

EDN: PHAGLK

УДК 597.2.5

## New Data on Biology of Char (Genus *Salvelinus*) from Lake Sobachye (Taymyr Peninsula)

Vladimir A. Karpov<sup>a, b\*</sup>,  
Ivan V. Zuev<sup>a</sup> and Larisa A. Glushchenko<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Siberian Federal University  
Krasnoyarsk, Russian Federation*

<sup>b</sup>*Institute of Biophysics SB RAS  
Federal Research Center “Krasnoyarsk Science Center SB RAS”  
Krasnoyarsk, Russian Federation*

Received 04.12.2024, received in revised form 10.03.2025, accepted 20.03.2025

**Abstract.** As part of the efforts on the introduction of char (genus *Salvelinus*) from Lake Sobachye into aquaculture, a sample of 97 specimens aged 2–13+ years with a total length range of 151–912 mm and a weight of 0.025–9.8 kg was collected. Fish were captured in the central and western parts of the lake in September, from 2020 to 2023. Juvenile fish (2+ years old) were exclusively caught at night at depths of 1.5–5 m; larger specimens of more adult fish were obtained in catches throughout the day at depths of 10–30 m. Small clusters of spawning individuals (maturity stage IV–VI) were observed in the mouths of streams. Mass maturation of the char occurred in the fifth year of life. The maximum size, growth rate and body height (= 18.0–34.5 %) of the studied char correspond to the Dryagin char species (*S. drjagini* Logashev 1940). Regression coefficients (length-weight relationship, LWR) between linear dimensions (total length (TL), standard length (SL)) and body weight were calculated. Recommendations on the average weight of mature individuals suitable for propagation in aquaculture were provided, which differ among specific forms and types of char from various lakes in Krasnoyarsk Krai. For the Dryagin char, the proposed average weight of breeding individuals is 7 kg for males and 5 kg for females.

**Keywords:** arctic char, Dryagin char, boganid char, *Salvelinus alpinus* complex, Putorana Plateau, otoliths, aquaculture standards.

**Acknowledgements.** The study was funded by State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. FWES-2024–0024) and by the ANO «Project Office for Arctic Development».

© Siberian Federal University. All rights reserved

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

\* Corresponding author E-mail address: vlkarpov2@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0695-8936 (Zuev I.); 0000-0001-5623-1121 (Glushchenko L.)



## Новые сведения о биологии гольцов (род *Salvelinus*) озера Собачье (полуостров Таймыр)

В. А. Карпов<sup>а, б</sup>, И. В. Зуев<sup>а</sup>, Л. А. Глущенко<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Сибирский федеральный университет  
Российская Федерация, Красноярск

<sup>б</sup>Институт биофизики СО РАН  
ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»  
Российская Федерация, Красноярск

**Аннотация.** В рамках работ по введению гольцов рода *Salvelinus* из озера Собачье в аквакультуру в сентябре 2020–2023 гг. была сделана выборка из 97 особей возрастом 2–13+ лет с диапазоном абсолютной длины 151–912 мм и массы 0,025–9,8 кг, отловленных в центральной и западной части озера. Молодь (2+ лет) гольца была отловлена исключительно в ночное время на глубине 1,5–5 м; крупные особи фиксировались в уловах в различное время суток на глубинах 10–30 м. Наблюдались незначительные скопления нерестовых особей (стадия зрелости IV–VI) в устьевых участках ручьев. Массовое созревание исследованных гольцов происходило на пятом году жизни. Предельные размеры, скорость роста и некоторые морфологические признаки (высота тела = 18,0–34,5 %) изученных гольцов соответствуют виду голец Дрягина (*S. drjagini* Logashev 1940). Рассчитаны коэффициенты регрессионных зависимостей (LWR) между линейными размерами (TL, SL) и массой тела. В целях аквакультуры рекомендуется использовать дифференцированную навеску производителей для разных форм/видов гольцов из водоемов Красноярского края. Для производителей гольца Дрягина предлагается в качестве средней навески использовать 7 кг для самцов и 5 кг для самок.

**Ключевые слова:** арктический голец, голец Дрягина, боганидская паляя, *Salvelinus alpinus* complex, плато Путорана, отолиты, рыбохозяйственные нормативы.

**Благодарности.** Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (проект № FWES-2024–0024). При финансовой поддержке АНО «Проектный офис развития Арктики».

## Введение

На полуострове Таймыр расположены различные по своим характеристикам водные объекты, часть из которых являются центрами высокого современного разнообразия гольцов рода *Salvelinus* (Pichugin, 2009; Alekseyev et al., 2021; Osinov et al., 2022). По одним оценкам, на этой территории описывают около 5 морфологически различных видов (арктический голец, боганидская паляя, голец Дрягина, таймырский голец и есейская паляя); согласно другому подходу всех гольцов Таймыра, рассматривают в качестве комплексного вида – *Salvelinus alpinus* (L.) complex (Мина, 1986; Савваитова, 1989). При этом результаты современных генетических исследований только в двух озерах данной территории (Лама, Капчук) указывают на наличие восьми репродуктивно изолированных форм гольцов (Osinov et al., 2022).

Большинство видов/форм арктических гольцов представляют интерес как объекты холодноводной аквакультуры по причине высокой скорости роста и большой биохимической ценности (Gladyshev et al., 2018; Заделёнов и др., 2022a, 2022b). В рамках работ по введению гольцов из озера Собачье в аквакультуру в 2020–2023 гг. была собрана репрезентативная выборка, позволяющая значительно дополнить сведения о биологии рыб данной группы. Среди крупных озер Таймыра озеро Собачье является одним из наиболее изученных в отношении рыб данного рода (Pichugin, 2009; Pichugin, Chebotareva, 2011; Заделёнов и др., 2022a, 2022b). На сегодняшний день в озере предполагается обитание как минимум трех симпатрических форм/видов гольцов. При этом дифференциация гольцов озера Собачье по морфологическим признакам лишь частично подтверждается генетическими методами (Романов, 1983; Павлов и др., 1994; Osinov et al., 2022). У одной из форм гольцов оз. Собачье, боганидской паляи (*Salvelinus boganidae* Berg,

1926), было обнаружено рекордное содержание омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (Gladyshev et al., 2018).

Цель настоящей работы – получение и дополнение существующих сведений о морфологии, распределении и размерно-возрастной структуре гольцов в озере Собачьем. Теоретическая ценность таких сведений заключается в получении фактических данных, позволяющих объяснить причины высокого содержания в тканях гольцов из озера Собачье полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и интерпретировать причины их вариабельности у особей разных форм, размеров и пола. Кроме того, полученные результаты призваны скорректировать существующие рыбоводные нормативы в том случае, если озеро Собачье в дальнейшем будет использовано как маточный водоём для аквакультуры Красноярского края.

## Материалы и методы

Озеро Собачье (Ыт-Кюэль) 69°03'10.4" с.ш. 91°24'41.7" в.д. является частью Норило-Пясинской системы озёр и занимает пятое место по площади (99 км<sup>2</sup>). Озеро имеет вытянутую форму, его длина составляет 46 км; ширина в наиболее широком месте – 3,7 км. Для озера отмечают максимальную глубину 162 метра (Пармузин, 1981), однако нами при использовании эхолота Hamminbird Fishfinder 565x (Hamminbird, США) в 2022–2023 гг. были отмечены глубины более 190 метров. Согласно литературным данным (Вершинин, 1963; Богданов, 1985; Рудковский, Бочарова, 2007; Заделёнов и др., 2017), озеро располагается ниже уровня мирового океана, имеет ледниково-тектоническое происхождение, является проточным со слабой минерализацией (13–42 мг/л), имеет 2 крупных притока – р. Хоронен и р. Нахта. Из озера вытекает р. Муксун, впадающая в озеро Глубокое. В летнее время температура воды в поверхностных слоях колеблется в пре-

делах 6,5–10,2 °С, а в придонном слое 3,8–9,0 °С. Озеро Собачье является олиготрофным водоёмом, ихтиофауна озера включает около 30 видов (Романов, 2004; Решетников и др., 2010; Заделёнов и др., 2017; Романов и др., 2019), из которых до образования Путоранского заповедника в 1988 году промысловое значение имела только сибирская ряпушка *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848. На сегодняшний день промышленный лов в озере отсутствует (Романов, 2004; Borovikova, Artamonova, 2021).

Особь гольца отлавливались в период с 5 сентября по 25 сентября 2020–2023 гг. по периферии оз. Собачье (рис. 1), глубина в местах лова составляла 0,5–35 м. Лов производился одностенными жаберными сетями с шагом ячеи 50–70 мм, высотой стенки 1,5 метра, длина сетей варьировала от 25 до 50 метров, время экспозиции составляло от 2 до 6 часов, а также мальковым неводом. Общий объём отловленных особей гольца составил 97 шт.

После отлова каждая особь была сфотографирована камерой Canon 600D, далее проводили измерения абсолютной (TL), промысловой (SL) и длины по Смитту (FL) с точ-

ностью до 1 мм, массы тела (W) с помощью электронных весов с точностью до 0,1 г, определяли пол и стадию зрелости по 6-балльной шкале (Кисилевич, 1922), извлекали отоли-ты для дальнейшего определения возраста (Campana, 2001). Хранение отоли-тов осуществляли в 5 мл емкостях с водой до момента обработки. Обработка отоли-тов осуществлялась в 4 этапа: промывка отоли-та в проточной воде; фиксация отоли-та на предметном стекле при помощи эпоксидной смолы Crystal 9; шлифовка отоли-та шлифовальной бумагой разной gritности 600–2500; дифференциация годовичных колец под стереомикроскопом (ЛОМО МСП-1) (Campana, 2001). Качество полученных отоли-тов у 11 особей не позволило корректно определить их возраст.

Для анализа зависимости W от TL использовали степенное уравнение (Froese, 2006) в его логарифмической форме:  $\log^{10}W = \log^{10}a + b \cdot \log^{10}TL$ , где a и b – коэффициенты линейной регрессии. Для оценки взаимосвязи между SL и TL использовали уравнение линейной регрессии.

Для установления принадлежности гольцов к определенным формам/видам был

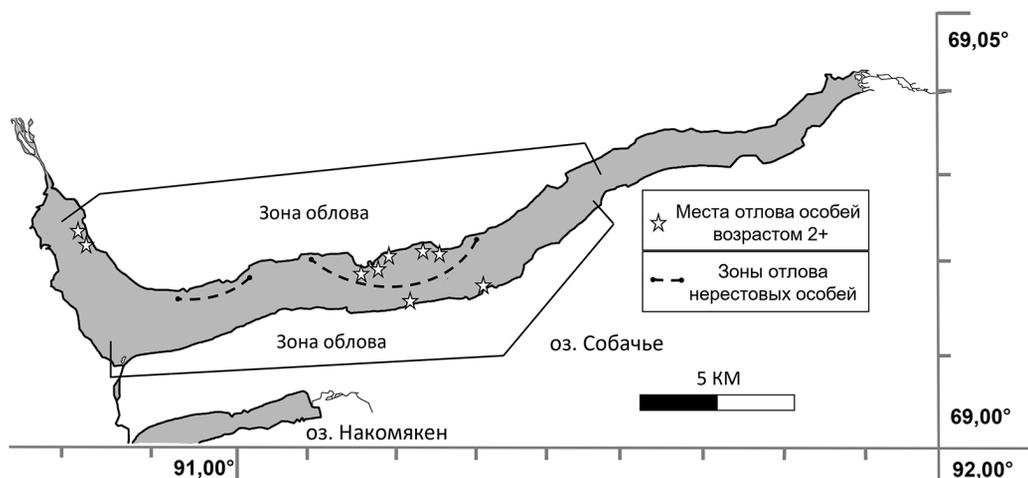


Рис. 1. Карта-схема оз. Собачье

Fig. 1. Lake Sobachye

проведен анализ ряда морфологических признаков, указываемых авторами в качестве диагностических. Согласно диагнозу М.В. Логашова (1940), морфологические отличия гольца Дрягина от боганидской палии заключаются в больших размерах, более высоком теле, более длинной верхнечелюстной кости, большем количестве жаберных тычинок. Отношение длины головы к длине тела также отмечается как важный диагностический признак (Четвертакова и др., 2023).

По фотографиям в программе ImageJ 1.1.1 были измерены длина головы (С), высота тела (Н), длина верхнечелюстной кости (Lmx). Длина верхнечелюстной кости выражена в процентах от длины головы, длина головы и высота тела в процентах от FL.

## Результаты

### Распределение по водоёму

Молодь гольца (возраст 2+ лет) была отмечена в неводных уловах, выставленных исключительно в ночное время, единично по 1–2 особи в разных частях водоёма, преимущественно на глубине 1,5–5 м. В свою очередь, более крупные особи гольцов отлавливались на разных глубинах, количество пойманных гольцов за одну проверку (постановку) сети не превышало 10 особей. Характерной привязки к определенным глубинам, рельефу и другим факторам замечено не было, однако в устьевых участках ручьев мы наблюдали небольшие скопления гольцов и других видов рыб, которые фиксировались как при визуальном наблюдении, так и в уловах. Кроме того, более мелкие особи (до 2 кг) отлавливались преимущественно в прибрежной мелководной зоне, тогда как более крупные особи были отмечены на больших глубинах 10–30 метров.

Совместно с гольцом в уловах были единично отмечены ряпушка *Coregonus sardinella*, сиг *Coregonus lavaretus* Linnaeus

1758, валёк *Prosopium cylindraceum* Pennant 1784, чир *Coregonus nasus* Pallas 1776, налим *Lota lota* Linnaeus 1758, сибирский хариус *Thymallus arcticus* Pallas 1776.

### Морфология

Отловленные особи гольцов, без включения гольца-пучеглазки, имели тунцевидную форму тела, короткий хвостовой стебель и крупную голову с большим ртом, имеющим зубы на челюстях (рис. 2). Окраска особей варьировала от светло-зеленой до темно-зеленой, со светлыми округлыми пятнами по всей длине тела, и светлой брюшной частью. Кроме того, для особей на IV–VI стадиях зрелости была отмечена нерестовая окраска, которая варьировала от ярко красной у самцов, до темно-серой (почти черной) с яркими красными и оранжевыми пятнами у самок, брюшная часть как у самцов, так и у самок имела светло-желтую, розовую или белую окраску. Однако единично встречались самки на IV–V стадии зрелости без выраженной нерестовой окраски. Для самцов в период нереста, кроме характерной окраски, наблюдали появление горба в районе спинного плавника, крюка из верхней и нижней челюсти; и белую окраску первых лучей хвостового, брюшных и грудных плавников как у самцов, так и у самок. Особи в нерестовом окрасе встречались в течение всего периода отлова 5–25 сентября.

Длина головы варьировала в пределах 15,76–27,84 %, в среднем 21,2 %  $\pm$  0,25 (SD). Диапазон Н составлял 18,06–34,48 %, среднее значение 26,1 %  $\pm$  0,37. Длина верхнечелюстной кости изменялась от 43,69 до 66,45 %, в среднем составляла 53,73 %  $\pm$  0,41. Аналогичный показатель по отношению к FL (что используется рядом авторов) составлял в среднем 11,3 %. Все исследованные признаки обладали приближенным к нормальному типом распределения, а также статистически



Рис. 2. Голец в нагульном (А) и нерестовом (Б) окрасе (А: TL = 608 мм, W = 2,9 кг, 9+ лет; Б: TL = 607 мм, W = 2,4 кг, 6+ лет)

Fig. 2. Basic (A) and spawning (B) colouration of char (A: TL = 608 mm, W = 2.9 kg, 9+ years; B: TL = 607 mm, W = 2.4 kg, 6+ years)

значимо ( $p < 0,01$ ) повышались при увеличении линейных размеров особи (рис. 3).

#### *Линейные размеры, масса тела и их взаимосвязь*

Абсолютная длина (TL) у отловленных особей варьировала в пределах 151–912 мм, среднее значение 597 мм, промысловая длина (SL) варьировала в пределах 130–846 мм, среднее значение  $548 \pm 18$  мм (SD). Основную массу рыб в уловах составляли особи в диапазоне TL 500–800 мм (рис. 4). Масса тела (W) варьировала в пределах 25–9800 г, среднее значение составило  $3599 \pm 262$  г (SD) (табл. 1).

Длина и масса исследованных гольцов связаны степенной зависимостью с высокой степенью детерминации ( $R^2 = 0,99$ ). Связь имела аллометрический характер ( $b > 3$ ,  $p < 0,01$ ) (табл. 2).

#### *Размерно-возрастная структура и рост*

При шлифовке отоликов наблюдались достаточно отчетливые зоны, по которым определялся возраст особей (рис. 5). Отмеча-

лось уменьшение ширины зон роста по мере отдаления от первого годового кольца. Краевая зона считалась незаконченной и не идентифицировалась как годовая. Кроме того, для некоторых отоликов была отмечена хрупкость при идентичных условиях хранения, транспортировки и обработки. Однако на качестве определения возраста и дифференциации зон это не сказалось.

Минимальный наблюдаемый возраст составлял 2+ года, максимальный 13+ лет (рис. 6). Наиболее массово представлены особи возраста – 2+, 6+, 7+, 8+ лет (количество особей  $> 10$ ). Стадия зрелости отловленных рыб варьировала от ювенильной до VI. Соотношение самцов и самок по всей выборке составляло 1:1,4.

#### **Обсуждение**

Наиболее частой проблемой, возникающей при изучении гольцов рода *Salvelinus*, является сложность с отнесением изучаемой популяции к конкретному виду или форме. Гольцы из водоемов Таймыра не являются

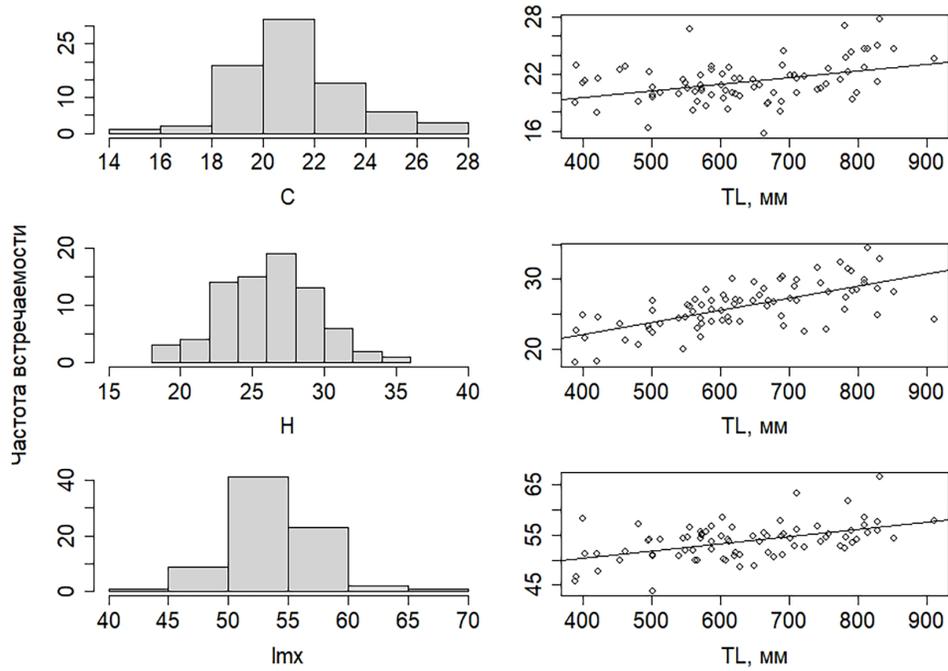


Рис. 3. Морфологические признаки гольца и их зависимость от линейных размеров. С – длина головы (в % от FL), H – высота тела (% от FL), lmx – длина верхнечелюстной кости (в % от C), TL – абсолютная длина тела (мм)

Fig. 3. Morphometric indicators of char and their dependence on total length. C – head length (% of FL); H – body height (% of FL); lmx – maxillary length (% of C); TL – total length (mm)

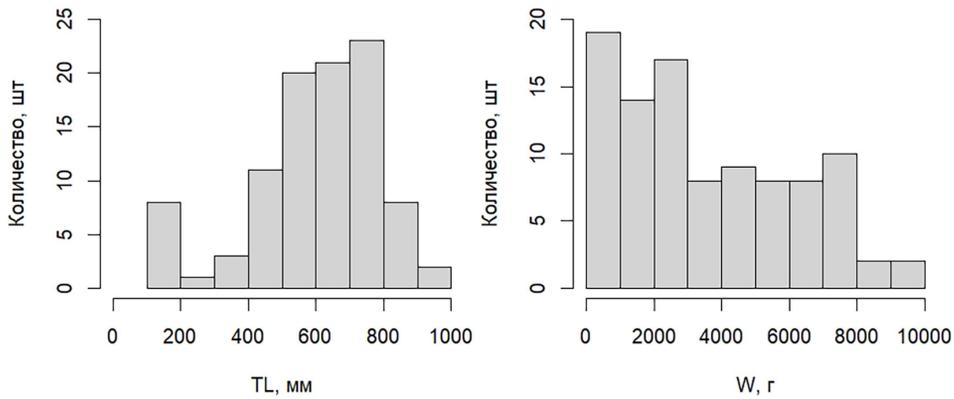


Рис. 4. Распределение абсолютной длины тела (TL, мм) и массы (W, г) в выборке гольца (n=97 особей)

Fig. 4. Total length (TL, mm) and body weight (W, g) distribution in the char sample (n=97)

исключением. Видовые описания гольцов Таймыра, как правило, основаны на ограниченном числе особей из одного водоёма и сопровождаются не всегда исчерпывающим морфологическим диагнозом, что констатиру-

ется во многих публикациях (Романов, 1983; Pavlov, Osinov, 2023; Osinov et al., 2022). Таксоны, дифференцированные по молекулярно-генетическим данным, часто не демонстрируют соответствующих морфологических

Таблица 1. Средняя промысловая длина (SL, мм) и средняя масса (W, г) гольцов в уловах (n=86)

Table 1. Mean standard length (SL, mm) and mean weight (W, g) of char (n=86)

Возраст, г	SL, мм		W, г	
	Среднее	SD	Среднее	SD
2+	158	37	51	35
3+	391	37	768	281
4+	462	88	1559	1003
5+	519	98	2705	1970
6+	618	80	4180	1605
7+	567	78	3145	1684
8+	620	145	4594	2625
9+	682	100	5849	2528
10+	718	91	6207	1716
11+	699	146	6010	3403
12+	748	-	8035	-
13+	724	7	5883	513

Таблица 2. Зависимости между линейными размерами и массой тела

Table 2. Relationships between linear dimensions and body weight

Уравнение	a	CI <sub>95%</sub> a	b	CI <sub>95%</sub> b	R <sup>2</sup>
$W=a \cdot TL^b$	0,003	0,002–0,004	3,32	3,25–3,39	0,99
$SL=a+TL \cdot b$	-0,97	-1,63–(-)0,31	0,93	0,92–0,95	0,99

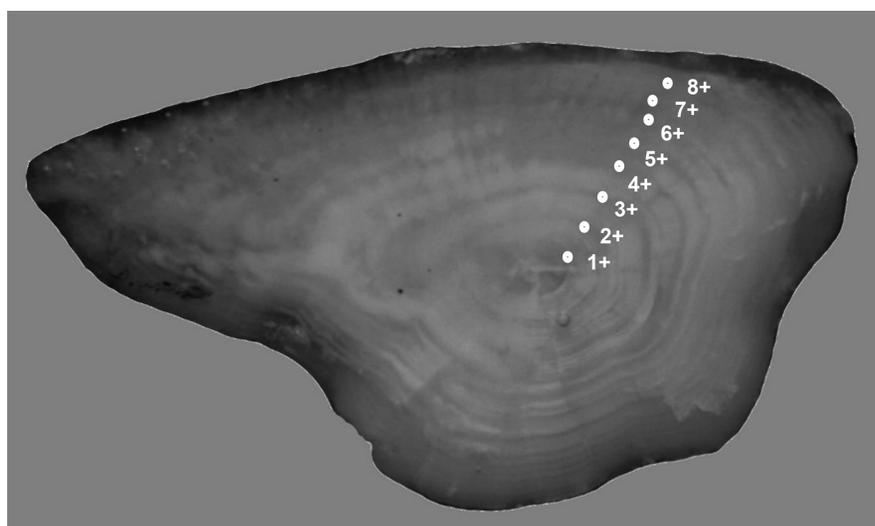


Рис. 5. Отолит гольца возрастом 8+ лет

Fig. 5. Otolith of char aged 8+ years

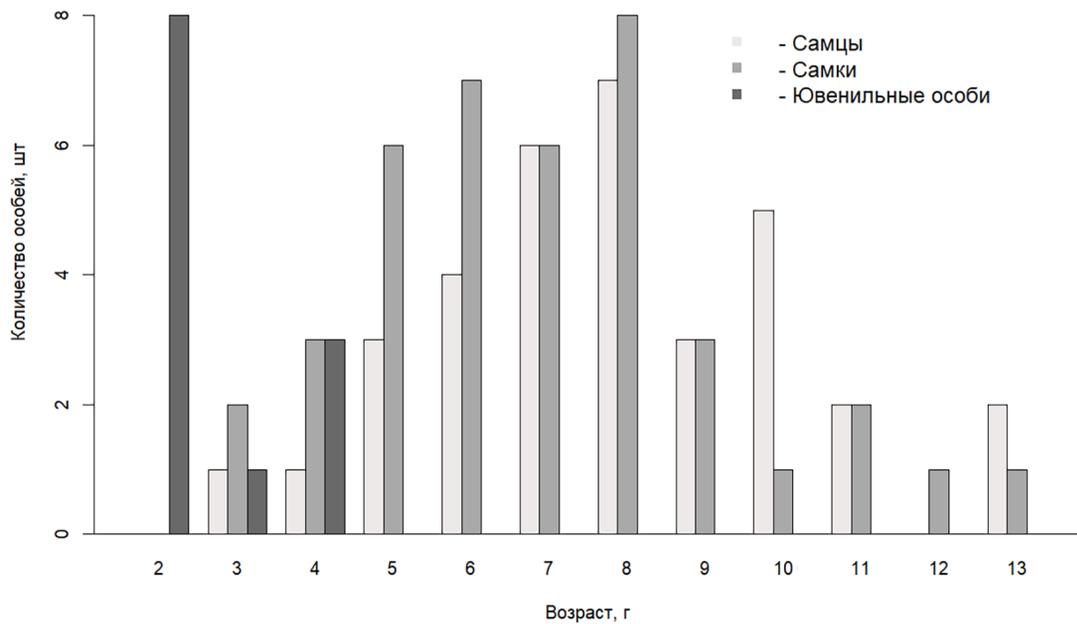


Рис. 6. Распределение самцов, самок и ювенильных особей по возрастам в выборке голецов (n=86)

Fig. 6. Male, female and juvenile distribution by age in the char sample (n=86)

различий (Osinov et al., 2022). Обозначение всех голецов Таймыра комплексным видом – *Salvelinus alpinus* complex не является решением проблемы. Ввиду больших различий в биохимической ценности форм/видов гольца как объектов промысла и перспектив для внедрения в аквакультуру их объединение представляет собой серьезное препятствие для эффективного использования данного биологического ресурса.

На сегодняшний день для озера Собачье принято указывать в составе ихтиофауны три таксона голецов видового уровня: боганидская палия, голец Дрягина и голец-пучеглазка. Дополнительные таксоны уровня «форма» выделены только на основании генетических исследований (Osinov et al., 2022). Из описанных для озер Таймыра видов только голец-пучеглазка четко выделяется по морфологическим критериям, дифференциация остальных вызывает сложности (Романов, 1983).

Для дифференциации голецов Таймыра часто используются такие показатели, как размеры тела, количество жаберных тычинок, длина верхнечелюстной кости. При этом пределы варьирования указанных показателей часто перекрываются у разных форм/видов (Романов, 1983). Согласно диагнозам гольца Дрягина и боганидской палии, приведенным в монографии Л.С. Берга (1948), различие между ними проявляется только по высоте тела. Более высокотелым является голец Дрягина. Особи голецов, отловленные в ходе настоящего исследования, также высокотелые и соответствуют данному виду. Аналогичные величины высоты тела имели и особи гольца, выделенные в работе Ю.С. Никулиной (2016) в группу «крупные голецы». Группа «мелких голецов» по диапазону высоты тела перекрывалась с боганидской палией (Никулина, 2016). Аналогичные различия между крупной и мелкой формой гольца были отмечены и для показателя длины верхнечелюст-

ной кости. Как показывают наши исследования, оба этих показателя сильно подвержены размерной изменчивости (рис. 3), что делает видовую идентификацию мелких особей по данным признакам невозможной. Стоит отметить, что первое описание гольца Дрягина М. В. Логашевым (1940) также было выполнено исключительно на крупных особях (FL = 553–900 мм).

Сведения о распределении гольцов в озере Собачье носят фрагментарный характер и не имеют привязки к определенным частям озера, исключением является наиболее изученный участок – устье р. Хоронен (Pichugin, 2009; Заделёнов и др., 2022a, 2022b, 2022c). В свою очередь, остальная акватория озера малоизученна, а данные о пространственном распределении молоди гольца отсутствуют. Разнообразные особи отлавливались по всему озеру, однако в местах впадения ручьев отмечалась большая плотность крупных половозрелых особей, по сравнению с остальными участками, тогда как более мелкие особи преимущественно отлавливались на мелководных участках 0,5–10 метров по всей акватории озера. Это может быть связано с привнесением ручьями аллохтонной органики, которая привлекает объекты питания гольца. Аналогичная ситуация была отмечена в похожих работах, выполненных на соседних озерах (Лама и Капчук), где наблюдаются зоны повышенного скопления гольцов в устьях ручьев и рек (Лобырев, 2024).

В рамках нашего исследования впервые получены данные о распределении молоди гольцов по акватории озера. Нам удалось отловить особей возрастом 2+. Все особи были отловлены единично при помощи малькового невода, массовые скопления обнаружены не были. Особи были отловлены в прибрежной зоне исключительно в вечернее и ночное время, тогда как более крупные особи отлав-

ливались вне зависимости от времени суток. В связи с этим можно сделать предположение о том, что молодь гольца распределена по озеру неравномерно и движется небольшими группами, выходя в прибрежные участки в вечернее-ночное время. Вероятно, причиной данной миграции является защита от хищников, поскольку в темное время суток гольцы, имеющие криптическую окраску, малозаметны и могут питаться зообентосом в литоральной зоне. Аналогичная ситуация описана для некоторых озерных форм гольцов оз. Короноцкое, где молодь гольцов характеризуется сходным со взрослыми особями образом жизни в дневное время и миграциями на мелководные участки в ночное время (Маркевич и др., 2014). Если принимать во внимание тот факт, что единственное подтвержденное нерестилище в озере Собачье находится на глубине 30 метров (Pichugin, 2009), можно сделать предположение об аналогичном гольцам Короноцкого озера распределении и суточных миграциях молоди гольца Дрягина по акватории озера Собачье.

Гольцы имеющие стадии зрелости V, VI, отлавливались на нескольких участках в средней части озера (рис. 1). Мы наблюдали как особей, готовящихся к нересту, так и особей на стадии выбоа. Другими авторами отмечаются лишь локальные места нереста. Так, в исследованиях Пичугина (Pichugin, 2009) отмечается, что половозрелые, нерестовые особи гольца Дрягина встречаются исключительно на одном локальном участке с глубиной около 30 метров, а для другой неопределенной формы/вида гольца отмечается заход в р. Хоронен. В нашей работе нерестовые гольцы встречались в средней части озера и единично на других участках, где осуществлялся лов (рис. 1). В период нереста, который, по нашим данным, начинается в середине сентября при температуре

воды в озере 4–6 °С, нерестовые гольцы образуют скопления в местах, которые, вероятно, являются нерестилищами. Помимо нереста непосредственно в озере для гольцов отмечают нерестовые миграции в реки для нереста (Pichugin, Chebotareva, 2011). Поиск нерестилищ в ручьях, впадающих в озеро, находящихся в зоне облова, не дал результатов, поскольку ручьи имели естественные препятствия в виде водопадов или ручей уходил в крупные камни, где перемещение и нерест гольцов оказывались невозможными.

Анализ соотношения линейных размеров и массы тела (LWR) является важным инструментом в рыбохозяйственных исследованиях. Показатели LWR могут быть использованы для преобразования уравнений роста длины тела в уравнения роста массы в моделях оценки запасов, оценки биомассы по частотному распределению длин, определения упитанности рыб, а также сравнения морфологических особенностей у популяций, населяющих разные регионы (Moutopoulos, Stergiou, 2002; Froese et al., 2011). Современным ресурсом, где размещается информация по LWR, является база данных FishBase. В настоящее время база содержит информацию по четырем видам гольцов рода *Salvelinus*, из которых только один *Salvelinus alpinus* населяет водоемы севера Красноярского края. Представленные в базе данные по популяции арктического гольца собраны из водоемов Северной Америки и Скандинавии. В качестве показателя линейных размеров часть авторов использовала TL, часть – FL. В случае гольцов, по нашему мнению, это не приводит к расхождению результатов, поскольку хвостовой плавник исследованных рыб обладает очень слабой вырезкой. Это делает TL и FL близкими величинами. У большей части приведенных в базе гольцов коэффициент  $b$  превышал 3, что наблюдалось и в исследованной

нами популяции. Это, как правило, свидетельствует либо об аллометрических изменениях формы тела с возрастом, или об увеличении упитанности. В случае гольцов это, очевидно, связано с увеличением высоты тела у крупных особей.

Гольцы рода *Salvelinus* представляют интерес как объекты холодноводной аквакультуры (Jobling et al., 1993; Четвертакова и др., 2023), что делает актуальным вопросы, связанные с регулированием их вылова в целях рыбоводства. В нормативных документах Росрыболовства гольцы рассматриваются как единая группа, без деления на формы/виды. Согласно приказу Минсельхоза России «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)», средняя навеска производителей гольца по всему Красноярскому краю составляет 1 кг для самок и 0,8 кг для самцов. Однако, по нашим данным, для формы гольца из озера Собачье, которая диагностирована нами как голец Дрягина, средняя масса на стадии зрелости IV–V составляет 6,56 кг для самцов и 4,96 кг для самок, что значительно превышает существующие нормативы. Соответственно, для увеличения эффективности мероприятий по искусственному воспроизводству гольцов в условиях аквакультуры целесообразен пересмотр действующих величин или указание средних навесок для каждой из форм/видов гольцов, населяющих север Красноярского края.

### Заключение

Потребности современной аквакультуры в расширении спектра выращиваемых видов рыб и активное освоение ресурсов Арктики

вызывают большой интерес к гольцам рода *Salvelinus*. В целях внедрения разных форм гольца в аквакультуру, равно как и для разработки программ их охраны и мониторинга, отнесение всех гольцов полуострова Таймыр к сборному виду *Salvelinus alpinus* complex уже не выглядит достаточным. Однако с момента первых описаний гольцов Таймыра по-прежнему существует проблема их полевой идентификации и приведения систематики к единой схеме. Причинами данной проблемы, помимо высокой пластичности рыб этой группы, являются относительно небольшие выборки, часто не включающие неполовозрелых особей, ограниченный период сбора полевого материала, отсутствие синхронности в морфологических и генетических исследованиях.

Результаты нашего исследования вносят новую информацию о строении отолитов, росте и распределении гольцов разных возрастных групп по акватории озера. Однако они также не дают однозначного заключения о видовой принадлежности изученных особей. Согласно предельным размерам, ско-

рости роста и некоторым морфологическим признакам, исследованные нами гольцы отнесены к виду голец Дрягина. Вместе с тем морфологические индексы подвержены сильной размерной изменчивости, а показатели роста не могут использоваться в качестве единственного диагностического критерия вида. Таким образом, решение данной проблемы требует применения новых подходов.

Одним из таких подходов может стать выращивание разных форм гольцов в условиях аквакультуры. Это, с одной стороны, значительно повысит объёмы анализируемых выборок, а с другой – позволит оценить, насколько показатели, указываемые как видоспецифичные, стабильны в условиях искусственного выращивания. Стимулом к решению проблемы также может быть использование в нормативных документах Росрыболовства величин, дифференцированных по конкретным видам или формам гольцов. По результатам нашей работы мы вносим предложение об использовании дифференцированной навески производителей для разных форм и видов гольцов из водоёмов Красноярского края.

### Список литературы / References

Берг Л. С. (1948) *Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Часть I*. Москва, Издательство АН СССР, 467 с. [Berg L. S. (1948) *Freshwater fish of the USSR and neighbouring countries. Part I*. Moscow, AS USSR, 467 p. (in Russian)]

Богданов А. Л. (1985) История изучения, морфометрия и гидрология озер. *География озер Таймыра*. Ленинград, Наука, с. 184–193 [Bogdanov A. L. (1985) Lakes: a history of studies, their morphometry and hydrology. *Geography of Taymyr lakes*. Leningrad, Nauka, p. 184–193 (in Russian)]

Вершинин Н. В. (1963) Норильские озера и их донная фауна. *Гидробиологические работы на водоемах Советского Союза*. Москва, Издательство АН СССР, с. 63–72 [Vershinin N. V. (1963) Norilsk lakes and their benthic fauna. *Hydrobiological studies of water bodies in the Soviet Union*. Moscow, AS USSR, p. 63–72 (in Russian)]

Заделёнов В. А., Дубовская О. П., Бажина Л. В., Глущенко Л. А., Исаева И. Г., Клеуш В. О., Семенченко К. А., Матасов В. В., Шадрин Е. Н. (2017) Новые сведения о биоте некоторых озер западной части плато Путорана. *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*, 10(1): 87–105 [Zadelenov V. A., Dubovskaya O. P., Bazhina L. V., Glushchenko L. A., Isaeva I. G., Kleush V. O., Semenchenko K. A., Matasov V. V., Shadrin E. N. (2017) New data on biota of some lakes

in the western part of the Putorana Plateau. *Journal of Siberian Federal University. Biology* [Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya], 10(1): 87–105 (in Russian)]

Заделёнов В. А., Четвертакова Е. В., Тимошкина О. А., Алексеева Е. А. (2022а) Демографические характеристики боганидской палии *Salvelinus Boganidae* оз. Собачье (плато Путорана). *Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, 24–26 мая 2022 г., Красноярск*. Красноярск, Красноярский государственный аграрный университет, с. 356–361 [Zadelenov V. A., Chetvertakova E. V., Timoshkina O. A., Alekseeva E. A. (2022a) *Salvelinus Boganidae* lake Sobachie (Putorana Plateau): age, growth, demographic parameters. *Sustainable development of the Agro-Industrial Complex in the modern context. Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of Krasnoyarsk State Agrarian University, May 24–26, 2022, Krasnoyarsk*. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University, p. 356–361 (in Russian)]

Заделёнов В. А., Четвертакова Е. В., Тимошкина О. А., Логачева О. А. (2022b) Пресноводные гольцы (род *Salvelinus*) полуострова Таймыр: голец Дрягина. *Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию создания ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, 24–26 мая 2022 г., Красноярск*. Красноярск, Красноярский государственный аграрный университет, с. 353–356 [Zadelenov V. A., Chetvertakova E. V., Timoshkina O. A., Logacheva O. A. (2022b) Freshwater char (genus *Salvelinus*) of the Taimyr Peninsula: Dryagin char. *Sustainable development of the Agro-Industrial Complex in the modern context. Materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Krasnoyarsk State Agrarian University, May 24–26, 2022, Krasnoyarsk*. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University, p. 353–356 (in Russian)]

Заделёнов В. А., Четвертакова Е. В., Алексеева Е. А., Тимошкина О. А., Логачева О. А. (2022с) Голец Дрягина *Salvelinus drjagini* Logashev озера Собачьего (плато Путорана). *Рыбоводство и рыбное хозяйство*, 16(10): 661–672 [Zadelenov V. A., Chetvertakova E. V., Alekseeva E. A., Timoshkina O. A., Logacheva O. A. (2022c) Dryagin's char *Salvelinus drjagini* Logashev Sobachye Lake (Putorana Plateau). *Fish Breeding and Fisheries* [Rybovodstvo i rybnoe khozyaistvo], 16(10): 661–672 (in Russian)]

Кисилевич К. А. (1922) *Инструкция для биологических наблюдений на наблюдательных пунктах Астраханской Ихтиологической лаборатории. С приложением таблиц для определения рыб, встречающихся в Волго-Каспийском районе*. Астрахань, Издание Астраханской Ихтиологической лаборатории Главрыбы, 64 с. [Kisilevich K. A. (1922) *A manual for biological observation at Astrakhan Ichthyological Laboratory stations. Identification keys for fishes in the Volga-Caspian Region included*. Astrakhan, Published by Glavryba Astrakhan Ichthyological Laboratory, 64 p. (in Russian)]

Лобырев Ф. С. (2024) Плотность и биомасса арктических гольцов *Salvelinus alpinus* (L.) complex (Salmoniformes, Salmonidae) из двух олиготрофных озер на участках, различных по кормности. *Вестник Томского государственного университета. Биология*, 65: 92–110 [Lobyrev F. S. (2024) Density and biomass of Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) complex (Salmoniformes, Salmonidae) from the two oligotrophic lakes at biotopes with different trophic

levels. *Tomsk State University Journal of Biology* [Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya], 65: 92–110 (in Russian)]

Логашев М. В. (1940) Озеро Мелкое и его рыбохозяйственное использование. *Труды института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. Серия промысловое хозяйство. Вып. 11*. Ленинград, Москва, Издательство Главсевморпути, с. 7–72 [Logashev M. V. (1940) Lake Melkoe and its commercial use. *Transactions of the Institute of Polar Agriculture, Animal Husbandry and Fishing and Hunting Industry. Series "The Hunting and Fishing Industry". Issue 11*. Leningrad, Moscow, The Chief Administration of the Northern Sea Route Editors, p. 7–72 (in Russian)]

Маркевич Г. Н., Анисимова Л. А., Салтыкова Е. А., Бочарова Е. С., Бусарова О. Ю., Есин Е. В., Кнудсен Р. (2014) Разнообразие и особенности биологии эндемичных форм гольца *Salvelinus malma* из бассейна оз. Кроноцкого (Восточная Камчатка). *Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Тезисы докладов XV международной научной конференции, посвященной 80-летию со дня основания Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника*. Петропавловск-Камчатский, Камчатпресс, с. 325–329 [Markevich G. N., Anisimova L. A., Saltikova E. A., Bocharova E. S., Busarova O. Y., Esin E. V., Knudsen R. (2014) Diversity and the life cycle of the endemic morphs of Dolly Varden *Salvelinus malma* from the Kronotskoe lake watershed (eastern Kamchatka). *Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters. Abstracts of the XV international science conference, dedicated to the 80th anniversary of Kronotsky State Reserve*. Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatpress, p. 325–329 (in Russian)]

Мина М. В. (1986) *Микроэволюция рыб. Эволюционные аспекты фенетического разнообразия*. Москва, Наука, 206 с. [Mina M. V. (1986) *Microevolution of fish. Evolutionary aspects of phenetic diversity*. Moscow, Nauka, 206 p. (in Russian)]

Никулина Ю. С. (2016) *Особенности фауны лососеобразных рыб озер Собачье и Кутарамакан (плато Путорана)*. Магистерская диссертация по направлению подготовки: 06.04.01-Биология. Томск, 86 с. [Nikulina Y. S. (2016) *Specifics of the salmonid fauna in Lakes Sobachye and Kutaramakan (Putorana plateau)*. Master's thesis: 06.04.01-Biology. Tomsk, 86 p. (in Russian)]

Павлов С. Д., Савvaitова К. А., Максимов В. А. (1994) О взаимоотношениях симпатрических группировок арктических гольцов в озере Собачье (Норило-Пясинская водная система). *Систематика, биология и биотехника разведения лососевых рыб. Материалы пятого Всероссийского совещания*. СПб, Издательство ГосНИОРХ, с. 148–151 [Pavlov S. D., Savvaitova K. A., Maksimov V. A. (1994) Relationships between sympatric groups of Arctic char in Lake Sobachye (Norilo-Pyasinskaya water system). *Systematics, biology and breeding of salmonids. Proceedings of 5<sup>th</sup> All-Russian Meeting*. St. Petersburg, GosNIORKH, p. 148–151 (in Russian)]

Пармузин Ю. П. (1981) Геологическое строение и история плато Путорана. *История больших озер центральной Субарктики*. Новосибирск, Наука, с. 4–8 [Parmuzin Yu. P. (1981) Geological structure and history of the Putorana Plateau. *The history of large lakes in Central Subarctic*. Novosibirsk, Nauka, p. 4–8 (in Russian)]

Решетников Ю. С., Попова О. А., Соколов Л. И., Цепкин Е. А., Сиделева В. Г., Дорофеева Е. А., Черешнев И. А., Москалькова К. И., Дгебуадзе Ю. Ю., Королёв В. В., Рубан Г. И. (2010) *Рыбы в заповедниках России. Том 1. Пресноводные рыбы*. Решетников Ю. С. (ред.) Москва, Товарищество научных изданий КМК, 627 с. [Reshetnikov Yu. S., Popova O. A., Sokolov L. I., Tsepkin E. A., Sideleva V. G., Dorofeeva E. A., Chereshevnev I. A., Moskalkova K. I., Dgebuadze Yu. Yu., Korolev V. V.,

Ruban G. I. (2010) *Fish in nature reserves of Russia. Volume 1. Freshwater fishes*. Reshetnikov Yu. S. (Ed.) Moscow, KMK Scientific Press LTD, 627 p. (in Russian)]

Романов В. И. (1983) Экологическая структура гольцов (р. *Salvelinus*) Хантайского озера. *Вопросы географии Сибири. Выпуск 14*. Томск, Издательство Томского университета, с. 73–88 [Romanov V. I. (1983) Ecological structure of char (g. *Salvelinus*) in Lake Khantayskoye. *Problems of Siberian geography. Issue 14*. Tomsk, Tomsk University, p. 73–88 (in Russian)]

Романов В. И. (2004) Ихтиофауна плато Путорана. *Фауна позвоночных животных плато Путорана*. Москва, с. 29–89 [Romanov V. I. (2004) Ichthyofauna of the Putorana Plateau. *Vertebrate fauna of the Putorana Plateau*. Moscow, p. 29–89 (in Russian)]

Романов В. И., Поляева К. В., Никулина Ю. С. (2019) Морфологические особенности и эндопаразитофауна некоторых сиговых и хариусовых рыб в восточной части озера Соба́чье (плато Путорана). *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*, 12(4): 410–429 [Romanov V. I., Polyayeva K. V., Nikulina Yu. S. (2019) Morphological features and endoparasite fauna of some whitefishes and grayling fishes from the eastern part of Lake Sobachye (the Putorana Plateau). *Journal of Siberian Federal University. Biology* [Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya], 12(4): 410–429 (in Russian)]

Рудковский А. И., Бочарова Т. А. (2007) Инвазии промысловых рыб озера Соба́чье на юге Таймыра. *Ихтиологические исследования на внутренних водоемах*. Саранск, Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, с. 131–133 [Rudkovsky A. I., Vocharova T. A. (2007) Invasions of commercial fish in Lake Sobachye in the south of Taymyr. *Ichthyological studies of inland waters*. Saransk, Ogarev Mordovia State University, p. 131–133 (in Russian)]

Савваитова К. А. (1989) *Арктические гольцы: (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования)*. Москва, Агропромиздат, 224 с. [Savvaitova K. A. (1989) *Arctic char: structure of population systems, prospects for economic use*. Moscow, Agropromizdat, 224 p. (in Russian)]

Четвертакова Е. В., Алексеева Е. А., Заделенов В. А. (2023) Характеристика некоторых размерно-весовых показателей гольца Дрягина *Salvelinus drjagini* Logashev. *Научно-практические аспекты развития АПК. Материалы национальной научной конференции, Красноярск, 18 ноября 2022 года*. Красноярск, Красноярский государственный аграрный университет, с. 127–129 [Chetvertakova E. V., Alekseeva E. A., Zadelenov V. A. (2023) Characteristics of some size and weight indicators of the Dryagin char *Salvelinus drjagini* Logashev. *Scientific and practical aspects of Agro-Industrial Complex development. Proceedings of the national science conference, Krasnoyarsk, November 18, 2022*. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University, p. 127–129 (in Russian)]

Alekseyev S. S., Samusenok V. P., Yur'ev A. L., Matveev A. N., Pichugin M. Yu., Khlystov V. S., Korostelev N. B., Misharina E. A. (2021) Morphological and ecological differentiation of sympatric forms of Arctic charr *Salvelinus alpinus* (Salmonidae) in Lake Tokko (northern Transbaikalia). *Journal of Ichthyology*, 61(1): 109–129

Borovikova E. A., Artamonova V. S. (2021) Vendace (*Coregonus albula*) and least cisco (*Coregonus sardinella*) are a single species: evidence from revised data on mitochondrial and nuclear DNA polymorphism. *Hydrobiologia*, 848(18): 4241–4262

Campana S. E. (2001) Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59(2): 197–242

- Froese R. (2006) Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4): 241–253
- Froese R., Tsikliras A. C., Stergiou K. I. (2011) Editorial note on weight–length relations of fishes. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 41(4): 261–263
- Gladyshev M. I., Glushchenko L. A., Makhutova O. N., Rudchenko A. E., Shulepina S. P., Dubovskaya O. P., Zuev I. V., Kolmakov V. I., Sushchik N. N. (2018) Comparative analysis of content of omega-3 polyunsaturated fatty acids in food and muscle tissue of fish from aquaculture and natural habitats. *Contemporary Problems of Ecology*, 11(3): 297–308
- Jobling M., Jørgensen E. H., Arnesen A. M., Ringø E. (1993) Feeding, growth and environmental requirements of Arctic charr: a review of aquaculture potential. *Aquaculture International*, 1(1): 20–46
- Moutopoulos D. K., Stergiou K. I. (2002) Length–weight and length–length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18(3): 200–203
- Osinov A. G., Volkov A. A., Pavlov D. A. (2022) Secondary contact, hybridization, and diversification in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.) species complex) from lakes of the Norilo-Pyasinskaya water system, Taimyr: how many forms exist there? *Hydrobiologia*, 849(11): 2521–2547
- Pavlov D. A., Osinov A. G. (2023) Differentiation of Arctic charr *Salvelinus alpinus* complex (Salmonidae) in lakes Lama and Kapchuk (Taimyr) based on genetic analysis, external morphology, and otolith shape. *Journal of Ichthyology*, 63(1): 22–40
- Pichugin M. Y. (2009) The development of an artificial hybrid and revealing elements of reproductive isolation between sympatric forms of Dryagin's char and *Salvelinus alpinus* complex (Salmonidae) from Sobachye Mountain Lake (Taimyr). *Journal of Ichthyology*, 49(3): 236–248
- Pichugin M. Y., Chebotareva Y. V. (2011) Patterns of development of the coldwater lacustrine-riverine form of the Drjagin charr (genus *Salvelinus*) from Lake Lama (the Taimyr Peninsula) during the larval period. *Journal of Ichthyology*, 51(3): 248–262