



Предпосылки для селекции двухгодовалых самок радужной форели, по срокам и кратности созревания, при выращивании в установке замкнутого водоснабжения

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-135-140 EDN mzllux

Зинченко Александр Александрович – Научный сотрудник лаборатории воспроизводства рыбных запасов, Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства (филиал ФГБУ «Главрыбвод»), @ fsgzr.lo@yandex.ru, пос. Ропша, Ленинградская область, Россия

Шиндавина Нина Ивановна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции рыб, Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства (филиал ФГБУ «Главрыбвод»), пос. Ропша, Ленинградская область, Россия

Ежков Владислав Сергеевич – Магистрант кафедры аквакультуры и болезней рыб, Санкт-Петербургский Государственный университет ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия

Адреса:

1. Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства (ФСГЦР филиал ФГБУ «Главрыбвод») – 188514, Ленинградская область, Ломоносовский р-н, пос. Ропша, Стрельнинское шоссе, стр.4
2. Санкт-Петербургский Государственный университет ветеринарной медицины – 196084, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5

Аннотация.

В статье изложены результаты оценки двухгодовалых самок радужной форели, созревших в начале, середине и конце нерестового сезона, по массе тела, репродуктивным признакам, выживаемости эмбрионов и частоте встречаемости рыб с бициклическим созреванием. Выявлены достоверные различия по массе яйцеклеток, в зависимости от сроков овуляции. Выживаемость зародышей не зависела от массы икринок и имела высокие показатели у рыб, созревших в середине и конце нереста. Частота встречаемости бициклических самок среди групп двухгодовиков, созревших в разные сроки, имела большие различия. Полученные данные важны при проведении селекции, в целях смещения нерестового сезона и создания новых отводок и пород форели при разведении в УЗВ.

Ключевые слова:

радужная форель, сроки созревания, качество икры, бициклический нерест, селекция

Для цитирования:

Зинченко А.А., Шиндавина Н.И., Ежков В.С. Предпосылки для селекции двухгодовалых самок радужной форели, по срокам и кратности созревания, при выращивании в установке замкнутого водоснабжения // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 135-140. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-135-140 EDN mzllux

PREREQUISITES FOR THE SELECTION OF TWO-YEAR-OLD FEMALE RAINBOW TROUT, ACCORDING TO THE TIMING AND MULTIPLICITY OF MATURATION, WHEN GROWING IN A CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATION

Alexander A. Zinchenko – Researcher at the Fish Stocks Reproduction Laboratory, *Federal Breeding and Genetic Center of Fish Farming (branch of the Federal State Budgetary Institution "Glavrybvod")*, @ fsgzr.lo@yandex.ru, village Ropsha, Leningrad Region, Russia

Nina I. Shindavina – Candidate of Biological Sciences, Leading researcher of the Fish Breeding Laboratory, *Federal Breeding and Genetic Center of Fish Farming (branch of the Federal State Budgetary Institution "Glavrybvod")*, village. Ropsha, Leningrad Region, Russia

Vladislav S Yezhkov – Master's Student of the Department of Aquaculture and Fish Diseases, *St. Petersburg State University of Veterinary Medicine*, St. Petersburg, Russia

Addresses:

1. *Federal Breeding and Genetic Center of Fish Farming (FSGCR branch of FSBI "Glavrybvod")* – 188514, Leningrad region, Lomonosovsky district, village. Ropsha, Strelninskoe highway, p.4

2. *St. Petersburg State University of Veterinary Medicine* – 196084, St. Petersburg, Chernihiv str., 5

Annotation. The article presents the results of the evaluation of two-years-old female rainbow trout, matured at the beginning, middle and the end of spawning season, by body weight, reproductive characteristics, embryo survival and the frequency of occurrence of fish with bicycle maturation. Significant differences in the mass of eggs were revealed depending on the timing of ovulation.

The survival rate of embryos did not depend on the weight of eggs and had high rates in fish that matured in the middle and end of spawning. The frequency of occurrence of bicyclic females among groups of two-year-olds who matured at different times had great differences. The data obtained are important when conducting breeding in order to shift the spawning season and create new layering and trout breeds when breeding in RAS.

Keywords:

rainbowtrout, maturation period, quality of eggs, bicyclic spawning, breeding

For citation:

Zinchenko A.A., Shindavina N.I., Yezhkov V.S. Prerequisites for the selection of two-year-old female rainbow trout, according to the timing and multiplicity of maturation, when growing in a closed water supply installation // Fisheries. 2023. No. 6. Pp. 135-140. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-6-135-140 EDN mzllox

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все более широкое распространение в форелеводстве получает современная технология выращивания рыб с применением оборотного водоснабжения, называемого установкой замкнутого водоснабжения (УЗВ). В условиях УЗВ температурный режим в течение всего года сохраняется на уровне, благоприятном для роста рыб и развития репродуктивной системы. В этом случае целесообразно содержать несколько маточных стад, созревающих в разное время года, с тем, чтобы более полно использовать рыбободное оборудование, а также для получения посадочного материала в течение более длительного периода.

Для реализации этой задачи можно собрать коллекцию из пород с разными сроками созревания, у которых этот признак закреплен генетически. Такая коллекция пород форели была создана на Адлерском племзаводе в конце прошлого столетия, где использовали для разведения четыре породы, созревающие поочередно: форель камлоопс (октябрь-ноябрь), форель Адлер (ноябрь-декабрь), форель Дональдсона (декабрь-январь), стальноголовый лосось (февраль-март) [1].

Еще одним способом является смещение сроков нереста, которое достигается отбором производителей, созревающих в нужные сроки, и закреплением этого признака в ряду поколений. Предпосылкой для успешной селекции самок и самцов по срокам нереста являются высокий уровень изменчивости и повторяемости этого признака [2; 3; 4; 5]. В отечественном форелеводстве

работы в этом направлении были проведены на племенном форелеводческом заводе Адлер. В качестве ресурсов для селекции использовали производителей пород из уже созданной коллекции. Была проведена селекция по созданию отводки у форели камлоопс с более ранним созреванием рыб в августе-сентябре, в результате была создана новая порода — форель Августин, а также смещению нереста стальноголового лосося на более поздние сроки. Таким образом, был создан комплекс маточных стад с чередующимся созреванием в период с августа по март, а при использовании бициклических самок получали дополнительно икру в мае-июле [1].

В Ропше УЗВ начали эксплуатировать с 2008 года. Для разведения использовали форель породы Рофор. Нерест самок происходит в осенне-зимний период. Летом 2021 г. были обнаружены самки, созревшие через полгода после первого созревания. Тогда же были начаты работы по исследованию бициклического созревания [6]. Потомство самок, созревших в конце июля 2021 г., было оставлено на выращивание, для создания исходного стада с последующей селекцией в ряду поколений по признаку бициклического нереста, с целью его закрепления. Эффективность такой селекции была продемонстрирована японскими учеными, которые за 10 лет создали линию форели, в которой 60-70% самок созревали два раза в году [7].

Двухгодовалые самки основного ремонтного стада, наряду с моноциклическими рыбами, включают бициклических самок. В период первого созревания в осенне-зимний период мы не можем

дифференцировать их по кратности последующего созревания. Но при отборе двухгодовалых самок в разные сроки их созревания, с целью последующего смещения нерестового сезона, важно не снизить долю двукратников в стаде. Для этого мы исследовали зависимость частоты встречаемости бициклических самок от сроков созревания рыб в двухгодовалом возрасте.

Цель нашей работы состояла в оценке двухгодовалых самок маточного стада форели, выращиваемых в условиях УЗВ, для обоснования и разработки методов отбора, при использовании этих рыб в качестве ресурса, при селекции по срокам и кратности созревания. Исследовали двухгодовалых самок, созревших в разные сроки нерестового сезона по масса-размерным и репродуктивным показателям, по выживаемости потомства в период эмбриогенеза, а также по частоте встречаемости бициклических самок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работу проводили осенью 2022 и летом 2023 годов.

В Ропше УЗВ представляет систему специализированных рыбоводных участков с регулируемой температурой воды, освещенности, проточности и автоматического кормления. Система состоит из инкубатора, закрытого цеха с искусственным освещением и открытой площадкой с естественным фотопериодом.

Объект изучения – впервые созревшие самки радужной форели породы Рофор в возрасте 2 и 2,5 года.

При выращивании рыб использовали метод комбинированного содержания на разных участках в разные периоды их развития.

Икру инкубировали при стабильной температуре воды 10°C. После вылупления личинок и до достижения молоди средней массы тела 0,1 г их содержали в лотках при температуре 14°C. Дальнейшее выращивание проводили в закрытом цехе и на уличном модуле. Температура менялась в пределах от 8 до 15°C.

Самок проверяли на созревание один раз в 7 дней.

Для сравнительной оценки самок по массе тела, рабочей и относительной плодовитости и средней массе икринок, при созревании рыб в начале, середине и окончании нерестового сезона, использовали по 50 особей случайной выборки.

Для индивидуальной оценки производителей по выживаемости эмбрионов, использовали 19-23 особей случайной выборки. После ручного отцеживания от каждой самки брали порцию икры (350-400 шт.), осеменяли свежеприготовленной смесью спермы 2-3 самцов и инкубировали отдельно. В качестве среды для осеменения применяли буферный солевой раствор D532 [7]. В его состав входят: 24,2 г Трис + 22,5 г глицин + 1,1 г CaCl_2 , + 73,1 г NaCl на 10 дистиллированной H_2O (pH=9,0).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Динамика созревания

Почти у всех самок (около 95%) первое созревание наблюдали в возрасте два года.

Исследованные рыбы были потомками трехгодовалых самок, созревших в период массового созревания 10 и 17 декабря 2020 года. Нерестовый сезон у двухгодовиков начался в конце ноября и закончился во второй декаде декабря. Массовое созревание рыб наблюдали в период с 15 по 21 декабря, что совпадало по срокам нереста с родительскими особями. Динамика нереста представлена в таблице 1. Благодаря индивидуальному мечению двухгодовалых самок, удалось провести их разделение по кратности нереста после летнего созревания рыб. Таким образом, мы получили данные по частоте встречаемости бици-



Таблица 1. Динамика созревания самок и частота встречаемости бициклических рыб /
Table 1. Dynamics of maturation of females and frequency of occurrence of bicyclic fish

Дата созревания	Количество созревших рыб, %	Количество бициклических рыб, %
24 ноября	3	6
02 декабря	7	16
09 декабря	17	45
15 декабря	24	15
21 декабря	22	12
29 декабря	14	5
12 января	10	0
19 января	3	1

Таблица 2. Масса тела и репродуктивные показатели самок, созревших в разные сроки нерестового сезона (n=50) / **Table 2.** Body weight and reproductive indicators of females matured at different times of the spawning season (n=50)

Признаки	Сроки созревания					
	24 ноября–02 декабря		15–21 декабря		12–19 января	
	$\bar{X} \pm m_x$	CV, %	$\bar{X} \pm m_x$	CV, %	$\bar{X} \pm m_x$	CV, %
Масса тела, г	1242±31,4	17,8	1181±28,6	17,1	1300±33,1	18,0
Средняя масса икринок, мг	47±1,0	14,5	51±1,0	13,4	53±0,9	11,4
Рабочая плодовитость, шт.	2653±108,5	28,9	2630±100,2	26,9	2909±84,1	20,4
Индекс репродуктивности, г/кг	110±3,5	22,6	128±4,8	26,5	136±3,42	16,6

Примечание: $\bar{X} \pm m$ – среднее значение и его ошибка, CV – коэффициент вариации

кличных самок, в зависимости от сроков созревания рыб в двухгодичном возрасте (см. табл. 1).

Бициклические самки в подавляющем большинстве находились среди рыб, которые созрели в первой половине нерестового сезона, т.е. со 2 по 15 декабря (76%). Наибольшее количество этих рыб (45%) были обнаружены среди самок, созревших за неделю до массового созревания.

Характеристика самок, созревших в разные сроки нерестового сезона

Если принять за начало развития рыб середину декабря 2020 г. (дата получения икры и спермы у родительских особей), созревание рыб в конце ноября–начале декабря происходило в возрасте около 23,5 месяцев, массовое созревание наблюдали у рыб в возрасте 24 месяцев, а в конце нереста возраст самок составлял 25 месяцев. Характеристика самок представлена в таблице 2.

Самки, созревшие в конце сезона, превосходили рыб, созревших в начале и середине, по массе тела и рабочей плодовитости: $p=0,01$ и $p=0,05$, соответственно. Достоверные различия, обусловленные разными сроками созревания, были также выявлены между показателями средней массы икринок. У самок, созревших в начале сезона, показатель массы икринок был достоверно ниже, чем в середине нереста ($p=0,01$) и еще ниже – в конце нереста ($p=0,001$).

В пределах выборок, у самок, созревших в начале и в конце нереста плодовитость возрастала с увеличением массы тела ($r=0,49-0,50$; $p=0,01$), а в середине нереста более крупные самки продуцировали более крупную икру ($r=0,37-0,41$; $p=0,01$). Во всех трех выборках средняя масса икринок была отрицательно взаимосвязана с плодовитостью ($r=0,31-0,51$; $p=0,05-0,01$).

Оценка самок по выживаемости эмбрионов

В таблице 3 представлены результаты индивидуальной оценки самок по средней массе икринок, коэффициенту вариации массы икринок и выживаемости эмбрионов на стадии пигментации глаз.

Выживаемость эмбрионов была самой низкой у самок, созревших в начале сезона, но различия по этому признаку ни в одном случае не достигали достоверного уровня. Не было выявлено зависимости жизнеспособности зародышей от массы икринок, несмотря на высокое разнообразие этих

показателей у самок внутри выборок. Выживаемость эмбрионов отрицательно коррелировала с уровнем изменчивости икры у рыб, созревших в конце сезона: $r=0,46$ ($p=0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

У самок, выращенных в условиях УЗВ, подавляющее количество рыб созрели в двухгодичном возрасте, что считается обычным для генетически улучшенных стад, при разведении их в благоприятных температурных условиях и нормативном режиме кормления [9].

По массе тела и репродуктивным признакам лучшими показателями отличались самки, созревшие в конце нерестового сезона. У рыб, созревших в самом начале нереста, был самый низкий индекс репродуктивности, поскольку самки в это время продуцировали самую мелкую икру. Чем позже созревали самки, тем крупнее у них была икра. Аналогичные изменения в размерах яйцеклеток, связанные с изменениями периода гаметогенеза и сроков созревания, были отмечены ранее у радужной форели [7; 10; 11].

Выживаемость эмбрионов была сравнительно низкой у рыб в начале нереста, но в дальнейшем этот показатель приблизился к нормативному уровню 80%, принятому для племенной форели [12]. Ранее, при проведении селекции в форелеводстве, не рекомендовалось использовать впервые созревших производителей, поскольку значительная часть этих самок, как правило, продуцировала мелкую икру с низкой выживаемостью. Однако было отмечено, что среди двухгодичных рыб имелось некоторое количество самок, икра которых могла быть использована в рыбоводных целях [13].

Независимость показателей выживаемости эмбрионов от величины яйцеклеток, полученная в нашей работе, согласуется с результатами исследований, полученных у разных видов лососевых рыб [11; 14; 15; 16; 17]. Таким образом, как мелкая, так и крупная икра может характеризоваться высоким качеством, однако следует учитывать, что с размером икры у лососевых рыб была выявлена взаимосвязь величины икры и роста зародышей и личинок [18; 19; 20]. Поэтому не целесообразно использовать для воспроизводства самок с мелкой икрой, а также – с высокими показателями изменчивости икры массы икринок, по-



Таблица 3. Характеристика икры у самок, созревших в разные сроки нерестового сезона / **Table 3.** Characteristics of eggs in females matured at different times of the spawning season

Признаки	Сроки созревания		
	02 декабря n=20	15 декабря n=19	29 декабря-19 января n=23
Средняя масса икринок, мг	48 ± 1.6 33-62	53 ± 1.3 45-67	50 ± 1.2 40-61
Изменчивость икринок по массе, CV, %	6.0 ± 0.60 2.8-15.1	5.3 ± 0.34 2.6-7.7	6.5 ± 0.75 2.8-18.7
Выживаемость эмбрионов, %	64 ± 6.6 2-99	76 ± 4.7 29-95	78 ± 4.1 23-95

Примечание: над чертой – среднее значение и его ошибка; под чертой – пределы варьирования признака

скольку, согласно полученным нами данным, этот показатель может отрицательно коррелировать с выживаемостью эмбрионов.

Наибольшая частота встречаемости рыб с двукратным нерестом была отмечена в группе самок, созревших за неделю до наступления массового созревания. Самой низкой она была у рыб, созревших во второй половине нерестового сезона.

Полученные нами данные следует учитывать при выборе интервалов отбора двухгодовалых рыб, как при формировании маточного стада, так и при селекции по срокам созревания, в целях создания новых пород и отводок.

Отбор производителей, в целях смещения сроков созревания в нерестовом сезоне, предусматривает выполнение двух условий: во-первых, оценку и отбор производителей следует проводить в сжатые сроки, т.е. разница между закладками первой и последней партий икры для воспроизводства не должна превышать 5-7 дней. Это позволит избежать разнокачественности племенного потомства по массе и размерам, вызванной стартовыми различиями в начале перехода личинок на активное питание. Во-вторых, группа рыб, созревших в нужный срок, должна

быть достаточно многочисленной для проведения дальнейших селекционных мероприятий, связанных с оценкой, отбором и формированием семей для воспроизводства. В нашем случае этим требованиям отвечают две группы самок, в одной из которых рыбы созрели за неделю до наступления массового нереста, а во второй – через неделю после него. В случае использования для скрещиваний самок с более ранним или более поздним нерестом, численность которых невелика, основным критерием отбора на первых этапах работ будет срок созревания, а при получении достаточно многочисленной группы рыб с созреванием в нужные сроки, можно проводить сопряженный отбор по остальным хозяйственно-полезным признакам.

Учитывая высокий темп роста рыб в условиях УЗВ, раннее созревание самок и хорошее качество икры, селекция двухгодовалых рыб по срокам созревания может быть эффективной. Тем более, что для этого признака был отмечен высокий уровень повторяемости [2; 3]. Отбор рыб в этом возрасте ускорит темп селекции и позволит достичь нужного результата раньше, чем в случае использования трехгодовиков.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Вклад авторов в работу: **Зинченко А.А.** – сбор и анализ данных, окончательная проверка. **Шиндавина Н.И.** – идея работы, сбор и анализ данных. **Ежков В.С.** – сбор данных.

The authors declare that there is no conflict of interest.
The authors' contribution to the work: **Zinchenko A.A.** – data collection and analysis, final verification. **Shindavina N.I.** – the idea of work, data collection and analysis. **Yezhkov V.S.** – data collection.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Никандров В.Я., Шиндавина Н.И., Янковская В.А. Создание комплекса пород радужной форели с непрерывным циклом созревания // Материал междунар. симпозиума «Холодноводная аквакультура: старт в XXI век». С-Пб. 8-13 сентября 2003. С.222-223.
2. Щербенко Ю.И., Михель А.Е., Криштофович Е.Н., Верхоланцева А.Г. Рыбоводно-биологическая характеристика радужной форели в связи с разными сроками созревания самок в нерестовом сезоне // Сб. научн. трудов ВНИИПРХ. 1982. Вып.33. С.147-157.
3. Drecun D. (1973). Urgoi, selekcija i ispitivanje prognostic maticnog materijala na pastrmskom ribnjaku "Moraca" // Ribar.Jugosl. V.28. N.4. Pp.83-87.
4. Siitonen L. and Gall G.A.F. (1989). Response to selection for early spawn date in rainbow trout, *Salmogairdneri* // Aquaculture. N.78. Pp.153-161.
5. Sadler S.E., Molcod D., McKay L.K., Moccia R.D. (1992). Selection for early spawning and repeatability of spawn date in rainbow trout // Aquaculture. V.100. N.1-3. Pp.103-118.
6. Шиндавина Н.И., Зинченко А.А., Ташбаев Д.У., Никандров В.Я., Лукин А.А. Бициклическое созревание самок радужной форели в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. №3. С. 146-152.
7. Aida K., Dakai K., Nomura M., Low S.W., Hanui J., Tanaka S., Ohto H. (1984). Reproductive activity of a twice-annually spawning strain of rainbow trout // Bull.Jpn. Soc. Sci. Fish. V.50. Pp.1165-1172
8. Billard R. (1992). Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes // Aquaculture. V.100. N.2. Pp. 263-298.
9. Su G.-S., Liljedahl L.-E., Gall A.E. (1999). Estimates of phenotypic and genetic parameters for within-season date and age at spawning of female rainbow trout // Aquaculture. N.171. Pp.209-220.
10. Bromage N.R., Elliot J.A., Springate J.R.C. and Whitehead C. (1984). The effect of constant photoperiods on the timing of spawning in the rainbow trout // Aquaculture. N.43. Pp. 213-223.
11. Никандров В.Я., Шиндавина Н.И. Создание, совершенствование и поддержание селекционных достижений в племенных хозяйствах. В сб. «Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.). М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2006. С. 110-315.
12. Титарев Е.Ф., Сергеева Л.С., Линник А.В. Типовая технология разведения и выращивания разных форм радужной форели. М.:1991. 85с.
13. Савостьянова Г.Г., Никандров В.Я. Зависимость некоторых биометрических показателей икры от возраста самок радужной форели // Изв.ГосНИОРХ. 1976. Т.13. С. 3-7.
14. Thorpe J., Miles M. And Keay D. (1984). Development rate, fecundity and egg size in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) // Aquaculture. V.43. Pp.289-306.
15. Springate J.R.S. and Bromage N.R. (1985). Effect of egg size on early growth and survival in rainbow trout (*Salmogairdneri* R.) // Aquaculture. V.47. Pp.163-172.
16. Jónsson B., Svavarsson E. (2000). Connection between egg size and early mortality in arctic charr, *Salvelinus alpinus*// Aquaculture. V. 187: Pp. 315-317. doi:/10.1016/S0044-8486(00)00312-4
17. Leblanc C.A., B.K. Kristjánsson and S. Skúlason (2016). The importance of egg energy density for early size patterns and performance of Arctic charr *Salvelinus alpinus*// Aquaculture Research. 47. Pp. 1100-1111. doi: org/10.1111/are.12566.
18. Новозhenin Н.П. Зависимость качества потомства от возраста производителей радужной форели // Автореф. канд. дисс. М. 1972. 23с.
19. Donaldson L.R. (1970). Selective breeding of salmonid fishes // Marine aquaculture. V.7. N. 4. Pp.147-181.

20. Beacham T.D., Withler F.C. and Morley R.B. (1985). Effect of egg size on incubation time and alevin and fry size in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) // Can. J. Zool. V.63. N.4. Pp.847-850.

REFERENCES AND SOURCES

1. Nikandrov V.Ya., Shindavina N.I., Yankovskaya V.A. (2003). Creation of a complex of rainbow trout breeds with a continuous maturation cycle // The material is international. symposium "Hydrogen aquaculture: Strategy in the XXI century". S-Pb. September 8-13, 2003. Pp.222-223. (In Russ.)
2. Shcherbenko Yu.I., Mikhel A.E., Krishtofovich E.N., Verkholtantseva A.G. (1982). Fish-breeding and biological characteristics of rainbow trout in connection with different maturation periods of females in the spawning season // Collection of scientific works of VNIIPRH. Issue.33. Pp.147-157. (In Russ.)
3. Drekun D. (1973). Urgo, selection and testing of prognostic material on the Pastramian fish farm "Moracha" // Ribar.Yugosl. T.28. N.4. Pp.83-87.
4. Siitonen L. and Gall G.A.F. (1989). Reaction to the choice of an early spawning date for rainbow trout *Salmogairdneri* // Aquaculture. No.78. Pp.153-161.
5. Sadler S. E., Molkod D., McKay L.K., Moccia R.D. (1992). Selection for early spawning and the repeatability of the spawning date of rainbow trout // Aquaculture. Vol.100. №1-3. Pp.103-118.
6. Shindavina N.I., Zinchenko A.A., Tashbaev D.U., Nikandrov V.Ya., Lukin A.A. (2022). Bicyclic maturation of rainbow trout females in the installation of closed water supply (UZV) // Questions of fishing. Vol. 23. No.3. Pp. 146-152. (In Russ.)
7. Aida K., Dakai K., Nomura M., Lawes.U., Hanui J., Tanaka S., Ohto H. (1984). Reproductive activity of a rainbow trout strain spawning twice a year // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. Vol.50. Pp.1165-1172
8. Billard R. (1992). Reproduction of rainbow trout: sexual differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes // Aquaculture. Vol. 100. No. 2. Pp. 263-298.
9. Su G.-S., Liljedahl L.-E., Gall A.E. (1999). Estimates of phenotypic and genetic parameters for the intra-seasonal date and spawning age of rainbow trout females // Aquaculture. No. 171. Pp.209-220.
10. Bromage N.R., Elliott J.A., Springate J.R.K. and Whitehead S. (1984). The influence of constant photoperiods on the spawning time of rainbow trout // Aquaculture. No. 43. Pp. 213-223.
11. Nikandrov V.Ya., Shindavina N.I. (2006). Creation, improvement and maintenance of breeding achievements in breeding farms. In the collection of "Iris rocks (*Oncorhynchus mykiss* W.). Moscow: Rosinform Federal State University. Pp. 110-315.
12. Titarev E.F., Sergeeva L.S., Linnik A.V. (1991). Typical technology of breeding and cultivation of different forms of rainbow trout. M. 85с. (In Russ.)
13. Savostyanova G.G., Nikandrov V.Ya. (1976). Dependence of some biometric indicators of caviar on the age of rainbow trout females // Izv.GosNIORH. Vol.13. Pp. 3-7. (In Russ.)
14. Thorpe J., Miles M. and Kay D. (1984). The rate of development, fertility and size of eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) // Aquaculture. Vol.43. Pp.289-306.
15. Springate J.R.S. and Bromage N.R. (1985). The effect of egg size on early growth and survival of rainbow trout (*Salmogairdneri* R.) // Aquaculture. Vol.47. Pp.163-172.
16. Jonsson B., Svavarsson E. (2000). The relationship between egg size and early mortality of Arctic char *Salvelinus alpinus*// Aquaculture. Vol. 187: Pp. 315-317. doi:/10.1016/S0044-8486(00)00312-4
17. Leblanc K.A., B.K. Kristjánsson and S. Skúlason (2016). The importance of egg energy density for the formation of early sizes and productivity of Arctic char *Salvelinus alpinus* // Research in the field of aquaculture. 47. Pp. 1100-1111. doi: org/10.1111/are.12566.
18. Novozhenin N.P. (1972). Dependence of the quality of offspring on the age of producers of rainbow trout // Abstract. cand. diss. M. 23 с. (In Russ.)
19. Donaldson L.R. (1970). Selective breeding of salmon fish // Marine aquaculture. Vol.7. No. 4. Pp.147-181.
20. Beecham T.D., Withler F.K. and Morley R.B. (1985). The effect of egg size on incubation time and the size of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) fry // Can. J. Zool. V.63. N.4. Pp.847-850.

Материал поступил в редакцию / Received 17.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 25.10.2023