



## Формирование ремонтной племенной группы II поколения семейной селекции породы форели «Ропшинская золотая» *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1972)

DOI

Канд. биол. наук  
**В.Я. Никандров** –  
 ведущий научный сотрудник  
 канд. биол. наук  
**Н.И. Шиндавина** –  
 ведущий научный сотрудник  
**Г.А. Шутова** –  
 научный сотрудник,  
**А.Г. Мосеев** –  
 научный сотрудник  
 Федеральный селекционно-  
 генетический центр  
 рыбоводства «Ропша»  
 (ФСГЦР филиал ФГБУ  
 «Главрыбвод»), пос. Ропша,  
 Ленинградская область,  
 Россия.

@ fsgzr.lo@yandex.ru

### Ключевые слова:

золотисто-желтая форель,  
 отбор, карликовые самцы,  
 племенная группа

### Keywords:

gold-yellow trout, selection,  
 dwarf males, breeding stock

### FORMATION OF BREEDING STOCK OF A SECOND GENERATION OF ROPSHINSKAYA GOLD TROUT *ONCORHYNCHUS MYKISS* (WALBAUM, 1972)

Nikandrov V.Ya., PhD, Shindavina N.I., PhD, Shutova G.A., Moseev A.G. - State Selection Fisheries Center 'Ropsha', fsgzr.lo@yandex.ru

The aim of the study was to substantiate a method of yearlings and two-years females of Roshinskaya Gold trout picking up. Such selection includes the genealogy, color and fish-breeding indicators. It is shown that at the age of one it is necessary to select fishes basing on mass with strict rejection of matured dwarf males with low growth rates. At the age of two, a yellow females with high mass, fertility, and eggs mass should be kept.

### ВВЕДЕНИЕ

Формирование ремонтных групп является основным методом пополнения племенного поголовья при комплектовании селекционных стад. [1; 2]. В форелеводстве наиболее распространена двухступенчатая схема создания селекционного стада. В состав младшей ремонтной племенной группы входят годовалые особи. Из них комплектуют старшую племенную группу, состоящую из впервые созревающих 2-х годовалых самок и самцов. Обе группы рыб проходят комплексную оценку и отбор по обоснованным селекционным критериям [3; 4].

При разведении цветowych морф рыб часто наблюдаются

изменения эволюционно сложившихся функциональных взаимосвязей организма [5]. Вследствие этого, при формировании маточных рыб с мутантной окраской, особое внимание необходимо уделять определяющим, критическим периодам онтогенеза.

В возрасте одного года у радужной форели возможно появление зрелых самцов [6]. В промышленном рыбоводстве это свойство нежелательно, в связи с расходом энергии не на рост, а на преждевременное развитие гонад в раннем возрасте. В случае обнаружения т.н. «карликовых» самцов у форели мутантной окраски важно исследовать взаимосвязи между

частотой появления таких особей и типом окрашивания рыб, а также семейной принадлежностью, в случае проведения семейной селекции. Полученные данные могут послужить методической предпосылкой при отборе годовиков в ремонтную группу маточного стада.

Важным этапом для формирования племенной поголовья является оценка и отбор впервые созревших 2-х годовалых особей. В это время самок и самцов оценивают по признакам, определяющим их рыбоводные качества, принятые в селекции форели [3; 7]. К ним относятся: масса, линейные размеры и индексы тела, а также репродуктивные показатели. При этом у цветковых морф необходимо учитывать характер связи интенсивности роста и репродуктивных признаков с окраской рыб, а также с их семейной принадлежностью [8].

В настоящей работе было проведено исследование особенностей роста и развития годовиков и двухгодовалых форели «Ропшинская золотая» в целях разработки методических основ отбора рыб в племенное стадо по окраске и родословной в совокупности с рыбоводными показателями.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работу проводили в Ропше в 2018-2019 годах. Объектом исследования служили годовалые и двухгодовалые рыбы – потомки трех семей, образованных методом парных скрещиваний. Номера семей были сохранены со времени их происхождения [9].

В течение первого года рыб содержали в пластиковых бассейнах в закрытом помещении при температуре воды 10-12°C. Затем их переводили на выращивание в бетонированные пруды с проточной речной водой в условиях естественного фотопериода. С мая по август температура воды менялась в пределах 6-10°C весной и 7-17°C – в летний и осенний периоды.

Рыб кормили гранулированными кормами фирмы «БиоМар».

Годовиков оценивали по окраске, массе тела и наличию «карликовых» самцов.

Для вычисления средней массы тела годовиков использовали данные индивидуальных взвешиваний 50-ти экз. в каждой семье. Принадлежность к цветовой морфе определяли визуально путем экспертной оценки четырех операторов. Результат принимали большинством голосов.

Двухгодовалых самок во время созревания оценивали по окраске, измеряли массу тела (P),

Цель работы состояла в обосновании методических предпосылок комплексного отбора в племенное стадо годовиков и впервые созревших 2-х годовалых самок породы форели «Ропшинская золотая» по окраске и родословной, в совокупности с рыбоводными показателями. Показано, что в возрасте одного года необходимо проводить отбор по массе тела рыб и жесткую отбраковку созревших карликовых самцов с низким темпом роста. У двухгодовалых самок различных семей следует оставлять на племя особей желтого окрашивания, характеризующихся высокими показателями массы тела, плодовитости и массы икринок.

длину тела по Смитту (LSm) – от кончика рыла до развилки на хвостовом плавнике, размер головы (С) – от кончика рыла до конца жаберной крышки, наибольшую высоту (Н) и наибольшую толщину тела (В). По данным измерений вычисляли индексы головы (С/L, %), толщины (В/L, %) и прогонистости (L/H). После ручного отцеживания всю порцию икры взвешивали, просчитывали количество икринок в 5 г и вычисляли плодовитость (шт.). В пробе из 55 икринок, предварительно зафиксированной в формалине, индивидуально взвешивали и определяли среднюю массу овулировавших икринок (мг) и вариативность по этому признаку (CV, %). Выборка двухгодовалых самок в каждой семье составляла 30 особей.

Статистическую обработку полученных данных проводили по стандартным методикам [10].

### ОЦЕНКА ГОДОВАЛЫХ РЫБ

Среди рыб, достигших возраста одного года, провели отбор на племя крупных, без видимых аномалий развития, и окрашенных только в золотисто-желтые и желтые тона годовалых особей. В результате отбора каждая семья была разделена на две группы: племенную и товарную. Как следует из данных, приведенных в таблице 1, годовики племенной группы превосходили товарных рыб на 19-45%. При этом из каждой семьи было отобрано практически равное количество рыб: от 54% до 60%.

После отбора годовики семьи 8 превосходили особей семей 2 и 7 по массе тела ( $p \geq 0,01$ ), а рыбы семьи 7 были крупнее годовиков семьи 2 ( $p \geq 0,01$ ).

**Таблица 1.** Масса тела годовалых рыб после отбора в товарную и племенную группу / **Table 1.** The body weight of yearlings after selection in the commodity and breeding group

№№ семьи	Масса тела, г				Количество рыб племенной группы, %
	Товарная группа		Племенная группа		
	M ± σ	CV, %	M ± σ	CV, %	
2	81,9±1,96	16,9	118,6±22,30	18,8	54,3%
7	115,8±2,92	17,8	138,2±25,05	18,1	58,3%
8	129,4±3,67	20,1	169,4±25,05	15,4	60%

Примечание:

Здесь и в таблицах 3 и 4: M ± σ – среднее значение и стандартное отклонение, CV – коэффициент вариации

**Таблица 2.** Количество зрелых самцов до и после отбора в племенную группу /  
**Table 2.** The number of mature males before and after selection in the breeding group

№№ семьи	Количество рыб, %	
	До отбора	После отбора
2	20,8%	11,3%
7	59,8%	15,9%
8	19,0%	10,0%

В результате отбора, вариабельность рыб по массе тела была умеренной, что подтверждает репрезентативность племенного отбора среди годовиков разных семей.

В процессе оценки годовиков были обнаружены зрелые самцы, численность которых в разных семьях значительно различалась (табл. 2). По количеству созревших самцов доминировали годовики семьи 7 – около 60% рыб. Почти в 3 раза ниже была численность зрелых рыб в семьях 2 и 8: от 20,8% до 19,0%, соответственно.

Созревших самцов отбирали в племенную группу по массе тела, наряду с остальными рыбами, и после отбора их количество значительно снизилось, а также стали меньше различия между семьями. Особенно высокой была напряженность отбора среди особей семьи 7, в результате которого численность карликовых самцов снизилась на 43,9%.

### ОЦЕНКА ДВУХГОДОВАЛЫХ САМОК

Рыбоводная характеристика самок разных семей. Результаты оценки самок маточного стада, созревших в двухгодовалом возрасте, представлены ниже:

Семья	Количество созревших самок, %
2	32,8
7	26,6
8	40,6

Приведенные данные свидетельствуют о численном превосходстве среди особей семьи 8, и низкой представленности самок семьи 7.

**Таблица 3.** Размерно-весовые и репродуктивные показатели самок разных семей /  
**Table 3.** Size, weight and reproductive indicators of females of different families

Признаки	№№ семьи		
	2	8	7
Масса тела, г	628,0±78,57*	708,4±94,14	626,6±94,54
Длина тела, см	34,7±1,26	36,2±1,59	34,0±0,29
<b>Индексы тела:</b>			
прогонистости	3,7±0,23	3,82±0,23	3,67±0,20
головой, %	20,0±0,67	19,58±0,59	19,31±0,49
толщины, %	11,6±0,42	11,58±0,61	12,0±0,70
упитанности, %	1,49±0,11	1,49±0,09	1,58±0,09
<b>Репродуктивные признаки:</b>			
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	2,68±0,30	2,89±0,47	2,65±0,54
Средняя масса икринки, мг	33,0±3,41	33,1±2,86	31,4±2,9

Характеристика самок по массе и размерам тела, а также основным репродуктивным признакам представлена в таблице 3.

Самки семьи 8 по массе и длине тела превосходили рыб семьи 7 и 2 ( $p=0,01$ ) и имели более высокий индекс прогонистости ( $p=0,05$ ). Особи семей 7 и 2 достоверно не различались по этим признакам.

По индексу головы самки семьи 2 превосходили рыб семьи 7 и 8 ( $p=0,01$ ). У самок семьи 8 индекс головы был выше, чем у рыб семьи 7 ( $p=0,05$ ).

У самок семьи 7, по сравнению с самками остальных двух семей, были отмечены достоверно большие индексы толщины и упитанности:  $p=0,05$  и  $p=0,01$ , соответственно. Самки семей 2 и 8 не различались по этим индексам.

Наиболее крупные икринки продуцировали самки семей 8 и 2 ( $p=0,05$ ).

Рабочая плодовитость была более высокой у самок семьи 8, по сравнению с рыбами семей 2 и 7 ( $p=0,05$ ). По этому признаку самки последних семей не имели достоверных различий.

Таким образом, результаты исследования рыбководного качества самок разных семей показали лидерство особей семьи 8 по количеству рыб, созревших в двухгодовалом возрасте, а также по ведущим селекционным критериям: массе тела, рабочей плодовитости и величине икринок.

Рыбоводная характеристика самок разных фенотипов окраски. Визуальная оценка самок в период их созревания показала, что всех рыб можно было разделить на три группы, различающиеся оттенками окраски, среди которых основным цветом был желтый. Результаты оценки самок по фенотипам окраски представлены ниже:

Фенотип окраски	Количество рыб, %
Золотисто-желтый	23,4
Желтый	31,2
Желто-коричневый	45,3

В маточном стаде преобладали самки с золотисто-желтым и желтым окрашиванием, общее количество этих рыб составляло 54,6%. Достаточно велика была численность менее ярких рыб желто-коричневых оттенков (45,3%). Среди племенных рыб отсутствовали самки, окрашенные в серые и розово-серые тона, а также особи природной окраски.

Размерно-весовая и репродуктивная характеристика рыб, принадлежащих к разным фенотипам, представлена в таблице 4.

Самки желтого фенотипа были достоверно крупнее золотисто-желтых и желто-коричневых рыб и продуцировали более крупные икринки, по сравнению с особями других фенотипов ( $p=0,05$ ). По индексам толщины и упитанности желтые и золотисто-желтые самки превосходили особей желто-коричневого фенотипа ( $p=0,01$ ). По индексам прогонистости и головы особи разного окрашивания достоверно не различались. Также не было достоверного уровня различий по величине рабочей плодовитости.

Таким образом, по сумме ведущих рыбоводных показателей: массе тела и экстерьерным признакам, а также размерам яйцеклеток превосходили всех особи желтого фенотипа окраски.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Стратегия отбора годовалых рыб в ремонтную племенную группу была основана на опыте формирования племенного стада сеголеток, т.е. отборе хорошо растущих особей и рыб эталонной окраски без аномалий развития [9]. Поэтому среди годовиков был проведен отбор особей, окрашенных в элитные для породы золотисто-желтые и желтые тона, крупных по массе тела и без видимых аномалий развития. Напряженность отбора была не высокой и составила от 54% до 60% рыб.

Различия рыб по темпу роста, в зависимости от принадлежности к разным семьям, сохранялись на протяжении первого года выращивания. Среди племенных групп сеголеток особи семьи 8 по средней массе тела достоверно превосходили рыб из двух других семей [9]. Годовики семьи 8 также отличались превосходством по этому признаку: они были крупнее рыб семьи 2 и семьи 7 на 38,2% и 24,3%, соответственно (см. табл.2). При этом, годовики семьи 7 росли на 11,1% более интенсивно, чем рыбы семьи 2, несмотря на стартовые преимущества племенных сеголеток семьи 2.

В процессе отбора годовиков в племенные группы были обнаружены текущие самцы. Количество карликовых самцов в семьях золотой форели было почти равным в семьях 2 и 8, которые существенно различались по темпу роста и средней массе тела (см. табл.1). В связи с этим можно предположить, что численность карликовых самцов не была связана с массой тела.

Сопоставление особенностей окраски и количества зрелых самцов в одной из семей позволяет предположить взаимозависимость этих признаков. Судя по количеству зрелых особей, процесс созревания гонад протекал наиболее интенсивно в семье 7, годовики которой были потомками наиболее ярко окрашенных в золотистый цвет сеголеток [9].

В других семьях, где численность сеголеток такой окраски была существенно ниже, присутствовали рыбы коричневатых оттенков, что отражает степень насыщенности меланина в кожных покровах. Пигмент меланин, являясь частью так называемой фотоэндокринной системы, уменьшая интенсивность освещенности, косвенно влияет на процесс развития половых клеток [11; 12; 13]. Поэтому среди ярко окрашенных золотистых годовалых рыб можно ожидать увеличения числа карликовых самцов.

Оценка двухгодовалых самок разных семей показала, что индивидуальные генетические различия особей-основателей могут влиять на динамику роста и особенности репродуктивного цикла потомства. Семья 8 отличалась наименьшим количеством карликовых самцов и самой высо-

**Таблица 4.** Размерно-весовые и репродуктивные показатели самок разных фенотипов окраски / **Table 4.** Size, weight and reproductive indicators of females of different color phenotypes

Признаки	Фенотип окраски		
	Золотисто-желтый	Желтый	Желто-коричневый
Масса тела, г	633,0±99,71	676,1±99,21	633,4±93,42
Длина тела, см	34,5±1,83	35,2±1,90	35,4±1,54
<b>Индексы тела:</b>			
прогонистости	3,78±0,25	3,76±0,23	3,76±0,23
голова, %	19,58±0,60	19,49±0,65	19,75±0,65
толщины, %	11,81±0,65	11,93±0,68	11,49±0,43
упитанности, %	1,54±0,10	1,54±0,10	1,49±0,10
<b>Репродуктивные признаки:</b>			
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	2,62±0,610	2,85±0,39	2,78±0,40
Средняя масса икринки, мг	31,5±3,26	33,2±3,01	32,8±3,04

кой численностью самок, созревших в двухгодичном возрасте. Кроме того, они превосходили рыб других семей по ведущим рыбоводным признакам – массе тела и рабочей плодовитости.

Изучение взаимосвязи типа окрашивания и рыбоводных показателей свидетельствует о том, что среди созревших самок по массе тела и признакам телосложения доминировали особи фенотипа окраски (Ж), и затем наиболее яркой окраски (З-Ж). Таким образом, при отборе рыб на племя по массе тела следует учитывать не только их семейную принадлежность, но и фенотип окраски.

Результаты анализа морфемной структуры самок ремонтного стада свидетельствуют об эффективности систематического отбора рыб по эталонному породному окрашиванию. Благодаря такому отбору, среди потомков II поколения семейной селекции отсутствовали особи природного и серого окрашивания и преобладали рыбы золотисто-желтой и желто-коричневой золотистой тональности: 54,6% и 45,3%, соответственно. Таким образом, ремонтное маточное стадо самок было представлено рыбами элитной окраски, характерной для породы форели «Ропшинская золотая».

### РЕКОМЕНДАЦИИ

При проведении семейной селекции первый этап отбора по массе тела среди потомков разных семей целесообразно проводить у рыб в возрасте сеголеток. Среди них возможен комплексный отбор в племенную группу по окраске, массе тела и аномалиям развития.

При проведении второго этапа отбора среди годовиков на племя следует оставлять рыб из разных семей, окрашенных в элитные для породы золотисто-желтые и желтые тона, крупных по массе тела и без видимых аномалий развития. Особое внимание необходимо уделять появлению карликовых самцов – среди них необходима жесткая выбраковка особей с низкими показателями массы тела.

При созревании рыб в двухгодичном возрасте проводят третий этап отбора. Следует отдавать предпочтение семьям, в которых самки характеризуются лучшими рыбоводными показателями роста, плодовитости и количеством созревших рыб. Среди них необходимо оставлять на племя самок, окрашенных в типичные для породы золотисто-желтые тона и превосходящих остальных особей по показателям массы тела и репродуктивных признаков.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Катасонов В.Я., Черфас Н.Б. Селекция и племенное дело в рыбоводстве. М.: 1986. – 182 с.
1. Katasonov V.YA., ChErfas N.B. Selekcija i plemennoe delo v rybovodstve. M.: 1986. – 182 p.
2. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. – Л.: Наука – 1987. – 520 с.
2. Kirpichnikov V.S. Genetika i selekcija ryb. – L.: Nauka – 1987. – 520 p.
3. Голод В.М., Никандров В.Я., Терентьева Е.Г., Шиндавина Н.И.

- Селекционно-племенная работа с радужной форелью. СПб: ГосНИОРХ, 1995. – 29 с.
3. Golod V.M., Nikandrov V.YA., Terent'eva E.G., SHindavina N.I. Selekcionno-plemennaya rabota s raduzhnoj forel'yu. SPb: GosNIORH, 1995. – 29 p.
  4. 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. 3-109.
  4. Nikandrov V.YA., SHindavina N.I. Sozdanie, sovershenstvovanie i podderzhanie selekcionnyh dostizhenij v plemennyh hoz'yajstvah. V sb. «Porody raduzhnoj foreli (Oncorhynchus mykiss W.)». M.: FGNU «Rosinformagrotekh». 2006. – Pp. 3-109.
  5. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. Избранные труды. М.: Наука, 1982. – 383 с.
  5. SHmal'gauzen I.I. Organizm kak celoe v individual'nom i istoricheskom razvitii. Izbrannye trudy. M.: Nauka, 1982. – 383 p.
  6. Бабушкин Ю.П. Продукция спермы самцами радужной форели разных групп и возрастов // Изв. ГосНИОРХ.-1974.-Т.97. – С.115-122.
  6. Babushkin YU.P. Producirovanie spermy samcami raduzhnoj foreli raznyh grupp i vozrastov // Izv. GosNIORH.-1974. - V. 97. – Pp. 115-122.
  7. Никандров В.Я., Шиндавина Н.И. Обоснование и реализация программы крупномасштабной селекции в форелеводстве // В сб. Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – С.110-152
  7. Nikandrov V.YA., SHindavina N.I. Obosnovanie i realizaciya programmy krupnomasshtabnoj selekcii v forelevodstve // V sb. Genetika, selekcija i plemennoe delo v akvakulture Rossii. M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2005. – Pp. 110-152.
  8. Шиндавина Н.И., Никандров В.Я., Бабий В.А., Янковская В.А. Особенности фенотипа золотисто-желтой окраски у радужной форели (Oncorhynchus mykiss Walbaum) // Рыбн. хоз-во. Сер. Актуальные научно-технические проблемы отрасли: Сб. статей.-ВНИЭРХ.-2002. – С. 11-32.
  8. SHindavina N.I., Nikandrov V.YA., Babij V.A., Yankovskaya V.A. Osobennosti fenotipa zolotisto-zheltoj okraski u raduzhnoj foreli (Oncorhynchus mykiss Walbaum) // Rybn. hoz-vo. Ser. Aktual'nye nauchno-tehnicheskie problemy otrasli: Sb. statej.-VNIERH.-2002. – Pp. 11-32.
  9. Никандров В.Я., Шиндавина Н.И., Липатова М.И., Павлисов А.А. Особенности роста и развития сеголеток II поколения семейной селекции породы форели «Ропшинская золотая» Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1972). Формирование племенной группы рыб. Рыбное хозяйство.–2020. №2. – С.94-98.
  9. Nikandrov V.YA., SHindavina N.I., Lipatova M.I., Pavlilov A.A. Osobennosti rosta i razvitiya segoletok II pokoleniya semejnoy selekcii porody foreli «Ropshinskaya zolotaya» Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1972). Formirovanie plemennoj gruppy ryb. Rybnoe hoz'yajstvo.– 2020. №2. – Pp. 94-98.
  10. Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия. М.: Изд-во «Высшая школа». – 293 с.
  10. Lakin G.F. 1980. Biometriya. M.: Izd-vo «Vysshaya shkola». – 293 p.
  11. Nakamura K., Ozaki A., Akutsu T., Iwai K., Sakamoto T., Yoshizaki G. and Okamoto N. 2001. Genetic mapping of the dominant albino locus in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) // Mol. Genet. Genomics. V. 265. P. 687-693.
  11. Nakamura K., Ozaki A., Akutsu T., Iwai K., Sakamoto T., Yoshizaki G. and Okamoto N. 2001. Genetic mapping of the dominant albino locus in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) // Mol. Genet. Genomics. V. 265. P. 687-693.
  12. Boonanuntanasarn S., Yoshizaki G., Iwai K., Takeushi T. 2004. Molecular cloning, gene expression in albino mutants and gene knockdown studies of tyrosinase mRNA in rainbow trout // Pigm. Cell Res. V. 17. P. 413-421.
  12. Boonanuntanasarn S., Yoshizaki G., Iwai K., Takeushi T. 2004. Molecular cloning, gene expression in albino mutants and gene knockdown studies of tyrosinase mRNA in rainbow trout // Pigm. Cell Res. V. 17. P. 413-421.
  13. Blanc J.M., Poisson H., Gillet E. 2006. A blue variant in the rainbow trout, Oncorhynchus mykiss Walbaum // J. of Heredity. V. 97 (1). P. 89-93.
  13. Blanc J.M., Poisson H., Gillet E. 2006. A blue variant in the rainbow trout, Oncorhynchus mykiss Walbaum // J. of Heredity. V. 97 (1). P. 89-93