

УДК 639.2.053.7:639.3.03–639.3.07

Л.Л. Хованская, Е.А. Рябуха*

Магаданский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,
685000, г. Магадан, ул. Портовая, 36/10

БИОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОДИ КИЖУЧА *ONCORHYNCHUS KISUTCH* ИСКУССТВЕННОГО И ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Рассмотрены результаты биолого-физиологического обследования молоди кижуча искусственного происхождения, выращиваемой на рыбоводных заводах Магаданской области, а также молоди кижуча природного происхождения основных рек северной части материкового побережья Охотского моря. Представлен сравнительный анализ биологических и морфофизиологических показателей молоди кижуча искусственного происхождения, выращенной в условиях разных лососевых рыбоводных заводов Магаданской области, а также приведен в динамике сравнительный анализ биологических и гематологических показателей молоди кижуча природного происхождения, отловленной в разных реках северной части материкового побережья Охотского моря. Изучены зависимости длины, массы тела, упитанности природной молоди кижуча от температуры водной среды.

Ключевые слова: молодь кижуча искусственного и природного происхождения, сеголетки, биолого-морфофизиологические, гематологические показатели.

DOI: 10.26428/1606-9919-2018-195-61-73.

Khovanskaya L.L., Ryabukha E.A. Bio-physiological characteristics for juvenile coho salmon *Oncorhynchus kisutch* of artificial and natural origin // Izv. TINRO. — 2018. — Vol. 195. — P. 61–73.

Results of biological and physiological surveys of juvenile coho salmon from hatcheries of Magadan Region (artificial origin) and from the main rivers of the northern Okhotsk Sea coast (natural origin) are presented. Biological and morpho-physiological indices of coho fry are compared between different salmon hatcheries and different rivers. Hematological indices for the fish of natural origin are considered in dynamics. Positive effect of the higher water temperature and longer growing in artificial conditions on length, body weight, fatness, feeding intensity and morpho-physiological indices of internal organs (liver, intestines) is detected for the coho fry; effect of the water temperature on length and weight of coho salmon in natural conditions is also positive. There is concluded that the coho salmon growing from the larvae under relatively high and stable temperature (4–5 °C) can provide the weight of fry over 0.6 g no later than middle July. If coho salmon is cultivated in conditions of low temperature (0.8–1.0 °C), the short-term growing before release (2.0–2.5 months) under a higher temperature (> 5°) is recommended to improve its fry quality, possibly in the nursery

* Хованская Лариса Леонидовна, кандидат биологических наук, ученый секретарь, e-mail: us@magadanniro.ru, nerka61@mail.ru; Рябуха Евгения Александровна, младший научный сотрудник, e-mail: jenny.888@mail.ru.

Khovanskaya Larisa L., Ph.D., science secretary, e-mail: us@magadanniro.ru, nerka61@mail.ru; Ryabukha Eugenia A., junior researcher, e-mail: jenny.888@mail.ru.

ponds equipped in natural reservoirs — in this case, the juveniles with the weight over 1.0 g could be produced in late August. Hematological indices are measured for different age groups of coho salmon from several rivers. Their dependence on the water temperature was not determined because of high variety of physiological state. However, a significant deviation to decrease from the normal values was detected for the red cell count and hemoglobin content in blood of the coho juveniles caught from the Taiu River in 2018, obviously reasoned by their younger age and lower size and weight. The juveniles caught from the Yana River in 2016 had no significant deviations from the normal values, except of the hematocrit value that indicated stable conditions of their habitat and normal age structure. The hematological indices (hemoglobin content and red cell count) of coho juveniles caught from the Taiu River in 2013 and 2014 corresponded to the end of downstream migration. Increasing of hematological indices with age of juveniles is found for coho salmon of natural origin living in favorable environments (favorable water temperature, good food supply).

Key words: coho salmon, artificial reproduction, juvenile, morpho-physiological indices, hematological indices.

Введение

Магаданская область — один из основных ареалов обитания ценного вида тихоокеанских лососей — кижуча *Oncorhynchus kisutch*. Этот вид лососей широко используется как при промышленном осуществлении рыболовства, так и в спортивном и любительском рыболовстве.

В целях предотвращения негативных последствий антропогенного влияния на стада тихоокеанских лососей в Магаданской области осуществляется лососеводство.

Искусственное воспроизводство кижуча в этом регионе положено с начала строительства рыбоводных заводов (с 1984 г.). В общих выпусках лососевой молоди кижуч составляет порядка 5 %. В отдельные годы последнего десятилетия (2010–2018 гг.) объемы выпуска молоди кижуча со всех лососевых рыбоводных заводов Магаданской области достигают 4–5 млн экз. В этот же период выпуск заводской молоди кижуча в основном осуществляется в возрасте сеголетки, тогда как в конце 90-х гг. прошлого века — 1-м десятилетии 21-го века молодь кижуча выпускали в основном в возрасте двухлетки.

Изучению биолого-физиологического состояния заводской молоди кижуча в различных условиях рыбоводных заводов Магаданской области посвящено немало научных публикаций (Хованский, 1994, 2004; Хованская, 1995, 2008, 2009; Сафро-ненко, Хованская, 2006). Однако этого недостаточно для того, чтобы определиться с биолого-физиологической нормой качественного состояния заводской молоди кижуча. По настоящее время нет четкого понимания, какого качества заводскую молодь кижуча необходимо выпускать в естественную среду. Для этого нужны систематические исследования — мониторинг качественных показателей и ее выживаемости в различных условиях рыбоводных заводов.

Актуальность проблемы заключается еще и в том, что, несмотря на длительный период работы ЛРЗ, выпускаемая молодь кижуча до сих пор не дает стабильно высоких промысловых возвратов, а в базовых реках Магаданской области, на которых расположены ЛРЗ, так и не создано мощных маточных заводских стад. Численность вернувшихся в базовые реки взрослых лососей заводского происхождения остается на довольно низком уровне и весьма нестабильна.

С этой точки зрения не менее важным решением установления нормативного качества молоди искусственного происхождения, выращиваемой на рыбоводных заводах Магаданской области, как раз могут стать исследования биолого-физиологического состояния природной молоди, изучение показателей в динамике лет наблюдений, выявление зависимостей исследуемых показателей по отношению к среде их обитания. В этом случае возможно привлечение полученных данных для сравнительного анализа с молодь искусственного происхождения.

Цель настоящей работы — представить биолого-морфофизиологические характеристики молоди кижуча искусственного происхождения в возрасте сеголетки, а также биолого-физиологические характеристики молоди кижуча природного происхождения,

отловленной в разных реках северной части материкового побережья Охотского моря, в динамике годов наблюдений.

Материалы и методы

Сбор проб для оценки биолого-физиологического состояния заводской молоди кижуча (поколения 2017 г.) осуществлялся в 2018 г. на трех лососевых рыбоводных заводах Магаданской области — Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе (Ольской ЭПАБ), а также Арманском и Янском лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) в период с 3-й декады июня по 4-ю декаду августа. Обследованию подвергали заводскую молодь в возрасте сеголетки.

На биолого-морфофизиологический анализ было отобрано 200 экз. заводской молоди кижуча из выростных бассейнов Ольской ЭПАБ, Янского и Арманского ЛРЗ.

Сбор материала по природной молоди кижуча осуществлялся в основных реках Тауйской губы Охотского моря — Ола, Тауй и Яна, две из которых — базовые реки рыбоводных заводов (реки Ола и Яна) в период с 2012 по 2018 г. При этом отлов молоди кижуча проводили в 1–4-й декадах июня. Возраст природной молоди не определялся. Общее количество обследованной природной молоди кижуча составило 72 экз.

Биолого-физиологическое состояние молоди кижуча искусственного и природного происхождения оценивали по комплексу показателей: размерно-массовым (Правдин, 1966), гематологическим (Остроумова, 1957, 1964; Канидьев, 1966, 1967, 1970; Глаголева, 1981; Иванова, 1983; Лабораторный практикум..., 1983).

Кроме того, проводили оценку морфофизиологического состояния молоди кижуча искусственного происхождения, используя метод морфофизиологических индикаторов — индексов внутренних органов: сердца, печени, желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Индексы внутренних органов рассчитывали по отношению массы органа к общей массе тела рыбы (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972; Хрусталева и др., 2012).

Интенсивность питания заводской молоди определяли по общему индексу наполнения ЖКТ и количеству питающихся особей в пробе (Руководство..., 1986).

Для оценки общего биологического состояния молоди лососей использовали следующие показатели: длину тела по Смитту и массу тела рыбы, коэффициент упитанности по Фультону (Правдин, 1966).

Гематологическое обследование состояло из определения общего количества эритроцитов (млн шт. в 1 мкл крови), гемоглобина (г/л) и величины гематокрита (%).

В целях сравнительного анализа гематологических показателей природной молоди кижуча р. Яна в 2016 г. со среднемноголетними показателями природной молоди, выловленной в данной реке, привлечены данные 2008, 2009, 2013 и 2014 гг. Аналогично для сравнительного анализа гематологических показателей природной молоди кижуча р. Тауй в 2018 г. со среднемноголетними показателями природной молоди, выловленной в данной реке, привлечены данные 2008, 2010–2014 гг.

Количество эритроцитов оценивали пробирочным методом с помощью камеры Горяева и иммерсионного микроскопа «Leica», используя лабораторный счетчик СЛ-1. Соотношение объема эритроцитов к общему объему крови (гематокрит) находили центрифугированием гепаринизированных капилляров с кровью в гематокритной микроцентрифуге МГ-6-02.

Содержание общего гемоглобина определяли с помощью фотоэлектрического гемоглобинометра «Минигем-523». Содержание гемоглобина в одном эритроците (СГЭ) определяли по формуле Гительсона, Терскова (1956):

$$\text{СГЭ} = \frac{\text{Гемоглобин г\%}}{\text{Число миллионов эритроцитов в } 1 \text{ мм}^3} \times 10 \text{ мкмкг/эритроцит.}$$

Статистическая обработка собранного материала была проведена по общепринятым в ихтиологических исследованиях методам (Рокицкий, 1961; Лакин, 1980). При статистической обработке материала использовали пакеты прикладных программ Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение

Биолого-морфофизиологическая характеристика молоди кижуча искусственного происхождения (поколение 2017 г.)

Как видно из данных табл. 1, молодь кижуча на разных рыбоводных заводах содержалась в различных условиях (разных рыбоводных бассейнах, а также температурных режимах). Так, на Ольской ЭПАБ ее содержали в круговых бассейнах при температуре воды от 2,0 до 6,1 °С; на Арманском ЛРЗ молодь кижуча сначала также содержалась в круговых бассейнах, но при меньшей температуре воды — от 1,4 до 4,8 °С. Затем ее подращивание осуществлялось в естественном выростном пруду при температуре воды (с постепенным повышением) от 5,1 до 12,5 °С. На Янском ЛРЗ молодь кижуча содержалась в прямоугольных бассейнах в течение всего периода подращивания при относительно постоянной температуре воды от 4,2 до 5,1 °С.

Таблица 1

Биолого-морфофизиологические показатели молоди кижуча (поколение 2017 г., возраст 0+), выращенной на ЛРЗ Магаданской области, июнь-август 2018 г.

Table 1

Biological and morpho-physiological indices of coho juveniles grown in artificial hatcheries of Magadan Region in June-August, 2018 (year-class of 2017, age 0+)

Показатель	Ольская ЭПАБ	Арманский ЛРЗ		Янский ЛРЗ
Происхождение	Р. Ола	Р. Армань		Р. Яна
Дата отбора проб молоди на анализ	27.06.2018 г.	12.07.2018 г.	24.08.2018 г.	12.07.2018 г.
Температура воды на дату обследования, °С	6,1	4,8	12,5	5,1
Место содержания	Круговые бассейны PR/3.9 в цехе-питомнике	Круговые бассейны PR/3.9 в цехе-питомнике	Естественный выростной пруд	Прямоугольные бассейны в цехе-питомнике
Длина тела АС, мм	$30,7 \pm 0,3$ 26,0–34,0	$30,0 \pm 0,2^*$ 27,0–35,0	$43,9 \pm 0,7$ 34,0–57,0	$37,6 \pm 0,6$ 30,0–50,0
Масса тела, г	$0,195 \pm 0,005^*$ 0,116–0,258	$0,224 \pm 0,011^*$ 0,118–0,457	$1,192 \pm 0,065$ 0,499–2,801	$0,672 \pm 0,037$ 0,278–1,618
Коэффициент упитанности по Фультону	$1,00 \pm 0,01$ 0,84–1,38	$1,16 \pm 0,04^*$ 0,75–1,82	$1,90 \pm 0,03$ 1,37–2,73	$1,85 \pm 0,02$ 1,56–2,16
Количество особей с желточным мешком, %	98,0	78,0	10,4	0
Относительная масса желтка, %	$0,78 \pm 0,15$ 0,00–4,23	$0,38 \pm 0,10$ 0,00–3,57	$0,03 \pm 0,02^*$ 0,00–0,72	0
Индекс сердца, %	$0,20 \pm 0,01$ 0,10–0,34	$0,22 \pm 0,01$ 0,10–0,41	$0,19 \pm 0,01^{**}$ 0,12–0,26	$0,18 \pm 0,01$ 0,10–0,29
Индекс печени, %	$0,60 \pm 0,03^*$ 0,26–1,07	$0,84 \pm 0,03^*$ 0,31–1,25	$1,64 \pm 0,04$ 1,09–2,76	$1,28 \pm 0,05$ 0,81–1,94
Индекс ЖКТ, %	$3,61 \pm 0,10^*$ 1,58–5,83	$4,44 \pm 0,17^*$ 2,59–8,40	$6,32 \pm 0,17$ 1,51–8,67	$6,87 \pm 0,16$ 3,45–9,43
Индекс наполнения ЖКТ, ‰	0	$95,7 \pm 19,2^*$ 0,0–620,3	$559,6 \pm 28,9$ 213,3–912,5	$109,3 \pm 13,2$ 0,0–414,6
Кол-во особей с пищевым комком, %	0	50	100	76

Примечание. Отличия достоверны при * $p < 0,001$, ** $p < 0,05$.

В конце 3-й декады июня 2018 г. (27.06.2018 г.) средняя длина тела сеголеток кижуча, выращенных в условиях Ольской ЭПАБ, составила $30,7 \pm 0,3$ мм (при вариации показателя от 26,0 до 34,0 мм), а средняя масса тела — $0,195 \pm 0,005$ г (при вариации показателя от 0,116 до 0,258 г). Коэффициент упитанности по Фультону составил $1,00 \pm 0,01$. Почти у всех особей в выборке (98 %) отмечали остатки желточ-

ного мешка. В среднем его относительная масса составила $0,78 \pm 0,15$ % при вариации показателя от 0 до 4,2 %. Сеголетки кижуча на дату обследования еще не перешли на активное экзогенное питание (табл. 1).

В начале 2-й декады июля 2018 г. (12.07.2018 г.) средняя длина тела сеголеток кижуча, выращенных на Арманском ЛРЗ, составила $30,0 \pm 0,2$ мм (при вариации показателя от 27,0 до 35,0 мм), средняя масса тела — $0,224 \pm 0,011$ г (при вариации показателя от 0,118 до 0,457 г). Коэффициент упитанности по Фультону составил $1,16 \pm 0,04$. У основной доли рыб в выборке (78 %) был обнаружен желточный мешок, относительная масса которого в среднем составляла $0,38 \pm 0,10$ % (при вариации показателя от 0 до 3,6 %). У 50 % молоди в выборке был обнаружен пищевой комок.

Дальнейшее подращивание молоди кижуча в естественном выростном пруду Арманского ЛРЗ в течение 43 дней (с 12.07 по 24.08.2018 г.) привело к линейному и весовому приросту тела, средняя длина тела увеличилась в 1,5 раза — с $30,0 \pm 0,2$ до $43,9 \pm 0,7$ мм (отличия достоверны при $p < 0,001$), а масса тела увеличилась в 5,3 раза — с $0,224 \pm 0,011$ до $1,192 \pm 0,065$ г (отличия достоверны при $p < 0,001$) (табл. 1). Также увеличился коэффициент упитанности по Фультону с $1,16 \pm 0,04$ до $1,90 \pm 0,03$ (отличия достоверны при $p < 0,001$). Доля особей с желточным мешком в июне составила 78 %.

Следует отметить, что в течение 43 дней подращивания в пруду у молоди кижуча произошла значительная резорбция желточного мешка. Его относительная масса в конце 3-й декады августа снизилась с $0,38 \pm 0,10$ до $0,03 \pm 0,02$ % (отличия достоверны при $p < 0,001$). Вся молодь кижуча активно питалась. При этом индекс наполнения ЖКТ в августе значительно превышал таковой в июле — $559,6 \pm 28,9$ ‰ (при вариации показателя от 213,3 до 912,5 ‰) против $95,7 \pm 19,2$ ‰ (при вариации показателя от 0 до 620,3 ‰).

Кроме того, в течение подращивания молоди кижуча в пруду Арманского ЛРЗ произошло увеличение индекса ЖКТ — с $4,44 \pm 0,17$ до $6,32 \pm 0,17$, а индекса печени — с $0,84 \pm 0,03$ до $1,64 \pm 0,04$ (отличия достоверны при $p < 0,001$). Также к концу 3-й декады августа 2018 г. произошло незначительное снижение индекса сердца — с $0,22 \pm 0,01$ до $0,19 \pm 0,01$ (отличия достоверны при $p < 0,05$), что, по-видимому, связано с физиологическими особенностями развития молоди (табл. 1).

В начале 2-й декады июля 2018 г. (12.07.2018 г.) средняя длина и масса тела сеголеток кижуча, выращенных на Янском ЛРЗ, составили $37,6 \pm 0,6$ мм и $0,672 \pm 0,037$ г (при вариации показателей соответственно от 27 до 35 мм и от 0,278 до 1,618 г). Данные показатели оказались достоверно выше, чем у молоди кижуча, выращенной в условиях Арманского ЛРЗ. Коэффициент упитанности по Фультону составил $1,85 \pm 0,02$. Рыб с остатками желточного мешка не отмечалось. У 76 % молоди в выборке был обнаружен пищевой комок, при этом индекс наполнения ЖКТ в июле в среднем составил $109,3 \pm 13,2$ ‰ (при вариации показателя от 0 до 414,6 ‰).

По результатам анализа биологических и морфофизиологических характеристик молоди кижуча, выращенной в условиях Янского и Арманского ЛРЗ, установлено, что на одну и ту же дату обследования длина, масса тела, упитанность, индексы печени и ЖКТ у молоди с Янского ЛРЗ, содержание которой в течение всего периода проходило при более высокой и относительно постоянной постоянной температуре воды, чем на Арманском ЛРЗ, оказались более высокими. У этой же молоди наблюдали более высокую, чем на Арманском ЛРЗ, интенсивность питания молоди.

Самые высокие показатели длины и массы тела, упитанности, индексов печени, ЖКТ, интенсивности питания выявлены у молоди кижуча с Арманского ЛРЗ после 2,5 мес. подращивания в естественном выростном пруду.

Биолого-физиологическая характеристика молоди кижуча природного происхождения

В 2018 г. природную молодь кижуча удалось поймать только в ручье Быстром (бассейн р. Тауй). На биолого-физиологические показатели обследовано 44 экз. ки-

жуца. Из них на гематологические показатели было обследовано 18 экз. Основные биологические и гематологические показатели кижуча природного происхождения представлены в табл. 2.

У молоди кижуча, отловленной в р. Тауй в 2018 г., средняя длина тела составила 91 мм (при вариации показателя от 51 до 125 мм), средняя масса тела — 8,46 г (при вариации показателя от 1,51 до 19,25 г). Количество эритроцитов в единице объема крови кижуча р. Тауй составило в среднем 0,96 млн шт./мм³ (при вариации показателя от 0,75 до 1,21 млн шт./мм³). Содержание гемоглобина у природной молоди кижуча в р. Тауй в среднем составило 62 г/л и колебалось в пределах 40–78 г/л. Величина гематокрита у природной молоди кижуча, отловленной в р. Тауй, в среднем составила 42,6 % (при вариации показателя от 33,3 до 52,0 %).

В 2018 г. в целях пополнения базы данных по биолого-физиологическому состоянию природной молоди кижуча, изучения показателей в динамике по годам наблюдений и условиям обитания, возможного привлечения полученных данных для сравнительного анализа с заводской молодью были проанализированы результаты сбора материалов в 2012–2014 гг.: в 2012 г. в реках Ола и Тауй, в 2013 и 2014 гг. в реках Яна и Тауй, в 2016 г. в р. Яна и в 2018 г. в р. Тауй (ручей Быстрый) (табл. 2).

В ходе рассмотрения биологических показателей кижуча в период 2012–2014, 2016 и 2018 гг. наблюдений было замечено, что они в разных реках заметно различались (табл. 2). Привлечение новых данных в 2018 г. к данным предыдущих лет наблюдений дало возможность подтвердить результаты анализа по зависимости размерно-массовых показателей кижуча от температуры воды, в условиях которой он обитал. Так, с ростом температуры воды в реке они прямо пропорционально увеличивались. Между длиной тела и температурой воды, а также массой тела и температурой воды существовала сильная положительная корреляция — соответственно $r = 0,8508$ и $r = 0,8574$ (рис. 1).

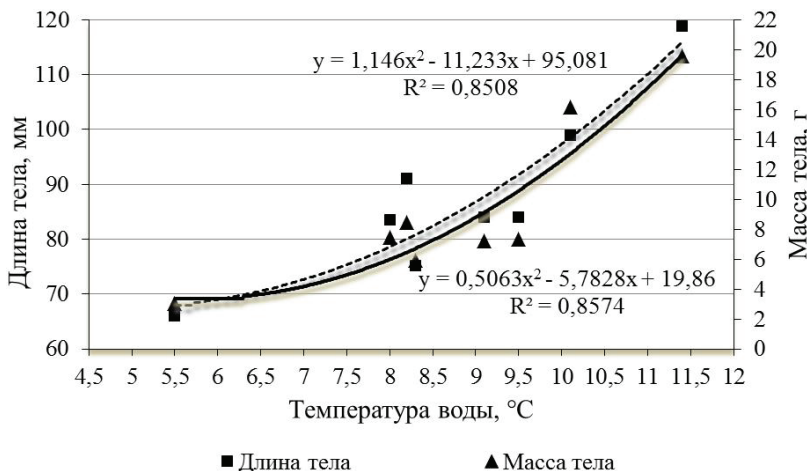


Рис. 1. Размерно-массовые показатели в зависимости от температуры воды в реках Тауйской губы за период 2012–2014, 2016 и 2018 гг.

Fig. 1. Size and weight of coho juveniles in dependence on water temperature in the rivers of the Tauiskaya Guba Bay for 2012–2014, 2016 and 2018

Так, в 2012 г. у молоди кижуча, обитающего в р. Ола, где наблюдалась температура воды порядка 5,5 °C, длина (по АС) и масса тела в среднем составляли соответственно 66 ± 3 мм и $3,01 \pm 0,55$ г при колебаниях от 63 до 69 мм и от 2,46 до 3,56 г. У кижуча р. Яна (2016 г.) и р. Тауй (2014 г.), где температура воды была намного выше (10,1 и 11,4 °C), чем в р. Ола, длина и масса его тела также оказались выше и в среднем составили соответственно $98,9 \pm 2,9$ и $118,8 \pm 10,5$ мм, а также $16,18 \pm 2,46$ и $19,59 \pm 4,0$ г. При этом длина и масса тела «янского» кижуча варьировали от 85 до 112 мм и от 9,30 до 27,81 г, а длина и масса «тауйского» кижуча колебались в пределах 83–147 мм и 7,03–30,31 г. Молодь кижуча как в 2012 г., так и в 2013 и 2018 гг. в р. Тауй при температуре воды выше 8–9 °C

Биолого-физиологическая характеристика молоди кижуча природных популяций основных рек Таймырской губы Охотского моря, июнь 2012–2014, 2016 и 2018 гг.

Biological and physiological indices of coho juveniles from natural populations of the Taiskaya Guba Bay (Okhotsk Sea) in June 2012–2014, 2016, and 2018

Показатель	2012 г.			2013 г.			2014 г.			2016 г.		2018 г.	
	Р. Ола	Р. Тайй	Р. Яна	Р. Яна	Р. Тайй	Р. Яна	Р. Яна	Р. Тайй	Р. Яна	Р. Яна	Р. Тайй	Р. Тайй	Р. Тайй
Место отбора пробы	5 июня	6 июня	22 июня	22 июня	20 июня	21 июня	21 июня	21 июня	8 июня	8 июня	14 июня	14 июня	14 июня
Дата отбора пробы	5,5	9,1	8,3	8,3	9,5	8,0	8,0	11,4	10,1	10,1	8,2	8,2	8,2
Температура воды, °С	66,0 ± 3,0	84,0 ± 26,0	75,1 ± 11,0	75,1 ± 11,0	84,0 ± 7,1	83,6 ± 11,7	83,6 ± 11,7	118,8 ± 10,5*	98,9 ± 2,9	98,9 ± 2,9	91,0 ± 3,5	91,0 ± 3,5	91,0 ± 3,5
Длина тела, АС, мм	63–69	58–110	54–122	54–122	68–112	56–113	56–113	83–147	85–112	85–112	51–125	51–125	51–125
Масса тела, г	3,01 ± 0,55	7,23 ± 4,86	5,92 ± 2,66	5,92 ± 2,66	7,34 ± 1,29	7,47 ± 2,70	7,47 ± 2,70	19,59 ± 4,0*	16,18 ± 2,46	16,18 ± 2,46	8,46 ± 0,79	8,46 ± 0,79	8,46 ± 0,79
	2,46–3,56	2,37–12,01	1,38–18,09	1,38–18,09	3,28–12,11	1,83–14,65	1,83–14,65	7,03–30,31	9,30–27,81	9,30–27,81	1,51–19,25	1,51–19,25	1,51–19,25
Коэффициент упитанности по Фульгону	–	1,37 ± 0,23	1,24 ± 0,08	1,24 ± 0,08	1,61 ± 0,22	1,47 ± 0,06	1,47 ± 0,06	1,36 ± 0,07	2,22 ± 0,31	2,22 ± 0,31	1,58 ± 0,04	1,58 ± 0,04	1,58 ± 0,04
	–	1,14–1,59	0,88–1,46	0,88–1,46	1,05–2,59	1,25–1,62	1,25–1,62	1,15–1,54	1,32–3,39	1,32–3,39	1,29–1,92	1,29–1,92	1,29–1,92
Кол-во эритроцитов, млн шт./мм ³	1,10 ± 0,07	0,75 ± 0,05*	1,08 ± 0,11	1,08 ± 0,11	1,22 ± 0,08	1,04 ± 0,10	1,04 ± 0,10	1,13 ± 0,11	1,00 ± 0,09	1,00 ± 0,09	0,906 ± 0,034	0,906 ± 0,034	0,906 ± 0,034
	1,03–1,17	0,70–0,80	0,73–1,36	0,73–1,36	0,98–1,40	0,91–1,23	0,91–1,23	0,80–1,45	0,67–1,40	0,67–1,40	0,75–1,21	0,75–1,21	0,75–1,21
Гемоглобин, г/л	71,0 ± 1,0**	62,0 ± 6,0**	65,6 ± 6,2***	65,6 ± 6,2***	80,0 ± 2,6	69,0 ± 4,5	69,0 ± 4,5	77,5 ± 3,4	64,9 ± 1,0	64,9 ± 1,0	62,0 ± 3,0	62,0 ± 3,0	62,0 ± 3,0
	70–72	56–68	42–78	42–78	72–88	64–78	64–78	72–87	61–68	61–68	40–78	40–78	40–78
СГЭ, мкмкг	64,55	82,67	60,80	60,80	65,68	66,35	66,35	68,34	65,20	65,20	68,40	68,40	68,40
Гематокрит, %	–	43,5 ± 6,5	40,5 ± 1,7	40,5 ± 1,7	47,6 ± 3,7	37,8 ± 0,4	37,8 ± 0,4	48,2 ± 3,7	33,7 ± 1,3	33,7 ± 1,3	42,6 ± 1,2	42,6 ± 1,2	42,6 ± 1,2
	–	37,0–50,0	34,7–44,8	34,7–44,8	38,5–57,2	37,4–38,1	37,4–38,1	41,8–58,3	29,5–41,4	29,5–41,4	33,3–52,0	33,3–52,0	33,3–52,0
Кол-во особей, экз.	2	2	7	7	6	5	5	5	8	8	37	37	37

Примечание. Отличия достоверны при * p < 0,001, ** p < 0,01, *** p < 0,05.

обладала достаточно высокими размерно-массовыми показателями. Длина и масса их тела оказались схожими в 2013 и 2014 гг. и в среднем составляли 84 мм и 7,23–7,34 г, а в 2018 г. — 91 мм и 8,46 г.

Зависимость упитанности молоди кижуча из разных рек и от температуры воды не обнаружена. Похожая на положение с размерно-массовыми показателями положительная ситуация складывалась только относительно упитанности молоди кижуча и температуры воды в разных реках в 2012 и 2013 гг. С ростом температуры воды в реке возрастал коэффициент упитанности. Однако с привлечением новых данных по упитанности кижуча в 2014, 2016 и 2018 гг., а также температуры воды зависимости между этими показателями уже не выявлено (рис. 2).

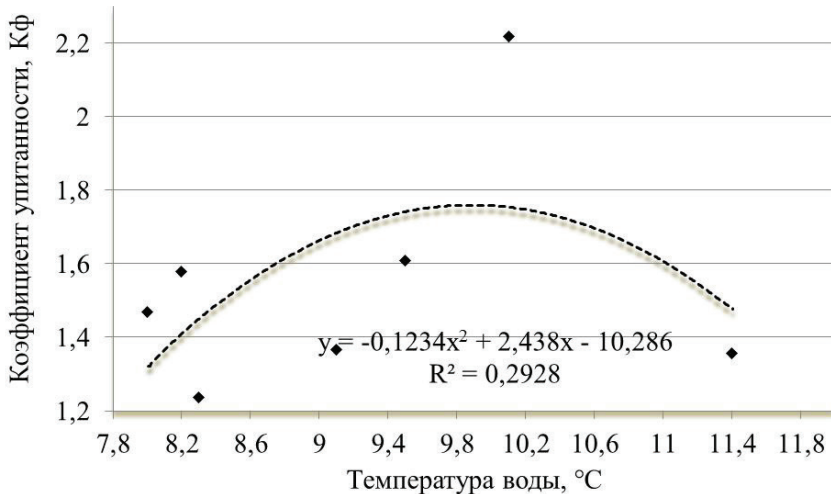


Рис. 2. Упитанность природной молоди кижуча в зависимости от температуры воды в реках Тайской губы за период 2012–2014, 2016 и 2018 гг.

Fig. 2. Fatness of coho juveniles of natural origin in dependence on water temperature in the rivers of the Tauiskaya Guba Bay for 2012–2014, 2016 and 2018

В ходе анализа гематологических показателей у природной молоди кижуча в наблюдаемые годы (2012–2014 и 2016 и 2018) в разных реках по многим показателям была обнаружена неоднородность (табл. 2).

Молодь кижуча (2012–2014, 2016 и 2018 годов наблюдений) разных рек — Ола, Яна и Тауй — отличалась друг от друга по количеству эритроцитов, гематокриту и гемоглобину.

Число эритроцитов в единице объема крови у кижуча р. Ола составило в среднем 1,10 млн шт./мм³, в р. Яна — 1,00–1,08 и в р. Тауй — 0,75–1,22 млн шт./мм³. Кроме того, было замечено, что среди молоди р. Тауй (2012–2014 и 2018 годов наблюдений) количество эритроцитов в крови оказалось минимальным у отловленной на 1,5–2,0 нед раньше (06.06.2012 г.) Вполне возможно, что этот показатель у «тайской» молоди мог бы вырасти до тех же значений, которые были обнаружены при гематологическом обследовании на 1,5–2,0 нед позже (20.06.2013 г., 21.06.2014 г. и 14.06.2018 г.).

Содержание гемоглобина в крови у кижуча р. Ола составило в среднем 71,0 г/л, р. Яна — 64,9–69,0 и р. Тауй — 62,0–80,0 г/л. Кроме того, также было замечено, что среди молоди р. Тауй (2012–2014 и 2018 годов наблюдений) содержание гемоглобина в крови оказалось минимальным у отловленной на 1–2 нед раньше (06.06.2012 г. и 14.06.2018 г.). Вполне вероятно, что содержание гемоглобина у этой молоди могло бы вырасти до тех же значений, что были выявлены при гематологическом обследовании на 2 нед позже (20.06.2013 г., 21.06. 2014 г.). Аналогичная тенденция сложилась и с молодью кижуча р. Яна, отловленной в 2016 г. на 2 нед раньше (08.06.2016 г.). Она характеризовалась более низким содержанием гемоглобина, чем кижуч, отловленный в 2013 и 2014 гг., но на 2 нед позже (22.06.2013 г. и 21.06.2014 г.).

Самый низкий общий гемоглобин в крови и, наоборот, самая высокая его концентрация в одном эритроците (82,7 мкмкг) отмечены у кижуча в 2012 г., пойманного

6 июня в р. Тауй. Это произошло в связи с тем, что у этой молодежи оказалось самое низкое количество эритроцитов по сравнению с количеством эритроцитов у молодежи как этой популяции (2013 и 2014 годов наблюдений), так и других популяций р. Ола (2012 года наблюдений) и р. Яна (2013, 2014 и 2016 годов наблюдений). Вероятно, эта молодежь в 1-й декаде июня еще находилась в физиологическом состоянии, более близком к состоянию нагула, чем к состоянию покатной миграции. Молодь кижуча (2013 и 2014 годов наблюдений) р. Тауй 20 и 21 июня, наоборот, характеризовалась очень высоким общим гемоглобином (80,0 и 77,5 г/л) и одновременно с этим самой высокой концентрацией эритроцитов в крови по сравнению с другой природной молодежью. Это, вероятнее всего, характеризует ее физиологическое состояние как состояние, близкое к окончанию покатной миграции, так как в литературных источниках (Канидьев, 1984) на примере молодежи кеты сделано заключение, что в конце ската концентрация эритроцитов в крови максимальная.

Величина гематокрита у молодежи кижуча р. Тауй находилась в среднем в пределах 42,6–48,2 %. Замечено, что среди молодежи р. Тауй (2012–2014 и 2018 годов наблюдений) величина гематокрита оказалась минимальной у отловленной на 1–2 нед раньше (06.06.2012 г. и 14.06.2018 г.). Вполне вероятно, что гематокрит у этой молодежи мог бы вырасти до тех же значений, которые были обнаружены при гематологическом обследовании на 2 нед позже (20.06.2013 г. и 21.06.2014 г.).

У молодежи кижуча р. Яна гематокрит в среднем не превышал 33,7–40,5 %. Здесь, аналогично случаю с молодежью кижуча р. Тауй, среди молодежи кижуча (2013 и 2014 и 2016 годов наблюдений) величина гематокрита оказалась минимальной у отловленной на 2 нед раньше (08.06.2016 г.). Очевидно, гематокрит у молодежи кижуча р. Яна вырастет до тех же значений, что были обнаружены на 2 нед позже (22.06.2013 г. и 21.06.2014 г.).

По результатам сопоставления гематологических показателей у молодежи кижуча 2016 года наблюдений из одного и того же водоема с аналогичными средними данными за ряд лет (табл. 3) было установлено, что у природной молодежи кижуча р. Яна значимых отклонений от среднееголетних значений (за исключением величины гематокрита) не выявлено, что свидетельствует об относительном сходстве возрастной структуры молодежи в выборках и постоянстве условий ее обитания в наблюдаемые годы.

Таблица 3

Гематологические показатели у природной молодежи кижуча р. Яна в 2016 г.
и в среднем по годам наблюдений

Table 3

Hematological indices of coho juveniles of natural origin from the Yana River in 2016
and their mean values for all years of observation

Показатель	2016 г.	2008, 2009 и 2013, 2014 гг.
Кол-во эритроцитов, млн шт./мм ³	$0,995 \pm 0,089$ 0,670–1,400	$1,067 \pm 0,048$ 0,730–1,463
Гемоглобин, г/л	$64,9 \pm 1,0$ 61,0–68,0	$67,4 \pm 2,4$ 42,0–85,0
Гематокрит, %	$33,7 \pm 1,3^*$ 29,5–41,4	$39,4 \pm 1,1$ 30,3–52,4

* Отличия достоверны при $p < 0,001$.

Показатель гематокрита в 2016 г. у молодежи кижуча р. Яна оказался ниже среднееголетних значений — $33,7 \pm 1,3$ против $37,9 \pm 1,3$ % (отличия достоверны при $p < 0,001$).

По результатам сопоставления гематологических показателей у молодежи кижуча 2018 г. наблюдений из одного и того же водоема, с аналогичными средними данными за ряд лет (табл. 4), было установлено, что у природной молодежи кижуча р. Тауй наблюдались значимые отклонения в сторону снижения от среднееголетних значений по количеству эритроцитов в крови и содержанию в ней гемоглобина — соответственно $0,906$ млн шт./мм³ крови и $62,0 \pm 3,0$ г/л против $1,109$ млн шт./мм³ и $74,9 \pm 1,8$ г/л.

Гематологические показатели у природной молоди кижуча р. Тауй в 2018 г.
и в среднем по годам наблюдений

Hematological indices of coho juveniles of natural origin from the Taui River in 2018
and their mean values for all years of observation

Показатель	2018 г.	2008, 2010–2014 гг.
Кол-во эритроцитов, млн шт./мм ³	$0,906 \pm 0,034^*$ 0,750–1,210	$1,109 \pm 0,053$ 0,650–1,738
Гемоглобин, г/л	$62,0 \pm 3,0^{**}$ 40,0–78,0	$74,9 \pm 1,8$ 56,0–92,0
Гематокрит, %	$42,6 \pm 1,2$ 33,3–52,0	$44,7 \pm 1,7$ 30,0–58,3

Примечание. Отличия достоверны при * $p < 0,01$, ** $p < 0,001$.

Показатель гематокрита в 2018 г. у молоди кижуча р. Тауй достоверно не отличался от среднееголетнего уровня, хотя и наблюдалась тенденция к его снижению — $42,6 \pm 1,2$ % против $44,7 \pm 1,7$ %.

В ходе сопоставления гематологических показателей (количества эритроцитов, величины гематокрита и содержания гемоглобина в крови) у природной молоди кижуча разных годов наблюдений (2012–2014, 2016 и 2018) в реках с разными условиями обитания (температурой воды) ни по одному из них не было выявлено какой либо зависимости от температуры. По-видимому, у молоди кижуча, принадлежащей к разным возрастным группам и вследствие этого имеющей разное физиологическое состояние, не представляется возможным определить какую-либо зависимость от внешних факторов среды.

Заключение

При повышении температуры воды, а также при увеличении продолжительности содержания (обитания) у молоди кижуча растут не только ее размерно-массовые показатели, но и индексы внутренних органов (печени, ЖКТ), а также интенсивность питания.

В Магаданской области молодь кижуча, содержание которой осуществляется в рыбоводных бассейнах в условиях пониженных температур воды (с постепенным повышением с зимне-весеннего на летний период от 0,8–1,0 до 5,0 °С), в целях улучшения ее качественных характеристик следует подращивать до выпуска в течение 2,0–2,5 мес. при более высоком температурном режиме (от 5 °С и выше), в том числе с использованием обустроенных в естественных водоемах выростных прудов. Это дает возможность выращивать и выпускать молодь в 3-й декаде августа навеской более 1 г.

Содержание личинок и молоди кижуча при относительно постоянной температуре воды в пределах 4,0–5,0 °С позволяет уже ко 2-й декаде июля получить и выпустить молодь кижуча навеской более 0,6 г.

На примере молоди кижуча природного происхождения выявлена положительная корреляция между температурой воды и ее размерно-массовыми показателями.

Сопоставление гематологических показателей у природной молоди кижуча, отловленной в конкретной реке, одновременно принадлежащей к разным возрастным группам, с внешними факторами (температурой воды), вследствие ее разного физиологического состояния не позволило обнаружить какую-либо зависимость от внешних факторов среды. Обнаружение такой зависимости, вероятно, окажется возможным при сопоставлении гематологических показателей и температуры воды только для одновозрастных групп молоди кижуча (между сеголетками, годовиками, двухлетками и т.д.).

У природной молоди кижуча р. Яна в 2016 году наблюдений значимых отклонений от среднееголетних значений (за исключением величины гематокрита) не выявлено, что свидетельствует об относительном сходстве возрастной структуры молоди в выборках и постоянстве условий ее обитания в наблюдаемые годы.

У природной молоди кижуча р. Тауй 2018 года наблюдений выявлены значимые отклонения в сторону снижения от среднегодовых значений по количеству эритроцитов в крови и содержанию в ней гемоглобина. По-видимому, в возрастной структуре отловленной в р. Тауй молоди кижуча присутствовали младшие возрастные группы (сеголетки, годовики), о чем свидетельствуют минимальные за все наблюдаемые годы размерно-массовые показатели, обнаруженные в пробе.

Природная молодь р. Тауй в конце 2-й — начале 3-й декады июня характеризовалась очень высоким содержанием общего гемоглобина (80,0 и 77,5 г/л) и одновременно с этим самой высокой концентрацией эритроцитов в крови по сравнению с другой природной молодью. Это, вероятнее всего, характеризует ее физиологическое состояние как близкое к окончанию покатной миграции.

Установлена положительная тенденция между сроками отбора проб природной молоди кижуча и полученными у нее гематологическими показателями: чем раньше отбирались пробы, тем ниже были ее гематологические показатели и наоборот. По-видимому, при относительно благоприятных условиях внешней среды (благоприятная температура воды, хорошая обеспеченность кормовой базой и т.д.) с увеличением возраста молоди (или увеличением продолжительности обитания в водоеме) растут и гематологические показатели.

Список литературы

Гительзон И.И., Терсков И.А. О способе выражения гемоглобина в эритроците // Лабораторное дело. — 1956. — № 6. — С. 6–10.

Глаголева Т.П. Инструкция по гематологическому контролю за искусственно выращиваемой молодью лососевых рыб. — Рига : БалтНИИРХ, 1981. — 38 с.

Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб: сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. — 80 с.

Канидьев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб : моногр. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. — 216 с.

Канидьев А.Н. Методы качественной оценки молоди рыб по составу крови (на примере осенней кеты) // Сб. НИР по прудовому рыбоводству. — М. : ВНИИПРХ, 1970. — № 5. — С. 236–268.

Канидьев А.Н. Отличительные признаки клеток периферической крови молоди кеты // Сб. науч.-техн. информации ВНИРО. — 1966. — Вып. 6. — С. 24–30.

Канидьев А.Н. Состав периферической крови молоди кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum) как основной показатель ее качества и условий выращивания // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 132–142.

Лабораторный практикум по болезням рыб : учеб. пособие / В.А. Мусселиус, В.Ф. Ваянтинский, А.А. Вихман и др. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. — 296 с.

Лакин Б.Ф. Биометрия : учеб. пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1980. — 293 с.

Остроумова И.Н. Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб. — Л., 1957. — 64 с. (Изв. ВНИОРХ; т. 43, вып. 3.)

Остроумова И.Н. Состояние крови форели при адаптации к разным условиям кислородного и солевого режимов воды // Изв. ГосНИОРХ. — 1964. — Т. 58. — С. 27–36.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.

Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов : моногр. — Минск : БГУ, 1961. — 220 с.

Руководство по изучению питания рыб / сост. А.Ф. Волков, В.И. Чучукало. — Владивосток : ТИНРО, 1986. — 32 с.

Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л. Состояние и перспективы искусственного разведения тихоокеанских лососей // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. — Владивосток : Дальнаука, 2006. — С. 268–291.

Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб : моногр. — Петрозаводск : Карелия, 1972. — 167 с. (Тр. СевНИОРХ; т. 7.)

Хованская Л.Л. Морфофизиологические показатели молоди кижуча при выращивании на различных пастообразных кормах // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем : тез. докл. конф. мол. ученых. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1995. — С. 84–85.

Хованская Л.Л. Научные основы лососеводства в Магаданской области : моногр. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2008. — 167 с.

Хованская Л.Л. Сравнительная характеристика условий выращивания и качественных показателей двухлеток кижуча и нерки на ЛРЗ Магаданской области // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря : сб. науч. тр. — Магадан : МагаданНИРО, 2009. — Вып. 3. — С. 326–333.

Хованский И.Е. Сравнительная морфофизиологическая характеристика молоди лососевых рыб при различных условиях содержания на рыбоводных заводах Магаданской области // Изв. ТИНРО. — 1994. — Т. 113. — С. 124–132.

Хованский И.Е. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства : моногр. — Хабаровск : Хабар. кн. изд-во, 2004. — 417 с.

Хрусталеv Е.И., Курапова Т.М., Савина Л.В. и др. Морфофизиологические особенности ремонтного стада судака на различных этапах выращивания в УЗВ // Рыб. хоз-во. — 2012. — № 2. — С. 82–84.

Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных : моногр. — Свердловск, 1968. — 387 с. (Тр. ин-та экологии растений и животных УФ АН СССР; вып. 58.)

References

Gitel'zon, I.I. and Terskov, I.A., On the way of hemoglobin expression in erythrocyte, *Lab. Delo*, 1956, no. 6, pp. 6–10.

Glagoleva, T.P., *Instruktsiya po gematologicheskomu kontrolyu za iskusstvenno vyrashchivaemoi molod'yu lososevykh ryb* (Instructions for the Hematological Control of Artificially Reared Juveniles of Salmonid Fishes), Riga: Balt. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz., 1981.

Ivanova, N.T., *Atlas kletok krovi ryb: sravnitel'naya morfologiya i klassifikatsiya formennykh elementov krovi ryb* (Atlas of Fish Blood Cells: Comparative Morphology and Classification of Fish Blood Formed Elements), Moscow: Legkaya i Pishchevaya Promyshlennost', 1983. — 80 с.

Kanid'ev, A.N., *Biologicheskie osnovy iskusstvennogo razvedeniya lososevykh ryb* (Biological Bases of Artificial Breeding of Salmonid Fishes), Moscow: Legkaya i Pishchevaya Promyshlennost', 1984.

Kanid'ev, A.N., *Metody kachestvennoi otsenki molodi ryb po sostavu krovi (na primere osennei kety)* (Methods of Qualitative Evaluation of Juvenile Fish Based on the Blood Composition (Exemplified by Fall-Run Chum Salmon)), Moscow: Vses. Nauchno-Issled. Inst. Presnovodn. Rybn. Khoz., 1970, no. 5, pp. 236–268.

Kanid'ev, A.N., Distinctive features of peripheral blood cells in juvenile chum salmon, *Sb. Nauchno-Tekh. Inf. VNIRO*, 1966, no. 6, pp. 24–30.

Kanid'ev, A.N., The composition of peripheral blood of juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta* Walbaum) as the main indicator of its quality and cultivation conditions, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1967, vol. 61, pp. 132–142.

Musselius, V.A., Vanyatinsky, V.F., Vikhman, A.A., et al., *Laboratornyi praktikum po boleznyam ryb* (A Laboratory Practicum on Fish Diseases), Moscow: Legkaya i Pishchevaya Promyshlennost', 1983.

Lakin, G.F., *Biometriya* (Biometrics), Moscow: Vysshaya Shkola, 1980, 3rd ed.

Ostroumova, I.N., Blood values and haematopoiesis in ontogeny of fish, *Izv. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Ozern. Rechn. Rybn. Khoz.*, vol. 43, no. 3.

Ostroumova, I.N., Blood condition in trout during adaptation to various oxygen and saline regimes of water, *Izv. Gos. Nauchno-Issled. Inst. Ozern. Rechn. Rybn. Khoz.*, 1964, vol. 58, pp. 27–36.

Pravdin, I.F., *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* (Guide to the Study of Fish), Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1966.

Rokitsky, P.F., *Osnovy variatsionnoi statistiki dlya biologov* (The Basics of Variation Statistics for Biologists), Minsk: Beloruss. Gos. Univ., 1961.

Volkov, A.F. and Chuchukalo, V.I., *Rukovodstvo po izucheniyu pitaniya ryb* (Guide to the Study of Diet of Fish), Vladivostok: TINRO, 1986.

Safronenkov, B.P. and Khovanskaya, L.L., The status and prospects of Pacific salmon cultivation, in *Landshafty, klimat i prirodnye resursy Tauiskoi guby Okhotskogo morya* (Landscapes, Climate, and Natural Resources of Taiu Bay, Sea of Okhotsk), Vladivostok: Dal'nauka, 2006, pp. 268–291.

Smirnov, V.S., Bozhko, A.M., Ryzhkov, L.P., and Dobrinskaya, L.A., *Primenenie metoda morfofiziologicheskikh indikatorov v ekologii ryb* (The Application of the Method of Morphophysiological Indicators in Fish Ecology), Petrozavodsk: Kareliya, 1972.

Khovanskaya, L.L., Morphophysiological parameters of juvenile coho salmon cultivated using various paste-like feed, in *Tezisy dokl. konf. molodykh uch. "Bioresursy morskikh i presnovodnykh ekosistem"* (Proc. Conf. Young Sci. "Biological Resources of Marine and Freshwater ecosystems"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 1995, pp. 84–85.

Khovanskaya, L.L., *Nauchnye osnovy lososovodstva v Magadanskoi oblasti* (Scientific Bases of Salmon Farming in Magadan Oblast), Magadan: Sev.-Vost. Nauch. Tsentr, Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2008.

Khovanskaya, L.L., Comparative characteristics of cultivation conditions and qualitative parameters of two-year-old coho and sockeye salmon at salmon hatcheries of Magadan Oblast, in *Sostoyanie rybokhozyaistvennykh issledovaniy v basseine severnoi chasti Okhotskogo morya* (The Status of Fisheries Research in the Northern Sea of Okhotsk), Magadan: MagadanNIRO, 2009, no. 3, pp. 326–333.

Khovansky, I.E., Comparative morphophysiological characteristics of juvenile salmonid fishes under different cultivation conditions at the hatcheries of Magadan Oblast, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1994, vol. 113, pp. 124–132.

Khovansky, I.E., *Ekologo-fiziologicheskie i biotekhnologicheskie faktory effektivnosti lososovodstva* (Ecological, Physiological, and Biotechnological Factors of Efficient Salmon Farming), Khabarovsk: Khabar. Knizhnoye Izd., 2004.

Khrustalev, E.I., Kurapova, T.M., Savina, L.V., et al., Morpho-physiological traits of pikeperch brood stock at different stages when rearing in RAS, *Rybn. Khoz.*, 2012, no. 2, pp. 82–84.

Shvarts, S.S., Smirnov, V.S., and Dobrinsky, L.N., The method of morphophysiological indicators in ecology of terrestrial vertebrates, *Tr. Inst. Ekol. Rast. Zhiv. Ural. Filiala AN SSSR*, 1968, no. 58.

Поступила в редакцию 20.09.2018 г.

После доработки 28.09.2018 г.

Принята к публикации 11.10.2018 г.