Key words: Arctic char, breeding, technology, aquaculture.

Арктический голец в настоящее время в России вполне успешно может заменить более привычные потребителям объекты аквакультуры. Данный вид славится своей способностью к высоким темпам роста при низкой температуре и поэтому особенно подходит для выращивания в высоких широтах и высотах. Это сделало его уникальным объектом марикультуры в северных странах

Европы и Америки. При выращивании гольца в садках и бассейнах ему почти не требуется освещение, тогда как другие лососи в темноте погибают [3]. Кроме того, из-за успеха программ разведения, гольцы, используемые в фермерских хозяйствах, в настоящее время растут быстрее и созревают при большем размере и возрасте, чем оригинальный дикий голец.

Однако, несмотря на способность арктического гольца расти в ледяной воде, его искусственное выращивание оказалось связано с рядом трудностей. Так, темпы роста этого вида невысокие, и, как правило, требуется до 30 месяцев, чтобы рыба достигла половой зрелости, особенно в неблагоприятных условиях [1]. Необходимо учитывать также и низкую устойчивость арктического гольца к повышенным температурам [2, 10].

В России первый опыт заводского выращивания гольца был предпринят еще в 80-х гг. прошлого столетия. Рыбоводные работы с озерной формой гольца проводились на заводе «Имандра» [5], где были получены положительные результаты, однако промышленного внедрения разработки не состоялось. В нашей стране разведение гольцов пока ограничивается целями компенсации ущерба, нанесенного водным ресурсам в результате хозяйственной деятельности. В настоящее время товарное выращивание арктического гольца активно развивается северными европейскими странами, среди которых мировым лидером является Исландия, в небольших объемах голец выращивается также в Эстонии, Норвегии, Швеции, Германии, Финляндии, Канаде, Великобритании и Ирландии. Гольцы вызывают большой интерес как перспективный объект морской аквакультуры для Кольского полуострова, поскольку они лучше адаптированы к более низким температурам воды, чем атлантический лосось и радужная форель [4].

За время изучения возможностей разведения и выращивания арктического гольца в искусственных условиях были выделены основные подходы и закономерности. Так, было установлено, что выращивание анадромных форм арктического гольца в морской воде экономически выгоднее, чем в пресной. Высокий темп роста гольца отмечен при температуре 3–4 °С в садках в воде с соленостью 20–25 г/л. В возрасте 18 месяцев арктический голец достигает длины 45,5 см и массы 1125 г, а в 2,5 года – 53 см и 1 950 г. Плотность содержания в садках – около 10 кг/м³. В этих условиях самцы созревают за 18, самки – за 28 месяцев, а доля половозрелых особей в таком режиме составляет около 10 %. Двухлетки имеют среднесуточный прирост 0,2–0,3 г, средняя масса увеличивается с 35 до 200 г. При плотности посадки 20 экз/м² рыбопродуктивность составляет 3 кг/м² [4].

В надежде найти ключ к пониманию биологии анадромных форм арктического гольца во всех северных странах мира постоянно проводятся экспериментальные и опытные работы. Так, благодаря использованию технологии оксигенации потребление воды на фермах по выращиванию гольца сегодня составляет 100–200 м³/кг производимой рыбы, в то время как двадцать лет назад этот показатель достигал 1 000–1 700 м³/кг. Без оксигенации воды специфическая величина водного потока колеблется в течение года от 0,5 до 2,5 л/кг/мин. Добавление чистого кислорода снижает требования к силе водного

потока до 0,3–0,5 л/кг/мин. Минимально допустимый поток в протоке составляет 0,3 л/кг/мин [7]. Концентрация растворенного кислорода должна поддерживаться на стабильном высоком уровне. Даже при температуре ниже 10 °С концентрация кислорода на уровне 70 % от насыщения снижает аппетит и рост холодноводных рыб. Более низкие концентрации растворенного O_2 приводят к гибели рыб [4]. Содержание кислорода в инкубационных и выростных емкостях в эмбрионально-личиночный период от 10,6–12,1 мг/л обеспечивало высокий процент насыщения воды кислородом (80–90 %). Повышение температуры воды в период выращивания молоди до 14–18 °С снижало содержание кислорода до 7–8 мг/л, однако степень его насыщения всегда оставалась выше критических и пороговых величин, установленных для гольца. Величина рН должна находиться в зоне безопасных для пресноводных рыб значений и составлять 6,2.

Отмечено улучшение роста арктического гольца в результате увеличения потребления корма и повышение эффективности его конверсии за период после перевода из короткого фотопериода на непрерывный свет. Применение зимнего фотопериода в период ювенальной фазы может использоваться для увеличения роста биомассы у гольца [9]. Результаты экспериментов показывают, что после моделирования зимних световых условий увеличение времени освещения может повысить продуктивность арктического гольца при выращивании с 25 до 30 %. Таким образом, большое внимание должно быть уделено световому режиму, которому подвергаются рыбы при выращивании.

Опыт выращивания гольца в Норвегии. В настоящее время аквакультурный бизнес, в том числе и по выращиванию гольца, активно развивается в Норвегии: вблизи г. Киркенес успешно работает предприятие «KirkenesCharr». Ферма производит до 120 т арктического гольца в год (примерно 500 тыс. особей озерной формы). Пресноводного гольца сортируют по возрасту и размеру и выращивают в обширных наземных резервуарах в потоке ледяной воды. Она поступает естественным путем из горного озера. Проточная вода и естественная слизь, покрывающая тело рыбы, обеспечивают гольцу защиту от инфекции и паразитов. Резервуары устроены так, чтобы рыба постоянно двигалась. Рыбоводы предприятия считают, что арктический голец – рыба чистая и жизнеспособная сама по себе, она требует мало корма. Кроме того, компания проводит забой рыбы особым способом. Рыба голодает 14 дней, что очищает ее организм и повышает качество продукта [4].

Кислород. При выращивании гольца количество O_2 в воде на входе и в бассейне должна составлять более 8,9 мг/л и более 7,45 мг/л на оттоке, как в замкнутых, так и полужамкнутых системах. Следует всегда поддерживать насыщение воды кислородом выше 80 % в бассейнах для выращивания арктического гольца. Рекомендуется аэрация воды, но следует не только насыщать воду кислородом, но и предотвращать перенасыщение её азотом в емкостях выращивания [1].

Углекислый газ. Увеличение концентрации CO_2 ведет к более высокой концентрации протонов водорода (H^+) в воде, и тем самым значение рН воды уменьшается. Это негативно влияет на рыб и этого следует избегать.

Рекомендуемые уровни CO_2 для выращивания гольца ниже 10 мг/л при щелочности ниже, чем 100 мг /л и менее чем 15 мг/л при более высокой щелочности. Если концентрация CO_2 будет высокая воду можно дегазировать путем аэрации. Существует несколько технических решений для этого, увеличение водо-воздушной поверхности для того чтобы вытеснить газ CO_2 в воздух [21]. Концентрацию CO_2 сравнивали в установках замкнутых (RAS) и частично замкнутых (LRS). Концентрация CO_2 была немного выше в LRS (2,64–3,97 мг CO_2 /л), чем в RAS (1,87–4,32 мг CO_2 /л). Это различие может быть следствием более низкой скорости метаболизма рыбы в RAS. Количество CO_2 , произведенного на каждый мг потребленного кислорода, составляло около 1:1, как было предложено другими исследованиями на арктическом гольце [6, 8].

Уровни аммония. Безопасные уровни аммиака, нитрита и нитрата для аквакультуры арктического гольца до сих пор неизвестны. Однако, исходя из опыта и рекомендаций по выращиванию атлантического лосося, уровень аммиака в пресной воде не должен превышать 0,015 мг/л, а уровни содержания аммиака-N должны оставаться ниже 1,0 мг/л. Если арктический голец содержится в морской воде, рекомендуемые безопасные уровни будут несколько выше [11]. Нитрит-N должен всегда оставаться ниже 0,2 мг / л. Концентрация $\text{NH}_3\text{-N}$ в воде составляла менее 0,012–0,03 мг/л для аквакультуры лососевых. Уровни концентрации $\text{NH}_3\text{-N}$ были ниже 0,025 мг/л в течение всего периода выращивания, как в замкнутых так и в полужамкнутых (RAS и RLS) системах, рекомендованных для выращивания арктического гольца. Летальный уровень $\text{NH}_3\text{-N}$ для арктического гольца составляет 0,03 мг/л [6].

Кислотность. Баланс pH имеет важное значение для обмена веществ у рыб и влияет, например, на поглощение кислорода, водно-солевой баланс и кислотнощелочное равновесие. Хотя лососевые переносят pH в диапазоне от 5 до 9, в оптимальных условиях выращивания область значений pH должна быть между 6.5 и 8.5. Уровни pH воды составляли 7,4-8,0 в обеих системах (RAS и RLS) в течение всего экспериментального периода выращивания, значения которых были в оптимальных пределах для аквакультуры арктического гольца [11].

Температура. В большинстве исследований указывают на максимальные темпы роста арктического гольца при температуре от 12 до 16°C. Важно отметить, что этот диапазон температуры является нормой только тогда, когда рост не ограничен кормовой базой. Когда количество корма ограничено, оптимальная температура для роста гольца будет ниже. Оптимальное использование корма (коэффициент конверсии корма, КК) получено при более низкой температуре, чем оптимальная температура для скорости роста и, как сообщается, составляет 9 °C. Высокие плотности посадки, используемые при интенсивном выращивании рыб, ограничивают температуру выращивания. Рыба требует больше кислорода и экскреция аммиака резко возрастает с повышением температуры, грибковые и бактериальные болезни часто становятся проблемой при температурах выше 15°C. Следовательно, температура 12°C является самой оптимальной, обеспечивая высокие темпы

роста, хорошее использование корма и снижение риска заболеваний и грибковых инфекций.

Соленость. В настоящее время аквакультура гольца осуществляется исключительно в пресной воде, хотя низкие температуры в зимнее время приводят к ухудшению роста в течение нескольких месяцев. К сожалению, когда анадромный арктический голец вынужден оставаться в морской воде в течение осени или зимы, отмечена высокая смертность и снижение темпов роста, на ранних стадиях онтогенеза в таких условиях отмечена очень низкая выживаемость. Было высказано предположение, что содержание арктического гольца в садках в море зимой, при использовании традиционных технологий разведения лосося, не может быть экономически выгодным из-за высокой смертности и замедленного темпа роста.

В отличие от атлантического лосося, арктический голец не способен переносить высокие концентрации солей в воде при низких температурах, и требуется, чтобы он был переведен в солоноватую или пресную воду в зимнее время. Весьма изменчивые жизненные стратегии арктического гольца влияют на толерантность к солености (солеустойчивость) у этого вида. Анадромный арктический голец толерантен к морской воде (33–35 ‰) в течение 2 месяцев при миграции к морю летом. В остальное время года толерантность к морской воде уменьшается, но арктический голец хорошо переносит солоноватую воду до 20 ‰, однако и это зависит от размера рыбы и температуры воды, с увеличением всех проблем при низких температурах.

Глубина воды. Недостаточная глубина воды может вызвать стресс-синдром плавательного пузыря, для молоди гольца, критическая глубина воды составляет 15 см, но даже при глубине воды 24 см иногда наблюдалось увеличение смертности. Таким образом, рекомендуемая минимальная глубина воды составляет >30 см.

Плотность посадки. Арктический голец переносит высокие плотности посадки без отрицательного влияния на потребление корма и рост. Низкой плотности следует избегать, поскольку это увеличивает их социальные взаимодействия. Шестидесят килограммов рыбы на м³ воды некоторые исследователи считают минимальной плотностью при условии выращивания в небольших системах. Верхний предел неясен, но не менее 120 кг / м³ можно без ущерба применять для успешного производства, если качество воды и условия роста являются оптимальными. В промышленных масштабах в аквариумах (>10 м³), плотность может быть уменьшена приблизительно до 20–30 кг рыбы / м³, не вызывая агрессии и формирования иерархии. Более низкая плотность может быть благоприятна для разведения мелких рыб при высокой температуре и ограниченной концентрации кислорода в течение лета.

Фотопериод. Высокие темпы роста арктического гольца наблюдаются при освещенности 50 ЛК. Для восприятия рыбой дня и ночи, разница между темнотой и светом является более важной, чем абсолютная интенсивность света. Поэтому важно держать ночи как можно более темными. Манипуляция фотопериодом может быть важным инструментом для активизации роста гольца, а также для предотвращения и отсрочки раннего созревания.

Таким образом, гольцы могут быть перспективным объектом аквакультуры во многих наших северных регионах, поскольку они лучше адаптированы к более низкой температуре воды, чем атлантический лосось и радужная форель, однако отсутствие достаточных знаний по биологии и экологии этого вида рыб, подходящих отечественных кормов для них, опыта работы с ними, инвестиций на экспериментальные и опытно-промышленные работы может привести к отрицательному результату.

Список литературы

1. Журавлева Н. Г. Рекомендации для разработки биотехнологии выращивания арктического гольца / Н.Г. Журавлева // Международная научно–практическая конференция «Современные эколого–биологические и химические исследования, техника и технология производств». – Мурманск, 2018. – С. 360–366
2. Китаев С.П. Радужная форель, гольцы и перспективы их использования в озерах Северо–Запада России. / С.П. Китаев, Н.В. Ильмаст, В.Г. Михайленко – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. – 107 с.
3. Козлов В.И. Справочник фермера–рыбовода / В.И. Козлов. – Москва.: Издательство ВНИРО, 1998. – 342 с.
4. Макаревич П. Р. Современные тенденции разведения и культивирования нетрадиционных объектов аквакультуры (арктический голец, камчатский краб, морской еж) и технологии переработки гидробионтов / П. Р. Макаревич, Е. Д. Облучинская, А. Г. Дворецкий, Н. Г. Журавлева // Вестник МГТУ. – 2018. – Т. 21. – № 2. – С. 355–370.
5. Терехин Ю. В. Рекомендации по искусственному разведению гольцов на рыбоводном заводе «Имандра» Мурманской области / Ю.В. Терехин. – Мурманск : ПИНРО, 1984. – 10 с.
6. Aquafarmer. 2004. The farming of Arctic charr. Technical Institute of Iceland, the Holar University College and The Aquaculture Development Centre of Ireland. November 2007 – January 2008.
7. Blancheton J. P. [et al.] Intensification of landbased aquaculture production in single pass and reuse systems // Aquacultural Engineering and Environment / Ed. Asbjørn Bergheim. Research Signpost, 2007. - P. 21–47.
8. Forsberg, O. I. 1997. The impact of varying feeding regimes on oxygen consumption and excretion of carbon dioxide and nitrogen in post–smolt Atlantic salmon *Salmo salar* L. Aquaculture Research 28: 29–41.
9. Gunnarsson S., Imsland A. K., Siikavuopio S. I., Árnason J. [et al]. Enhanced growth of farmed Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) following a short-day photoperiod // Aquaculture. 2012. V. 350–353. P. 75–81.
10. Janhunén M., Piironen J. and Peuhkuri N. Parental effects on embryonic viability and growth in Arctic charr *Salvelinus alpinus* at two incubation temperatures. Journal of Fish Biology. – 2010. – V. 76. – Pp. 2558–2570.
11. Johnston, G. (2002) Arctic Charr Aquaculture. Fishing News Books, Oxford.