

А. Ю. Волкова, Е. А. Ключкина, И. В. Каменев

Анализ изменчивости морфометрических и экстерьерных показателей самок форели камлоопс с использованием современных методов математической статистики

Аннотация.

Цель: исследование изменчивости морфометрических и экстерьерных характеристик самок форели камлоопс, поиск зависимости массы самки от морфометрических характеристик.

Материалы и методы. Исследования проводились в ноябре 2023 года в рыбноводном хозяйстве ООО “Парола”, находящемся в Ладожском озере. Объект — трехлетки радужной форели породы камлоопс финского происхождения. Посадочный материал был завезен в рыбноводное хозяйство весной 2020 года и выращивался в садках. По достижению трехлетнего возраста из общей группы рыб было отобрано и помечено 86 самок с оптимальными показателями фенотипа. Выбранное поголовье оценивалось по ряду показателей: внешний осмотр, промеры тела, (промеры тела) и экстерьерные индексы. Исследования изменчивости некоторых морфобиологических характеристик и массы тела самок радужной форели породы камлоопс проводили с использованием современных методов математической статистики.

Результаты. Выявлено, что нормальная масса трехлетних самок радужной форели породы камлоопс находится в диапазоне 4218–7595 г, нормальная общая длина тела — 62,2–74,4 см, нормальная промысловая длина тела — 57,8–69,6 см, нормальная длина по Смитту — 60,8–74,3 см, нормальный индекс высокоспинности — 31,3–38,2, нормальный индекс большеголовости — 20,1–24,8, нормальный коэффициент упитанности — 1,5–2,2. Это рекомендуется учитывать при проведении селекционной работы и отбора рыб при воспроизводстве. В результате регрессионного анализа получены адекватные степенные модели, описывающие связь массы тела самки форели камлоопс с основными морфометрическими признаками: общая длина тела, промысловая длина, длина тела по Смитту, наибольшая высота туловища, наибольший обхват туловища, длина головы, с помощью которых можно прогнозировать массу тела самки форели камлоопс.

Заключение. Полученные результаты позволяют успешнее оценивать рост и изменения линейно-весовых и экстерьерных показателей рыб при выращивании, а также имеют важное практическое значение при проведении селекционной работы с радужной форелью породы камлоопс.

Ключевые слова: форель камлоопс; морфометрические показатели; экстерьерные признаки; нормальность распределения признака; регрессионная модель.

Авторы:

Волкова А. Ю. — кандидат биологических наук; e-mail: Golubewat@mail.ru;

Ключкина Е. А. — кандидат технических наук; e-mail: elena_k_79@mail.ru;

Каменев И. В. — аспирант; e-mail: vanya.kamenev.97@mail.ru.

Петрозаводский государственный университет; 185035, Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33.

Введение. На Европейском Севере России, в частности, в Республике Карелия выращивание форели в садках является наиболее эффективным способом получения за короткий срок качественной рыбной продукции. Этому способствуют ряд причин, в том числе, климатические особенности региона и большое количество глубоководных водоемов с оптимальным гидрологическим и гидрохимическим режимом [1, 2]. Форелеводы стремятся получить максимальный прирост массы форели за короткий период, минимизировав затраты, поэтому для выращивания применяют интенсивные методы и используют высокопродуктивные породы рыб. Основной объект выращивания — радужная форель, обладает хо-

рошей экологической пластичностью и продуктивностью, обусловленной быстрым ростом и высокой степенью конверсии корма [3, 4]. Методами отечественной и зарубежной селекции созданы разные породы радужной форели, обладающие некоторыми особенностями продуктивности. Одна из важнейших пород — камлоопс, характеристики которой наиболее оптимально подходят для выращивания в условиях северных регионов и Республики Карелии. Продукционные качества делают эту породу наиболее востребованной в товарном форелеводстве [5, 6], в том числе в северных регионах России. В условиях возрастающей необходимости усиления селекционно-племенной работы с радужной форелью и увеличения по-

требности рыбоводных предприятий в посадочном материале необходимо проводить комплексные исследования и изучать все породы радужной форели с целью дальнейшего применения их в селекции для формирования как промышленных, так и племенных маточных стад. Поэтому изучение изменчивости морфологических показателей и выявление закономерностей формирования фенотипических особенностей радужной форели камлоопс в садковом рыбоводстве имеет как теоретическое, так и практическое значение. Наиболее известным методом оценки рыб является стандартная система определения морфологических и морфометрических показателей, которая лежит в основе изучения индивидуальной продуктивности и осуществляется при бонитировке производителей форели [7–10], а также применяется при оценке результатов выращивания рыбы в товарных целях и при изучении влияния различных факторов на рост и созревание рыб [11–13]. Однако использование оценки только морфометрических показателей у рыб недостаточно информативно и не всегда дает представление о продуктивности, так как это комплексный показатель, зависящий от многих факторов. В связи с этим для более качественного анализа состояния рыб необходимо принимать во внимание как значения отдельных морфобиологических параметров с учетом их изменчивости, так и оценивать их взаимное влияние друг на друга.

Цель — исследование изменчивости морфометрических и экстерьерных характеристик самок форели камлоопс и поиск зависимости массы самки от морфометрических показателей с помощью современных методов математической статистики. В задачи исследования входило: проверка на нормальность распределения морфометрических и экстерьерных показателей на основании бонитировки; поиск регрессионных моделей, описывающих зависимость массы самки от основных морфометрических признаков.

Материалы и методы. Исследования проводились в ноябре 2023 года в рыбоводном хозяйстве ООО “Парола”, расположенном в Ладож-

ском озере. Объектом исследования являлись трехлетки радужной форели породы камлоопс финского происхождения. Посадочный материал был завезен на предприятие весной 2020 года в количестве 5000 шт. и выращивался в садках вместимостью 30 тонн. Случайным образом был выбран один садок. Далее с целью проведения оценки при достижении трехлетнего возраста из общей группы рыб было отсажено 700 случайно пойманных в садке рыб. Все рыбы в данной группе были осмотрены на наличие повреждений кожи и отклонений в развитии, а также была проведена оценка стадии созревания самок форели, в результате чего было отобрано 308 рыб. Из этого поголовья случайным образом было отобрано 86 самок для проведения комплексной оценки и использования данной партии рыб в дальнейшей селекционной работе.

Оценка выбранного поголовья проводилась по комплексу показателей: внешний осмотр, промеры тела, морфометрические, экстерьерные. Первым этапом была оценка внешних показателей — оценивали наличие повреждений кожи и плавников, уродств, искривлений позвоночника, отклонений в развитии. Для этого проводили осмотр каждой рыбы и фиксировали данные показатели в рыбоводном журнале. Для дальнейшей оценки отбирали рыб, не имеющих аномалий развития и повреждений покровов и плавников, а также признаков заболеваний.

Было отобрано 86 самок, которые подвергли морфобиологическому анализу. В процессе исследования определяли индивидуальную живую массу (P), промысловую длину тела без хвостового плавника (l), длину по Смитту — от начала рыла до развилки хвостового плавника (L_c), общую длину (L_o), наибольшую высоту тела — наибольшую высоту туловища (H), обхват тела — наибольший обхват туловища (O) (измеряется мерной лентой в месте наибольшей высоты — под основанием спинного плавника), длину головы — от начала рыла до конца жаберной крышки (C) по стандартной системе измерений рыб (рис. 1). Также для каждой особи вычислили

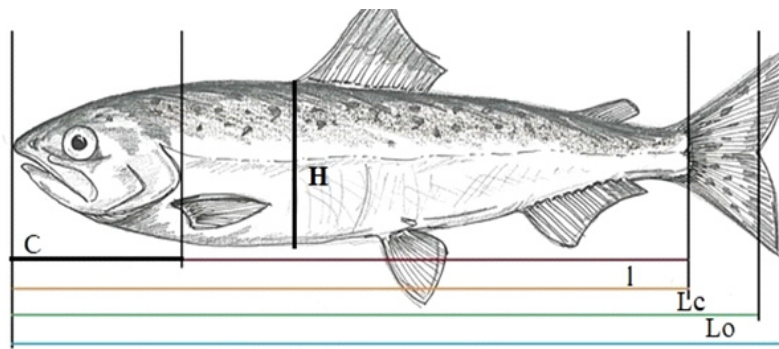


Рис. 1. Схема промеров радужной форели.

экстерьерные индексы: индекс прогонистости (Lo/H), высокоспинности ($Hx100/l$), большеголовости ($Cx100/l$), компактности ($Ox100/l$) и коэффициент упитанности ($Px100/Lo^3$) [14, 15].

Для изучаемой группы рыб осуществлялась проверка на нормальность распределения определенных морфометрических и экстерьерных показателей для уровня значимости $\alpha=0,05$ с помощью W -теста и определялась зависимость между двумя признаками с помощью регрессионного анализа. Использовали степенную регрессионную модель вида $Y=aX^b$. В качестве зависимого признака выступала масса тела радужной форели, в качестве независимой переменной в каждой подзадаче соответственно выступали остальные вышеперечисленные показатели. Эта регрессионная модель выбрана в связи с тем, что объемные величины (например, масса тела) пропорциональны линейным промерам. Статистическую обработку данных и графические построения проводили с использованием стандартного программного пакета Excel, а также в среде StatGraphics.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлены материалы по размерно-весовой и морфометрической оценке самок форели, полученные в процессе бонитировки рыб, а также результаты W -теста на нормальность распределения данных показателей.

При оценке вариабельности показателей отмечено, что наибольшую изменчивость имеет масса рыб. Значение коэффициента вариации у этого показателя составляет 14,6 %, что значительно больше, чем у других морфометрических и экстерьерных показателей, но соответствует среднему уровню изменчивости.

Поскольку для высоты и обхвата туловища, длины головы, индексов прогонистости и компактности соответствующие им значения $p<0,05$

(табл. 1), то гипотеза о нормальности распределения этих признаков отвергается с доверительной вероятностью 95 %. Для остальных признаков с вероятностью ошибки, равной 5 %, гипотеза о нормальном распределении принимается. Следовательно, можно ограничиться рассмотрением совокупности вариантов, принадлежащих области $M\pm 1,96S$ (правило двух стандартных отклонений), которая охватывает эту совокупность, где M — средняя, S — стандартное отклонение. Таким образом, принимаем, что для трехлеток данной породы форели нормальная масса самок может изменяться в пределах 4218–7595 г, нормальная общая длина тела — 62,2–74,4 см, нормальная промысловая длина тела — 57,8–69,6 см, нормальная длина от начала рыла до развилки хвостового плавника — 60,8–74,3 см, нормальный индекс высокоспинности — 31,3–38,2, нормальный индекс большеголовости — 20,1–24,8, нормальный коэффициент упитанности — 1,5–2,2. Эти данные соответствуют результатам исследований других авторов [7, 8].

Получили следующие регрессионные модели:

$$P = 0,07Lo^{2,69} (1);$$

$$P = 0,15l^{2,55} (2);$$

$$m = 0,25Lc^{2,39} (3);$$

$$P = 6,3H^{2,21} (4);$$

$$P = 1,49Lo^{2,1} (5);$$

$$P = 179,47C^{1,31} (6).$$

Оценки адекватности моделей в формулах (1) — (6) исходным данным дали положительный результат при уровне значимости 0,05. Все приведенные ранее регрессионные модели зависимости массы тела самки форели (P) от исследуемых морфологических признаков (Lo , l , Lc , H , O , C соответственно) вполне удовлетворительно описывают увеличение массы тела сам-

Таблица 1. Морфометрические показатели самок форели камлоопс

Показатели	Обозначение	$X\pm m$	Cv , %	p (P-value)	Статистика
Масса, г	P	5906,4 $\pm$ 92,9	14,6	0,857361	0,991554
Общая длина тела, см	Lo	68,3 $\pm$ 0,3	4,6	0,845421	0,991354
Длина тела по Смитту, см	Lc	67,5 $\pm$ 0,4	5,1	0,143526	0,977729
Длина тела промысловая, см	l	63,7 $\pm$ 0,3	4,7	0,315793	0,98293
Высота туловища, см	H	22,1 $\pm$ 0,1	5,4	0,045417	0,970393
Обхват туловища, см	O	51,8 $\pm$ 0,3	6,2	0,0405279	0,969663
Длина головы, см	C	14,3 $\pm$ 0,1	7	0,00229169	0,950201
Индекс прогонистости	Lo/H	3,1 $\pm$ 0,02	4,8	0,00347416	0,953179
Индекс высокоспинности	$Hx100/l$	34,7 $\pm$ 0,2	5,1	0,350251	0,98365
Индекс большеголовости	$Cx100/l$	22,4 $\pm$ 0,1	5,4	0,324862	0,983126
Индекс компактности	$Ox100/l$	81,4 $\pm$ 0,4	5	0,0373238	0,969134
Коэффициент упитанности	$Px100/Lo^3$	1,8 $\pm$ 0,02	8,7	0,209511	0,98018

ки форели при увеличении каждого из этих признаков (при уровне доверительной вероятности 95 %). Полученные статистические значения коэффициента детерминации (табл. 2) указывают на то, что степенные модели (1) объясняют соответственно 66,83 %, 63,3 %, 64,61 %, 65,77 %, 76,29 %, 37,79 % изменчивости в массе тела самки форели. Таким образом, по сравнению с остальными исследуемыми морфометрическими признаками длина головы хуже объясняет изменчивость массы самки форели (менее 40 %).

Вычисленные для всех моделей в (1), кроме последней, значения коэффициента корреляции r (табл. 2) указывают на очень высокую положительную связь между переменными по шкале Чеддока [15]. Для последней регрессионной модели $r=0,621$ (табл. 2), что свидетельствует о средней положительной связи между переменными по шкале Чеддока [15]; анализ необычных остатков показал, что для 4 наблюдений вычисленный остаток по абсолютной величине больше 2, но меньше 3, следовательно, эти наблюдения не являются подозрительными на выброс для данной модели. Отметим также, что для регрессионной модели (6) процедура сравнения альтернативных моделей в среде StatGraphics в качестве лучшей модели предложила уравнение зависимости массы m от квадрата длины головы C . Однако коэффициент детерминации для альтернативной модели равен 39,44 %, что менее, чем на 1 % выше степенной модели. Так как исследуемая группа рыб имела нормально распределенную массу тела с высоким уровнем корреляции этого показателя с важнейшими морфометрическими характеристиками, то полученные результаты можно использовать для оценки трехлеток радужной форели в качестве референсных значений как при

товарном выращивании, так и в селекционно-племенной работе.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что нормальная масса трехлеток самок радужной форели породы камлоопс находится в пределах от 4218 г до 7595 г, нормальная общая длина тела — от 62,2 см до 74,4 см, нормальная промысловая длина тела — от 57,8 см до 69,6 см, нормальная длина по Смитту — от 60,8 см до 74,3 см, нормальный индекс высокоспинности — от 31,3 до 38,2, нормальный индекс большеголовости — от 20,1 до 24,8, нормальный коэффициент упитанности — от 1,5 до 2,2. Это следует учитывать при проведении селекционной работы.

С помощью регрессионного анализа получены адекватные степенные модели, описывающие связь массы тела самки форели камлоопс (m) с такими морфометрическими признаками, как общая длина тела (L), промысловая длина (l), длина тела по Смитту (L_c), наибольшая высота туловища (H), наибольший обхват туловища (O), длина головы (C):

$$P = 0,07Lo^{2,69};$$

$$P = 0,15l^{2,55};$$

$$m = 0,25Lc^{2,39};$$

$$P = 6,3H^{2,21};$$

$$P = 1,49Lo^{2,1};$$

$$P = 179,47C^{1,31}.$$

Приведенные степенные регрессионные уравнения позволяют на основе знаний морфометрических признаков самки радужной форели породы камлоопс прогнозировать ее массу тела, что имеет важное практическое значение для товарного выращивания данной породы форели, так и в селекционно-племенной работе.

Таблица 2. Анализ степенных моделей

Коэффициент	Степенная регрессионная модель (номер)					
	-1	-2	-3	-4	-5	-6
детерминации, %	66,83	63,3	64,61	65,77	76,29	37,79
корреляции	0,817	0,796	0,804	0,817	0,873	0,621

Литература

1. Milyanchuk N. P. Influence of fish pond culture on the fish fauna of Ladoga Lake / N. P. Milyanchuk, N.V. Ilmast, O.P. Sterligova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2020. — P. 012014. Doi: 10.1088/1757-899X/941/1/012014.
2. Milyanchuk N. The impact of fish farming on the Tarasmozero Lake ecosystem, Onega Lake basin / N. Milyanchuk, Ya. Kuchko, N. Ilmast // BIO Web of Conferences. — 2024. — V. 118. — P. 02002.
3. Айткалиева А. А. Сравнительная оценка морфофункционального состояния рыбопосадочного материала и товарной радужной форели при использовании кормов с добавлением препарата пробиотического действия / А. А. Айткалиева, Ш.А. Альпеисов, А.С. Ибажанова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. — 2020. — № 1. — С. 131–137. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-1-131-137.

4. Дзюбук И.М. Рост и выживаемость молоди радужной форели *Parasalmo Mykiss Wal.* при выращивании в заливе Большое Онего Онежского озера (Карелия, Россия) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. — 2023. — № 6. — С. 7–12. Doi: 10.37882/2223-2966.2023.06.13.
5. Jan A. Artificial breeding success, incubation period, and fecundity of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Kamloops Strain), in Jaghour trout hatchery, Chitral / F. Zaidi, Z. Tariq, et al. // Iranian Journal of Fisheries Sciences. — 2025. — Vol. 24(1). — P. 85–97. Doi: 10.22092/ijfs.2024.132440.
6. Agleev I.N. Indirect selection of female trout as a selection method to increase their productivity and resistance / I. N. Agleev, A. V. Bushov // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. — 2020. — P. 180–186. Doi: 10.18286/1816-4501-2020-2-180-186.
7. Таразевич Е. В. Технологические аспекты формирования ремонтно-маточных стад форели, адаптированных к условиям Беларуси / Е. В. Таразевич. — Минск : БГАТУ. 2022 — 192 с.
8. Никипелов В.И. Сравнительный анализ оценок племенной ценности сибирского осетра ленской популяции по результатам многократных измерений / В. И. Никипелов, П. И. Отраднов, А. К. Никипелова и др. // Journal of Agriculture and Environment. — 2024. — № 8(48). Doi: 10.60797/JAE.2024.48.3. EDN DIJWXX.
9. Emiri G. S. Comparative assessment of fish-biological and morphophysiological characteristics of two forms of trout reared under the conditions of aquaculture in Azerbaijan / G. S. Amiri1, Ch. A. Mammadov // Advances in Biology & Earth Sciences. — 2023. — No. 2. — V. 8. — P. 196–203.
10. Щербаков Ю. С. Анализ главных компонентов и сравнительная характеристика самок радужной форели трех пород / Ю. С. Щербаков, В. И. Тыщенко // Вестник КрасГАУ. — 2021. — № 8. — С. 113–118. Doi: 10.36718/1819-4036-2021-8-113-118.
11. Shcherbakov Yu. S. Biometric indicators of growth and development of the Rainbow Trout and their relation to its reproductive qualities / Yu. S. Shcherbakov, V. I. Tyshchenko // International Research Journal. — 2021. — № 10(112). URL: <https://research-journal.org/archive/10-112-2021-october/biometricheskie-pokazateli-rosta-i-razvitiya-raduzhnoj-foreli-i-ix-svyaz-s-voisproizvoditelnymi-kachestvami> (accessed: 07.02.2025). Doi: 10.23670/IRJ.2021.112.10.011.
12. Руденко Р. Влияние кормовой добавки в рационе карпа на его экстерьерные особенности / Р. Руденко, И. Ткачёва // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — № 1–2 (103). — С. 151–154.
13. Dang Y. Effects of probiotics on growth, the toll-like receptor mediated immune response and susceptibility to *aeromonassalmonicida* infection in rainbow trout *oncorhynchus mykiss* / Y. Dang, Y. Sun, Y. Zhou, et al. // Aquaculture. — 2022. — V. 561. — P. 738668. Doi: 10.1016/j.aquacultural.2022.738668
14. Свешникова Е. В. Рыбоводно-биологические характеристики радужной форели при использовании поливалентной функциональной кормовой добавки «Правда» / Е. В. Свешникова, Е. М. Романова, В. В. Романов и др. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2024. — № 4(68). — С. 159–164. Doi: 10.18286/1816-4501-2024-4-159-164.
15. Баврина А. П. Современные правила применения корреляционного анализа / А. П. Баврина, И.Б. Борисов // Медицинский альманах. — 2021. — № 3(68). — С. 70–79.

Volkova A., Klyukina E., Kamenev I.

Analysis of the variability of morphometric and external parameters of female kamloops trout using modern mathematical statistics methods

Abstract.

The *aim* of the presented work was to study the variability of morphometric and exterior characteristics of female kamloops trout, to find the dependence of female weight on morphometric characteristics.

Materials and methods. The research was conducted in November 2023 at the Parola fish farm located in Lake Ladoga. The object is three-year-old rainbow trout of the kamloops breed of Finnish origin. The planting material was brought to the fish farm in the spring of 2020 and was grown in cages. Upon reaching the age of three, 86 females with optimal phenotype parameters were selected and labeled from the total group of fish. The selected livestock was evaluated according to a number of indicators: external inspection, body measurements, morphometric and exterior. Studies of the variability of some morphobiological characteristics and body weight of female rainbow trout of the kamloops breed were carried out using modern mathematical statistics methods.

Results. It was revealed that the normal weight of three-year-old female rainbow trout of the Kamloops breed is in the range of 4218...7595 g, the normal total body length is 62,2...74,4 cm, the normal commercial body length is 57,8...69,6 cm, the normal Smith length is 60,8...74,3 cm, the normal high-spin index is 31,3...38,2, the normal bighead index — 20,1...24,8, the normal fatness coefficient is 1,5...2,2. It is recommended to take this into account when carrying out breeding work and fish selection during reproduction. As a result of regression analysis, adequate power-law models were obtained that describe the relationship between the body weight of female kamloops trout and the main morphometric features: total body length, fishing length, body length according to Smith, the highest body height, the largest body girth, and head length, which can be used to predict the body weight of female kamloops trout.

Conclusion. The results obtained make it possible to better assess the growth and changes in the linear weight and exterior parameters of fish during cultivation, and are also of great practical importance when carrying out breeding work with rainbow trout of the Kamloops breed.

Key words: trout kamloops; morphometric indicators; exterior features; normality of the distribution of the trait; regression model.

Authors:

Volkova A. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: Golubewat@mail.ru;

Klyukina E. — PhD. (Tech. Sci.); e-mail: elena_k_79@mail.ru;

Kamenev I. — graduate student; e-mail: vanya.kamenev.97@mail.ru.

Petrozavodsk State University, Russian Federation, Petrozavodsk; 185910, Russian Federation, Petrozavodsk, Lenin Pr., 33.

References

1. Milyanchuk N. P. Influence of fish pond culture on the fish fauna of Ladoga Lake / N. P. Milyanchuk, N. V. Ilmast, O. P. Sterligova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2020. — P. 012014. Doi: 10.1088/1757-899X/941/1/012014.
2. Milyanchuk N. The impact of fish farming on the Tarasozero Lake ecosystem, Onega Lake basin / N. Milyanchuk, Ya. Kuchko, N. Ilmast // BIO Web of Conferences. — 2024. — V. 118. — P. 02002.
3. Aitkaliyeva A.A. Comparative assessment of morphological state of trout seeding and commodity species when using forage with probiotic additives / A. A. Aitkaliyeva, Sh. A. Alpeisov, A. S. Ibazhanova // Vestnik AGTU. Series: Fishing Industry. — 2020. — No. 1. — P. 131–137. Doi: 10.24143/2073-5529-2020-1-131-137.
4. Dzyubuk I. M. Growth and survival of rainbow trout *Parasalmo Mykiss* Wal. When growing in the bay of the Great Onego of the Onega lake (Karelia, Russia) / I. M. Dzyubuk // Sovremennaya nauka: aktualnye problemy teorii i praktiki Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Series: Natural and Technical Science. — 2023. — No. 6. — P. 7–12. Doi: 10.37882/2223-2966.2023.06.13.

5. Jan A. Artificial breeding success, incubation period, and fecundity of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Kamloops Strain), in Jaghour trout hatchery, Chitral / F. Zaidi, Z. Tariq, et al. // *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. – 2025. – Vol. 24(1). – P. 85–97. Doi: 10.22092/ijfs.2024.132440.
6. Agleev I.N. Indirect selection of female trout as a selection method to increase their productivity and resistance / I. N. Agleev, A. V. Bushov // *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. – 2020. – P. 180–186. Doi: 10.18286/1816-4501-2020-2-180-186.
7. Tarazevich Ye.V. Technological aspects of the formation of repair and brood trout herds adapted to the conditions of Belarus / Ye. V. Tarazevich. – Minsk : BGATU. 2022. – 192 p.
8. Nikipelov V. I. Comparative analyses of breeding value estimates of Siberian sturgeon of the Lena / V. I. Nikipelov, P. I. Otradnov, A. K. Nikipelova, et al. // *Journal of Agriculture and Environment*. – 2024. – No. 8(48). Doi: 10.60797/JAE.2024.48.3. EDN DIJWXX.
9. Emiri G. S. Comporative assessment of fish-biological and morphophysiological characteristics of two forms of trout reared under the conditions of aquaculture in Azerbaijan / G. S. Amiri¹, Ch. A. Mammadov // *Advances in Biology & Earth Sciences*. – 2023. – No. 2. – V. 8. – P. 196–203.
10. Shcherbakov Yu. S. Main components analysis and comparative characteristics of female rainbow of three different breeds / Yu. S. Shcherbakov, V. I. Tyshchenko // *Vestnik KrasGAU*. – 2021. – No. 8. – P. 113–118. Doi: 10.36718/1819-4036-2021-8-113-118.
11. Shcherbakov Yu. S. Biometric indicators of growth and development of the Rainbow Trout and their relation to its reproductive qualities / Yu. S. Shcherbakov, V. I. Tyshchenko // *International Research Journal*. – 2021. – № 10(112). URL: <https://research-journal.org/archive/10-112-2021-october/biometricheskie-pokazateli-rosta-i-razvitiya-raduzhnoj-foreli-i-ix-svyaz-s-voisproizvoditelnymi-kachestvami> (accessed: 07.02.2025). Doi: 10.23670/IRJ.2021.112.10.011.
12. Rudenko R. Effects of feed additives on the exterior feature of a carp / R. Rudenko, I. Tkachyova // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. – 2021. – No. 1–2 (103). – P. 151–154.
13. Dang Y. Effects of probiotics on growth, the toll-like receptor mediated immune response and susceptibility to *aeromonassalmonicida* infection in rainbow trout *oncorhynchus mykiss* / Y. Dang, Y. Sun, Y. Zhou, et al. // *Aquaculture*. – 2022. – V. 561. – P. 738668. Doi: 10.1016/j.aquacultural.2022.738668
14. Sveshnikova E.V. Fish-breeding and biological characteristics of rainbow trout when using "Pravad" polyvalent functional feed additive / E.V. Sveshnikova, E.M. Romanova, V.V. Romanov, E.S. Lyubomirova // *Vestnik Ulyanovskoj selskohozyajstvennoj akademii*. – 2024. – No. 4(68). – P. 159–164. Doi: 10.18286/1816-4501-2024-4-159-164.
15. Bavrina A.P. Modern rules of the application of correlation analysis / A.P. Bavrina, I.B. Borisov // *Medicinskij almanah*. – 2021. – No. 3(68). – P. 70–79.