

**ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ
И СОЧЕТАЕМОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЗАВОДСКОГО СТАДА
ЛАДОЖСКОЙ ПАЛИИ (*SALVELINUS LEPECHINI*)
НА ОСОБЕННОСТИ РАННЕГО РАЗВИТИЯ ПОТОМСТВА**

А. А. Павлисов

Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства,
188514, Россия, Ленинградская обл., Ломоносовский р-н, пос. Ропша

Наилучшим критерием оценки племенных качеств производителей маточного стада является сравнительный анализ рыб по качеству потомства, проводимый по результатам инкубации. Доминирующее влияние на жизнестойкость потомства оказывает качество половых продуктов производителей. Цель нашей работы заключалась в изучении влияния качества половых продуктов производителей на выживаемость потомства, а также определение воздействия на этот признак эффекта сочетаемости родительских пар. Оценка особей заводского стада ладожской палии по качеству потомства была проведена в ФСГЦР во время нерестового сезона. Для определения эффекта сочетаемости были поставлены 16 парных скрещиваний, в которых использовали 20 производителей (10 самок и 10 самцов). Эффект сочетаемости пар производителей на выживаемость эмбрионов хорошо прослеживался в тех случаях, где родоначальниками были самки, и достигал максимальных значений 18,7 %. Однако из-за незначительного влияния самцов на количество эмбрионов с морфологическими аномалиями, увеличение выживаемости потомства от самки с плохим качеством половых продуктов приводит к увеличению числа особей с пороками развития. Материнское влияние проявилось на выживаемости эмбрионов, сроках вылупления личинок и их физиологическом состоянии, а также на количестве особей с морфологическими аномалиями. Влияние самцов на выживаемость эмбрионов значительно ниже, чем материнское. Различия по выживаемости потомства в I и II группах скрещиваний составили 18,5–18,7 %. Сочетаемость родительских пар сказывалась на динамике гибели зародышей уже на ранних стадиях эмбриогенеза. Таким образом, сочетаемость производителей оказывает значительное воздействие на качество потомства в эмбриональный и личиночный период развития. Качество икры (материнской клетки) определяет общий уровень физиологического состояния и жизнестойкости будущего потомства. Самцы оказывают улучшающее или ухудшающее влияние на выживаемость потомства на разных стадиях эмбриогенеза.

Ключевые слова: ладожская палия; искусственное воспроизводство; эмбриогенез; сочетаемость родительских пар; выживаемость потомства

Введение

Оценка рыб заводского стада по размерно-весовым и репродуктивным признакам является необходимым мероприятием при искусственном воспроизводстве рыб. По результатам бонитировки производителей осуществляют их отбор для дальнейшего разведения. Наилучшим критерием оценки племенных качеств производителей маточного стада является сравнительный анализ

рыб по качеству потомства, проводимый по результатам инкубации. Такой метод позволяет выявить лучших особей с высоким уровнем выживаемости потомства на эмбриональной и личиночной стадиях развития. Доминирующее влияние на жизнестойкость потомства оказывает качество половых продуктов производителей. Для самцов важными репродуктивными признаками являются объем эякулята, активность и концентрация сперматозоидов, для самок — масса икринки, целостность ее оболочки, химиче-

ский состав. Заметное влияние на качество и выживаемость потомства может оказывать сочетаемость производителей [1; 2].

Цель нашей работы заключалась в изучении влияния качества половых продуктов производителей на выживаемость потомства, а также определение воздействия на этот признак эффекта сочетаемости родительских пар.

Материалы и методы исследования

Оценка особей заводского стада ладожской палии по качеству потомства была проведена в ФСГЦР во время нерестового сезо-

на. Для определения эффекта сочетаемости были поставлены 16 парных скрещиваний, в которых использовали 20 производителей (10 самок и 10 самцов).

Половые продукты самок и самцов разделили на равные доли. Осеменение икры проводили сухим способом, затем икру промывали и помещали в рамки горизонтального лоткового инкубационного аппарата. На схеме скрещиваний (рис. 1) представлены четыре группы, по четыре скрещивания в каждой. В первых двух группах родоначальниками являются самки, в других двух — самцы.

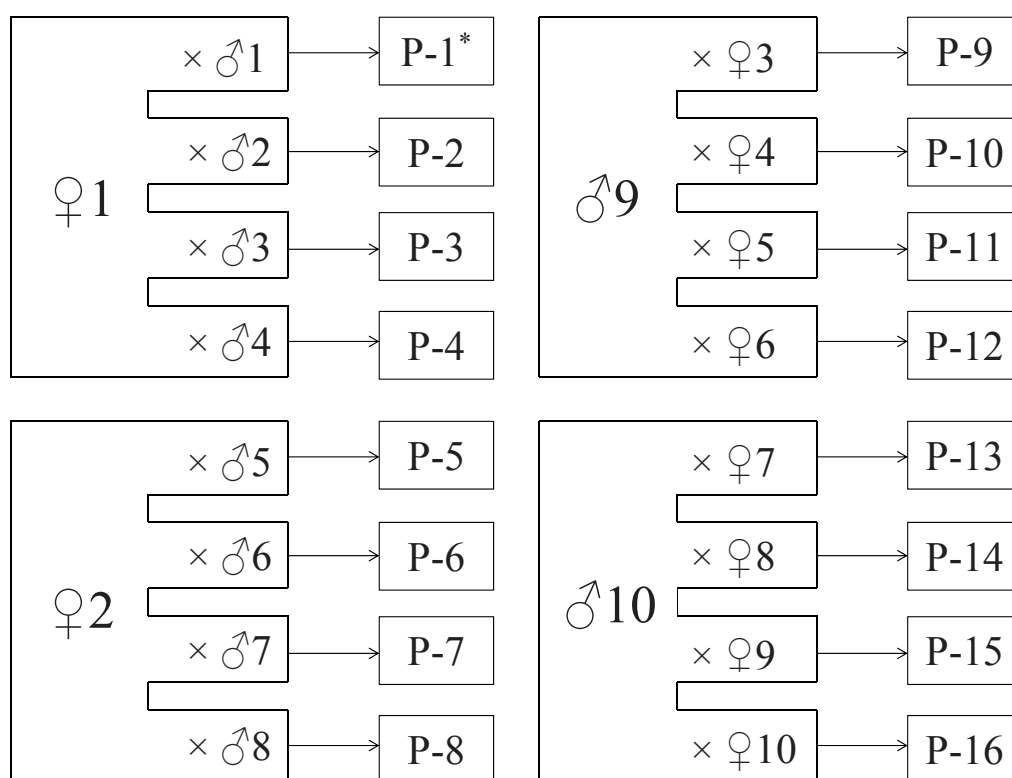


Рисунок 1 — Схема скрещиваний

* Здесь и далее Р — номер семьи

Процент развития эмбрионов изучали спустя 20 суток после осеменения. Из каждой опытной закладки были рэндомно отобраны по 100 икринок и помещены в спиртово-уксусный раствор (3 : 1) для подсчета икринок с развивающимися эмбрионами.

Весь период инкубации регистрировали температуру воды. Осуществляли контроль за выживаемостью на эмбриональной и личиночной стадиях, а к завершению опыта из общего числа выживших личинок определя-

ли количество особей с морфологическими аномалиями.

Во время выдерживания личинок большое внимание уделяли их поведению. В тех случаях, когда личинки демонстрировали наибольшую активность (не только перемещались по дну, но и поднимались в толщу воды), их состояние оценивали как «отличное». Там, где личинки активно двигались по дну инкубационного аппарата, не поднимаясь в толщу воды, — «хорошее», а где личинки

были вялыми, мало двигались, в основном забивались в углы инкубационного аппарата — «неудовлетворительное».

Наблюдения длились до перехода личинок на смешанное питание. По завершении опыта была проведена прижизненная бонитировка личинок всех опытных скрещиваний. У личинок измеряли массу и длину тела. В качестве анестетика использовали гвоздичное масло. Анестезирование проводили путем помещения личинок в водный раствор гвоздичного масла концентрацией 0,05–0,1 мл/л на 1 мин.

Весь материал был обработан статистически на ПК с использованием пакета анали-

за в программе Excel по методикам, описанным в руководствах Е. К. Меркурьевой [3] и Н. А. Плохинского [4].

Для скрещиваний использовали различных самцов, чьи рыбоводно-биологические признаки как превышали, так и не достигали средних значений по стаду (табл. 1). Самцов, которых использовали в качестве родоначальников (♂ 9, 10), отбирали по высокому значению объема эякулята, так как было необходимо осеменить их спермой несколько порций икры. Наряду с высокими значениями объема эякулята и рабочей плодовитости, они характеризовались низкой подвижностью спермиев. Остальных самцов отбирали рандомно.

Таблица 1 — Рыбоводно-биологическая характеристика самцов

Показатель	Средние значения по стаду $\bar{X} \pm m_x$	№ опытной особи									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса тела, кг	$2,2 \pm 0,08$	2,96	3,40	2,65	1,40	2,20	1,70	1,47	1,97	3,04	2,20
Длина тела, см	$58,3 \pm 0,6$	64,1	59,1	61,8	54,0	57,4	56,0	52,0	54,0	62,8	60,0
Объем эякулята, мл	$4,7 \pm 0,4$	6,0	2,7	7,1	0,8	5,0	3,8	2,4	2,1	10,0	12,0
Подвижность, с	$31,5 \pm 1,8$	30,3	30,2	51,0	41,9	16,3	21,7	42,5	19,6	13,4	19,2
Концентрация, млн шт./мм ³	$3,08 \pm 0,2$	2,92	4,90	2,59	3,91	0,61	1,27	2,93	3,58	2,26	5,23
Рабочая плодовитость, млрд шт.	$14,3 \pm 0,17$	17,5	13,2	18,4	3,1	3,05	4,8	7,0	7,5	22,6	62,7
Относительная плодовитость, млрд шт./кг	$1,5 \pm 0,13$	5,9	3,9	6,9	2,2	1,4	2,9	4,8	3,8	7,4	28,1

Самки № 1–10, используемые в опытных скрещиваниях, характеризовались высоким разнообразием по размерно-весовым и репродуктивным признакам, а также значительно отличались от средних значений хозяйственно-полезных признаков рыб маточного стада (табл. 2). В качестве родона-

чальниц были отобраны две самки (♀ 1, 2) с наибольшим значением рабочей плодовитости. Остальные особи были выбраны рандомно.

Температура воды во время инкубации изменялась от 6,1 до 6,9 °C и в среднем составила 6,6 °C (рис. 2).

Таблица 2 — Рыбоводно-биологическая характеристика самок

Показатель	Средние значения по стаду $\bar{X} \pm m_x$	№ опытной особи									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса тела, кг	$2,3 \pm 0,1$	3,36	3,32	1,52	1,73	1,80	2,24	1,76	2,28	2,18	1,99
Длина тела, см	$58,0 \pm 0,6$	62,1	63,5	53,1	54,2	50,9	58,1	55,6	59,0	56,9	56,9
Масса икринки, мг	$77,8 \pm 2,4$	84,7	67,6	94,3	72,5	89,3	61,7	76,9	87,7	79,4	69,4
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	$4,2 \pm 0,3$	6,4	6,2	1,9	3,0	2,5	5,9	2,7	3,7	4,3	3,7
Относительная плодовитость, тыс. шт./кг	$1,8 \pm 0,08$	1,9	1,9	1,2	1,7	1,4	2,6	1,5	1,6	2,0	1,8

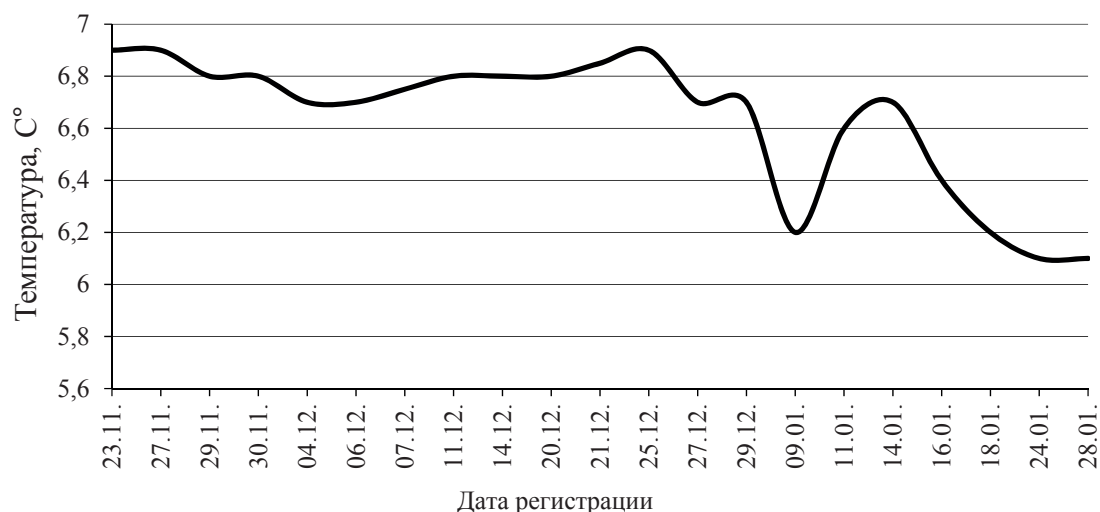


Рисунок 2 — Температурный режим инкубации

Результаты исследования

Эмбриональный период длился 68 суток, что составило 450 градусодней. Стадия пигментации глаз наступила на 34 сутки инкубации, т. е. ровно на половине срока всего эмбрионального развития. Вылупление длилось 8 суток: первыми вылупились личинки семей Р-7 и Р-11; последними — Р-1, Р-2, Р-3, Р-4, т. е. потомство ♀ 1 с разными самцами. Таким образом, значительное влияние на сро-

ки вылупления оказывала самка, а не сочетаемость родительских пар.

По результатам эмбрионального периода был проведен сравнительный анализ всех скрещиваний по качеству потомства (табл. 3).

Количество развивающихся эмбрионов во всех вариантах скрещиваний отличалось высокой вариабельностью. Минимальный процент развития составил 10 %, а максимальный 94 %.

Таблица 3 — Результаты оценки парных скрещиваний по качеству эмбрионов и личинок

№ семьи	Процент развития, %	Выживаемость эмбрионов, %	Выживаемость личинок, %	Морфологические аномалии, %
Р-1	84	23,1	20	99,1
Р-2	44	17,5	15,1	97,5
Р-3	38	4,4	2,4	100
Р-4	78	15,8	13,7	100
Р-5	26	89,8	88,6	2,1
Р-6	84	71,4	70,5	2
Р-7	94	89,9	88,6	2,1
Р-8	86	82	68,8	2,1
Р-9	64	91	89,8	1,5
Р-10	86	76,8	74,4	3,1
Р-11	88	86,3	80,7	3,2
Р-12	84	83,6	75,5	3,1
Р-13	78	82,7	77,4	3,2
Р-14	60	34,3	30,6	2,1
Р-15	46	18,7	17,3	96,6
Р-16*	10	0	—	—
min-max	10–94	0–91	2,4–89,8	1,5–100
$\bar{X} \pm m_x$	$65,6 \pm 6,38$	$54,2 \pm 8,91$	$54,2 \pm 8,49$	$34,5 \pm 12,12$

* Вариант скрещивания Р-16 исключен из дальнейшего анализа.

Следует отметить, что в вариантах Р-5, Р-9 и Р-13 выживаемость эмбрионов выше, чем процент развития, т. е. данные по факту отличались от расчетных данных, полученных по выборке. Это говорит о том, что возможны ошибки выборки и в отдельных случаях значительные (варианты Р-5 и Р-9) даже при выборке в 100 икринок, считающейся репрезентативной. В шести случаях (Р-1, Р-2, Р-3, Р-4, Р-14, Р-15) процент развития значительно выше итоговой выживаемости (разница между ними составила от 25,7 до 62,2 %), что может свидетельствовать о высокой эмбриональной смертности в этих семьях. В остальных случаях расхождения между этими показателями незначительные и колебались от 0,4 до 12,6 %.

Выживаемость эмбрионов варьировала от 0 до 91 % и в среднем составила 54,2 %. Особи с пороками развития среди личинок опытных скрещиваний встречались от 1,5 до 100 %.

Между выживаемостью на эмбриональной и личиночной стадиях наблюдали весьма высокую положительную связь (табл. 4). Высокая отрицательная связь была выявлена между количеством особей с морфологическими аномалиями и жизнестойкостью эмбрионов и личинок. Таким образом, можно прогнозировать, что икра плохого качества покажет одинаково низкий уровень жизнестойкости на всех этапах раннего развития. В то же время чем выше качество икры, тем ниже окажется количество особей с выраженными пороками развития, и наоборот.

Таблица 4 — Достоверные корреляции ($n = 15$)

Показатель	Выживаемость личинок, %	Морфологические аномалии, %
Выживаемость эмбрионов, %	0,99*	-0,91*
Выживаемость личинок, %		-0,90*

* $p = 0,05$.

В первой группе самку № 1, которая по всем хозяйственно-полезным признакам превышала средние значения размерно-весовых и репродуктивных признаков рыб маточного стада (см. табл. 2), скрещивали с четырьмя разными самцами, различающимися по массе тела, подвижности сперматозоидов, плодовитости. Средняя выживаемость эмбрионов

этой группы составила 15,2 %, что позволяет сделать вывод о низком качестве половых продуктов самки (табл. 5). В этой группе выявлено значительное влияние сочетаемости на выживаемость потомства, которая колебалась от 4,4 до 23,1 %, т. е. на 18,7 %. Для самки № 1 сочетаемость с самцом № 3 была хуже, чем с самцом № 1.

Таблица 5 — Характеристика самцов и самок по выживаемости эмбрионов

	Выживаемость эмбрионов				$\frac{X \pm m_x}{\text{min-max}}$
I группа скрещиваний					
♀1	♂ 1 (P-1)	♂ 2 (P-2)	♂ 3 (P-3)	♂ 4 (P-4)	$\frac{15,2 \pm 3,92}{4,4-23,1}$
	23,1	17,5	4,4	15,8	
II группа скрещиваний					
♀2	♂ 5 (P-5)	♂ 6 (P-6)	♂ 7 (P-7)	♂ 8 (P-8)	$\frac{83,3 \pm 4,37}{71,4-89,9}$
	89,8	71,4	89,9	82,0	
III группа скрещиваний					
♂9	♀ 3 (P-9)	♀ 4 (P-10)	♀ 5 (P-11)	♀ 6 (P-12)	$\frac{84,4 \pm 2,97}{76,8-91,0}$
	91,0	76,8	86,3	83,6	
IV группа скрещиваний					
♂10	♀ 7 (P-13)	♀ 8 (P-14)	♀ 9 (P-15)	♀ 10 (P-16)	$\frac{33,9 \pm 17,7}{0-82,7}$
	82,7	34,3	18,7	0	

На графике (рис. 3) можно выделить две основные области с высоким уровнем смертности: первая — с 7 по 21 декабря (завершение обрастания желтка бластодермой зародыша) и вторая — с 29 декабря по 18 января на стадии пигментации глаз. В целом все четыре кривые имеют схожую геометрию, что свидетельствует о доминирующем влиянии самки на процессы эмбриогенеза. У семьи Р-3 наивысший уровень смертности эмбрионов наблюдали на ранних стадиях развития (400 экз. на стадии завершения обрастания желтка бластодермой за-

родыша против 200 экз. на стадии пигментации глаз). В то же время у семьи Р-2 самый высокий показатель гибели был обнаружен на стадии пигментации глаз (340 экз. против 255 экз. на ранних стадиях). Эти данные свидетельствуют о проявлении влияния сочетаемости родительских пар на раннем этапе развития эмбрионов. Семьи Р-1 и Р-4 имели приблизительно одинаковый уровень смертности как на ранних, так и на поздних сроках эмбриогенеза.

Личинки этой группы были вялые, состояние оценивается как «неудовлетворительное».

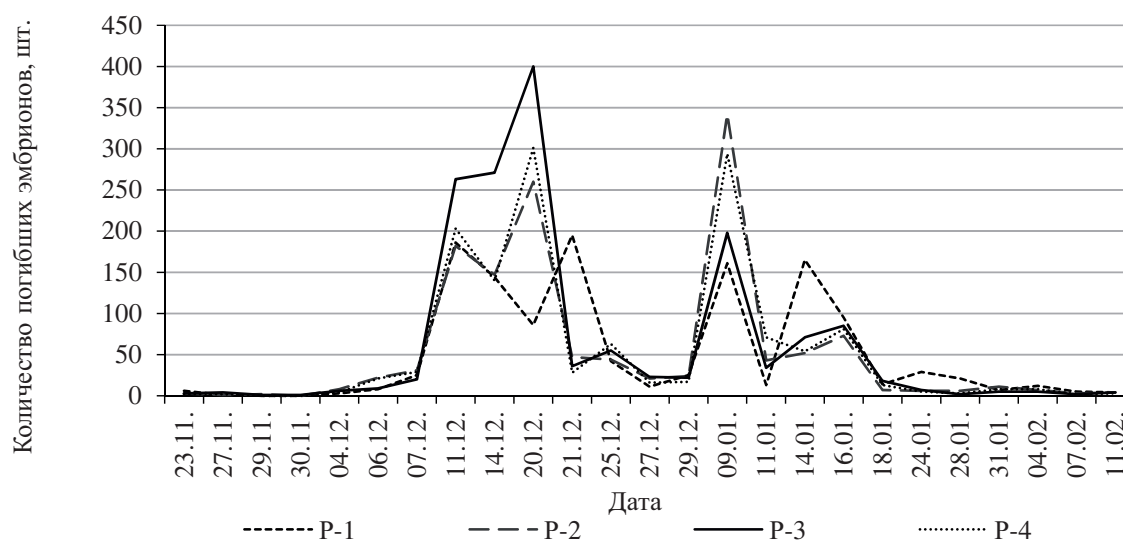


Рисунок 3 — Динамика смертности эмбрионов I группы скрещиваний

Вторая группа скрещиваний представлена самкой, по размерно-весовым характеристикам схожей с первой, только уступающей ей по средней массе икринки: 67,6 мг против 84,7 мг (см. табл. 2). Половые продукты этой самки были осеменены спермой четырех самцов, трое из которых характеризовались низкими показателями рыбоводных признаков относительно средних по стаду значений. Все самцы этой группы значительно уступали самцам из первой группы по подвижности сперматозоидов и по плодовитости. Средняя выживаемость эмбрионов в этой группе составила 83,3 %, что свидетельствует о высоком качестве половых продуктов самки (см. табл. 5).

Во второй группе скрещиваний высокую гибель эмбрионов наблюдали на стадии пигментации глаз (рис. 4). При этом значительную смертность эмбрионов на ранних стадиях развития наблюдали у семьи Р-6. Семья

Р-8 характеризовалась высокой смертностью эмбрионов на поздних стадиях развития — начиная от стадии пигментации глаз до самого вылупления. Так как в I и II группах скрещиваний, в каждой из групп использовали икру только от одной самки, различия по динамике смертности эмбрионов обусловлены лишь влиянием самцов.

Личинки демонстрировали высокую жизнестойкость, активно двигались по дну, в целом их состояние оценивалось как «хорошее». Влияние сочетаемости производителей на качество потомства в этой группе скрещиваний значительное: выживаемость эмбрионов варьировала от 71,4 до 89,9 %, различия составили 18,5 %. Несмотря на высокое качество половых продуктов у самки № 2, сохранность ее потомства в сочетании с самцами № 6, 8 была ниже, чем с самцами № 5, 7 (см. табл. 5).

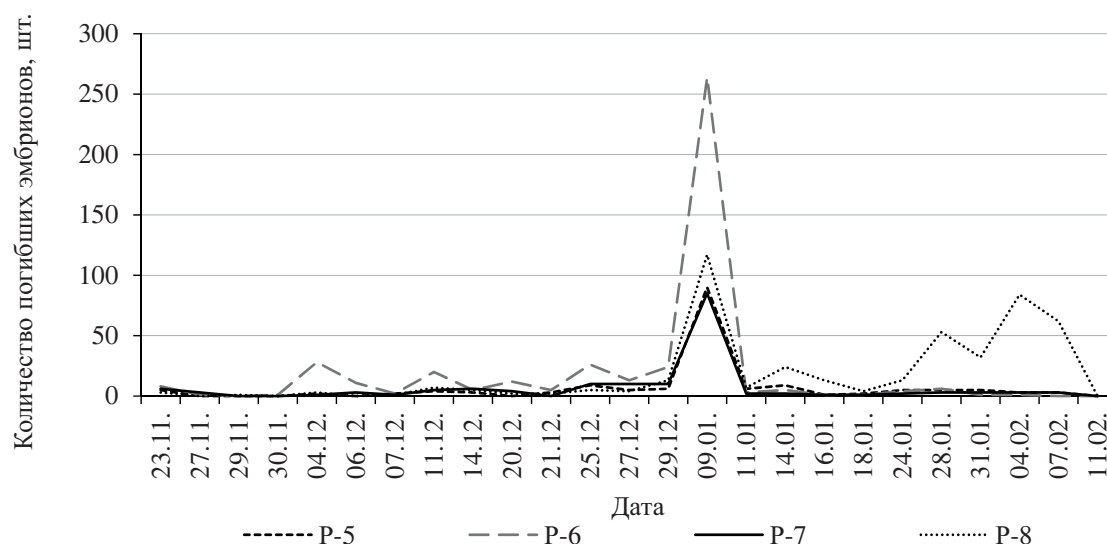


Рисунок 4 — Динамика смертности эмбрионов II группы скрещиваний

В двух остальных группах родоначальниками были самцы. Третья группа скрещиваний представлена самцом № 9, по многим показателям превышающим средние значения хозяйственно-полезных признаков рыб маточного стада (см. табл. 1), и четырьмя самками № 3–6, чьи пластические и репродуктивные признаки ниже средних по стаду значений (см. табл. 2). Выживаемость эмбрионов во всех вариантах была высокой и меня-

лась незначительно: 76,8–91,0 % (см. табл. 5).

Динамика смертности эмбрионов III группы скрещиваний значительно варьировала из-за использования четырех разных самок (рис. 5). Наибольшую гибель эмбрионов у семей P-9 и P-10 наблюдали на ранних стадиях инкубации, у P-11 и P-12 — на поздних. Самыми низкими значениями эмбриональной смертности среди семей III группы скрещиваний отличалась семья P-9.

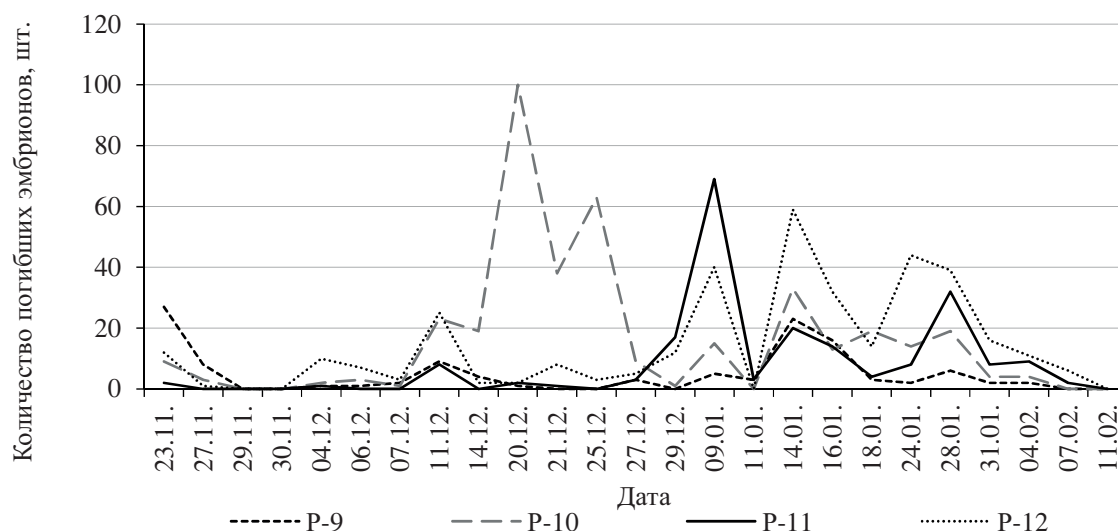


Рисунок 5 — Динамика смертности эмбрионов III группы скрещиваний

Состояние личинок III группы скрещиваний можно оценить как «отличное». Личинки не только активно двигались по дну инкубационного аппарата, но и поднимались в толщу воды. Можно сделать вывод о высоком качестве половых продуктов как у самца, так

и у всех четырех самок. Лучший показатель выживаемости был получен при сочетании самца № 9 с самкой № 3 (91,0 %), худший — с самкой № 4 (76,8 %) (см. табл. 5).

В четвертой группе скрещиваний в качестве основателя использовали самца № 10,

который по пластическим и репродуктивным признакам незначительно превышал средние значения хозяйственно-полезных признаков рыб маточного стада (см. табл. 1). Его спермой осеменяли икру от четырех самок с низкими значениями рыбоводно-биологических признаков. Результаты инкубации икры этой группы скрещиваний очень вариабельны. Выживаемость эмбрионов колебалась от 0 до

82,7 %, и в среднем составила 33,9 % (см. табл. 5).

Среди семей IV группы скрещиваний самый высокий уровень гибели зародышей на ранних стадиях эмбриогенеза наблюдали у семей P-15 и P-16 (рис. 6). Семьи P-13 и P-14 имели приблизительно одинаковый уровень смертности как на ранних, так и на поздних сроках эмбриогенеза.

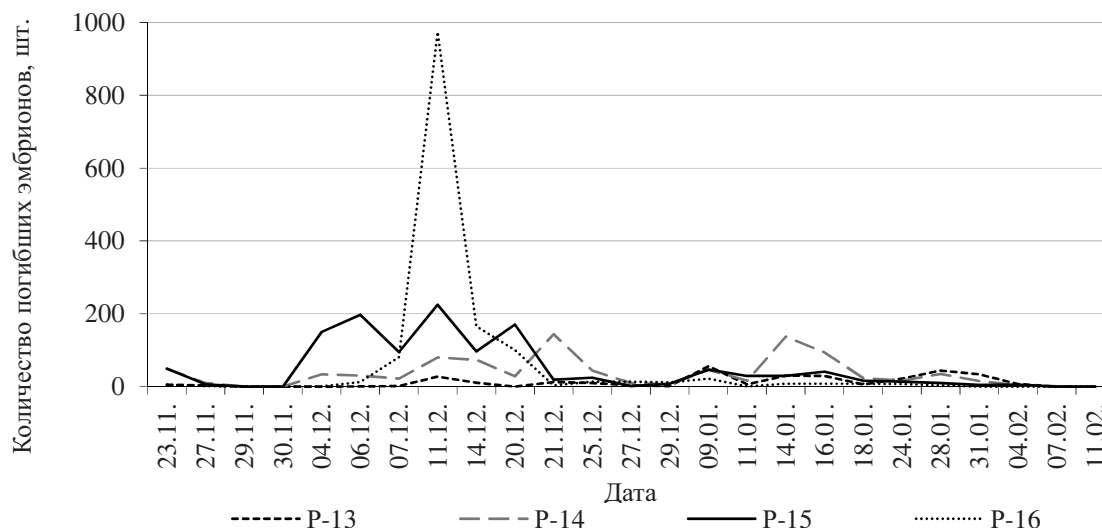


Рисунок 6 — Динамика смертности эмбрионов IV группы скрещиваний

Качество потомства семьи P-13 можно характеризовать как «отличное», выживаемость эмбрионов составила 82,7 %. У личинок семьи P-14 состояние «хорошее», выживаемость — 34,3 %. Личинки P-15 были в «неудовлетворительном» состоянии, практически не проявляли активности, выживаемость — 18,7 % (см. табл. 5).

Как и в предыдущем случае, в последней группе скрещиваний были выявлены самки с разнообразным качеством половых продуктов, что не позволяет уверенно судить о влиянии сочетаемости на качество потомства.

В вариантах с низкой выживаемостью эмбрионов (P-1, P-2, P-3, P-4, P-15) наблюдали слабое физиологическое состояние личинок и большое количество особей с морфологическими аномалиями, достигающими 100 % в вариантах P-3 и P-4 (табл. 6). Основные формы пороков развития — это разного характера сколиозы, в том числе в

форме спирали; реже наблюдали личинок со сросшимися желточными мешками, а также двух- или трехголовых личинок. В вариантах с высокой выживаемостью эмбрионов (P-9, P-10, P-11, P-12, P-13) наблюдали высокую активность личинок, а уровень особей с морфологическими аномалиями варьировал от 1,5 до 3,2 % и в среднем составил 2,45 %.

В группах скрещиваний, где родоначальниками являются самки, уровень вариации особей с пороками развития (для каждой из групп) незначителен, в то время как в группах, где родоначальниками выступают самцы, наблюдали значительные колебания этого признака. На основании этого можно предположить, что на количество особей с морфологическими аномалиями в потомстве доминирующее влияние оказывают самки, в то время как самцы практически не воздействовали на этот показатель.

Таблица 6 — Характеристика самцов и самок по количеству особей с морфологическими аномалиями в потомстве

	Морфологические аномалии, %				$\frac{X \pm m_x}{\text{min-max}}$
I группа скрещиваний					
♀1	♂ 1 (P-1)	♂ 2 (P-2)	♂ 3 (P-3)	♂ 4 (P-4)	$99,2 \pm 0,59$
	99,1	97,5	100	100	97,5–100
II группа скрещиваний					
♀2	♂ 5 (P-5)	♂ 6 (P-6)	♂ 7 (P-7)	♂ 8 (P-8)	$2,07 \pm 0,03$
	2,1	2,0	2,1	2,1	2,0–2,1
III группа скрещиваний					
♂9	♀ 3 (P-9)	♀ 4 (P-10)	♀ 5 (P-11)	♀ 6 (P-12)	$2,73 \pm 0,41$
	1,5	3,1	3,2	3,1	1,5–3,2
IV группа скрещиваний					
♂10	♀ 7 (P-13)	♀ 8 (P-14)	♀ 9 (P-15)	♀ 10 (P-16)	$25,5 \pm 23,7$
	3,2	2,1	96,6	0	0–96,6

До перевода личинок на активное питание их оценили по массе и длине тела (табл. 7, 8). Бонитировку не проводили на семьях с высоким количеством особей с пороками развития, а также с эмбриональной

и личиночной смертностью. Таким образом, индивидуальной оценке не подверглись личинки I группы скрещиваний (P-1, P-2, P-3, P-4), а также варианты P-15 и P-16.

Таблица 7 — Характеристика личинок по массе тела

Группа скрещиваний	Семья	<i>n</i>	min	max	<i>X</i>	<i>m_x</i>	σ	<i>C_v</i> , %
II	P-5	30	0,10	0,14	0,119	0,0022	0,012	10,3
	P-6	30	0,10	0,14	0,117	0,0016	0,009	7,5
	P-7	30	0,10	0,13	0,115	0,0015	0,008	7,1
	P-8	30	0,10	0,13	0,118	0,0015	0,008	7,2
III	P-9	30	0,10	0,16	0,131	0,0028	0,015	11,6
	P-10	30	0,10	0,15	0,135	0,0028	0,015	11,3
	P-11	30	0,09	0,15	0,129	0,0032	0,018	13,7
	P-12	30	0,10	0,16	0,126	0,0032	0,017	13,7
IV	P-13	30	0,11	0,13	0,124	0,0011	0,006	5,0
	P-14	30	0,11	0,13	0,122	0,0013	0,007	6,0

Таблица 8 — Характеристика личинок по длине тела

Группа скрещиваний	Семья	<i>n</i>	min	max	<i>X</i>	<i>m_x</i>	σ	<i>C_v</i> , %
II	P-5	30	2,3	2,7	2,48	0,018	0,10	4,0
	P-6	30	2,3	2,6	2,45	0,018	0,10	4,1
	P-7	30	2,3	2,6	2,47	0,019	0,11	4,3
	P-8	30	2,2	2,6	2,47	0,019	0,10	4,1
III	P-9	30	2,3	2,8	2,54	0,020	0,11	4,2
	P-10	30	2,3	2,7	2,58	0,018	0,10	3,9
	P-11	30	2,3	2,7	2,57	0,021	0,11	4,4
	P-12	30	2,3	2,9	2,57	0,027	0,15	5,7
IV	P-13	30	2,4	2,7	2,59	0,013	0,07	2,8
	P-14	30	2,4	2,7	2,58	0,017	0,09	3,6

Внутри каждой из групп скрещиваний отсутствовали достоверные различия по средней массе тела личинок. Во второй группе скрещиваний такое явление можно объяснить влиянием единственной самки-основателя. В III и IV группах, несмотря на использование разных самок, достоверная разница по средней массе тела личинок отсутствовала, по всей видимости, из-за малых значений признака и точности измерений. В среднем масса тела личинок до перехода на активное питание колебалась от 0,115 до 0,135 мг. Уровень вариации по массе тела во II группе скрещиваний находился в пределах 7,1–10,3 %, в III группе — от 11,3 до 13,7 %. Самый низкий уровень вариации (5–6 %) был выявлен у личинок IV группы скрещиваний. Средняя масса тела личинки умеренно коррелировала со средней массой икринки самок-матерей ($r = 0,49$ при $p = 0,05$).

Достоверных различий по средней длине тела личинок внутри каждой из групп скрещиваний не было обнаружено. В среднем длина тела колебалась от 2,45 до 2,59 см, а уровень вариации признака — от 2,8 до 5,7 %. Наблюдали слабую зависимость между средней длиной личинок и средней массой икринок самок-матерей ($r = 0,27$ при $p = 0,05$).

Обсуждение результатов

Эффект сочетаемости пар производителей на выживаемость эмбрионов хорошо прослеживался в тех случаях, где родоначальниками были самки, и достигал максимальных значений 18,7 %. Однако из-за незначительного влияния самцов на количество особей с морфологическими аномалиями, увеличение выживаемости потомства от самки с плохим качеством половых продуктов приводит к увеличению числа особей с пороками развития. Такой эффект наблюдали в первой группе скрещиваний, где выживаемость эмбрионов колебалась от 4,4 до 23,1 %, а число особей с морфологическими аномалиями — от 97,5 до 100 %, что подтверждает доминирующее влияние самок не только на выживаемость, но и на физиологическое состояние потомства [5; 6].

В случаях, где родоначальниками были самцы (III и IV группы скрещиваний), сложно судить о сочетаемости пар производителей, поскольку влияние самок не изучено в паре с другими самцами. Такой метод скрещиваний больше подходит для индивидуальной оценки самок. Из восьми самок, оцененных по выживаемости эмбрионов, оказались пригодными для разведения только пять особей (самки № 3, 4, 5, 6, 7).

Доминирующее влияние самок на качество потомства, при схожей схеме парных скрещиваний, было подтверждено американскими исследователями при изучении 16 самцов и 16 самок пресноводной чавычи [7]. В работе, посвященной выживаемости эмбрионов, полученных в результате парных скрещиваний радужной форели, авторы охарактеризовали влияние самцов на жизнестойкость потомства как непринимаемое в расчет [8]. В исследовании самцов радужной форели по качеству потомства было отмечено незначительное влияние самцов на оплодотворяющую способность и выживаемость потомства до перехода на активное питание [9].

Заключение

Результаты, полученные при использовании распространенной методики определения процента развития (оплодотворения) икры в спиртово-уксусной смеси, значительно отличались от фактических данных (см. табл. 3). По всей видимости, такой метод можно применять только в случае если способность икры к оплодотворению и выживаемость эмбрионов находятся на высоком уровне. При выживаемости эмбрионов ниже 70 % возможны большие несоответствия, даже при выборке в 100 экз.

Материнское влияние проявилось на выживаемости эмбрионов, сроках вылупления личинок и их физиологическом состоянии, а также на количестве особей с морфологическими аномалиями.

Влияние самцов на выживаемость эмбрионов значительно ниже, чем материнское. Различия по выживаемости потомства в I и II группах скрещиваний составили 18,5–18,7 %.

Сочетаемость родительских пар сказывалась на динамике гибели зародышей уже на ранних стадиях эмбриогенеза.

Таким образом, сочетаемость производителей оказывает значительное воздействие на качество потомства в эмбриональный и личиночный период развития. Качество икры (материнской клетки) определяет общий уровень физиологического состояния и жизнестойкости будущего потомства. Самцы оказывают улучшающее или ухудшающее влияние на выживаемость потомства на разных стадиях эмбриогенеза. В то же время влияния самцов на количество особей с морфологическими аномалиями не было выявлено. При увеличении жизнестойкости потомства за счет влияния самцов в сочетании с некачественными половыми продуктами самки возрастает вероятность получения большого числа особей с пороками развития в потомстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никандров В. Я. Выбор и оценка элитных самцов радужной форели по качеству их потомства. Сообщение II // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 228. С. 117–126.
2. Рыбоводно-биологическая характеристика производителей радужной форели и их оценка по качеству потомства / А. Г. Яблоков, Н. И. Шиндавина, А. Н. Образцов и др. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1982. Вып. 188. С. 3–17.
3. Меркурьева Е. К. Генетика с основами биометрии. М. : Колос, 1983. С. 170–200.
4. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с.
5. Шиндавина Н. И. Рост эмбрионов и личинок радужной форели в связи с индивидуальными особенностями самок // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1985. Вып. 229. С. 23–34.
6. Зонова А. С. О выживаемости эмбрионов карпа и ее связи с некоторыми показателями самок // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 88. С. 173–188.
7. Wipf M.M. and Barnes M.E. Parental male effects on landlocked fall chinook salmon progeny survival // North American Journal of Aquaculture. 2012. V. 74. P. 443–448.
8. Nagler J.J., Parsons J.E. and Cloud J.G. Single pair mating indicates maternal effects on embryo survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Aquaculture. 2000. V. 184. P. 177–183.
9. Образцов А. Н. Методы повышения эффективности рыбоводного использования самцов радужной форели. Сообщение III. Отбор и проверка самцов по качеству потомства // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 276. С. 100–111.

INFLUENCE OF QUALITY OF REPRODUCTIVE PRODUCTS AND COMPATIBILITY OF SIRES OF THE LADOGA LAKE CHAR (*SALVELIUS LEPECHINI*) HATCHERY STOCK ON SPECIFIC FEATURES OF EARLY DEVELOPMENT OF ITS BROOD

A.A. Pavlisov

Federal Selection and Genetic Center of Fish Farming,
Ropsha settlement, Lomonosovsky district, Leningrad Region, Russia 188514

Comparative analysis of fish by quality of its breeding which is performed on the basis of results of incubation is the best criteria for determination of breeding qualities of a breeding stock. Quality of sires' reproductive products has the dominant impact on vital capacity of brood. The objective of our work was to study the impact of quality of sires' reproductive products on vital capacity of their brood, and to determine the influence the compatibility effect of parental pairs has on this characteristics. Assessment of the Ladoga lake char hatchery stock by quality of its brood was performed at Federal Selection and Genetic Center of Fish Farming during the spawning season. In order to determine the compatibility effect we set up 16 pair mating experiments in which we used 20 sires (10 female and 10 male fishes). The compatibility effect of sire pairs on survival of embryos was traces in those cases where females were the stripes, and reached the maximum level of 18.7%. However, due to that minor effect males had on the number of embryos with morphologic abnormalities, increase of the

survival rate of brood produced by a female with reproductive products of poor quality results in increase of the number of species with developmental defects. Maternal impact became apparent in vital capacity of embryos, the period of larval hatching, their physiological state, and number of species with morphologic abnormalities. The impact males have on vital capacity of embryos is significantly lower than that females have. Survival of brood in the 1st and 2nd mating groups differed by 18.5-18.7%. Compatibility of parental pairs affected the dynamics of loss of embryos at the early stages of embryogenesis. Thus, compatibility of sires has a significant impact on quality of brood at the embryonic and larval developmental stages. Quality of eggs (maternal cells) pre-determines the general physiological state and vital capacity of future brood. Males can have an improving or worsening impact of survival of their brood at various stages of embryogenesis.

Key words: Ladoga lake char; artificial reproduction; embryogenesis; compatibility of parental pairs; brood survival

REFERENCES

1. Nikandrov V.Y. [Selection and Assessment of Selected Rainbow Trout by Quality of Its Brood. Report II]. Collection of Scientific Papers of State Research Institute on Lake and River Fisheries. 1988. Issue 228. P. 117-126. (In Russ.)
2. Yablokov A.G., Shindavina N.I., Obratsov A.N. et al. [Breeding and Biological Characteristics of Rainbow Trout Sires and Assessment by Quality of Their Brood]. Collection of Scientific Papers of State Research Institute on Lake and River Fisheries. 1982. Issue 188. P. 3-17. (In Russ.)
3. Merkur'yeva K.K. [Genetics with Basics of Biometry]. Moscow: Kolos, 1983. P. 170-200. (In Russ.)
4. Plokhinsky N.A. [Guidebook on Biometry for Zootechnicians]. Moscow: Kolos, 1969. 256 p. (In Russ.)
5. Shindavina N.I. [Growth of Rainbow Trout Embryos and Larvae in Relation to Individual Features of Females]. Collection of Scientific Papers of State Research Institute on Lake and River Fisheries. 1985. Issue 229. P. 23-34. (In Russ.)
6. Zonova A.S. [About Survival of Carp Embryos and Its Relation to Some Parameters of Females]. Bulletin of State Research Institute on Lake and River Fisheries. 1974. Vol. 88. P. 173-188. (In Russ.)
7. Wipf M.M. and Barnes M.E. Parental male effects on landlocked fall chinook salmon progeny survival. North American Journal of Aquaculture. 2012. V. 74. P. 443-448.
8. Nagler J.J., Parsons J.E. and Cloud J.G. Single pair mating indicates maternal effects on embryo survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 2000. V. 184. P. 177-183.
9. Obratsov A.N. [Methods of Increasing Efficiency of Use of Rainbow Trout Males for Breeding. Report III. Selection and Testing of Males by Quality of Their Breeding]. Collection of Scientific Papers of State Research Institute on Lake and River Fisheries. 1988. Issue 276. P. 100-111. (In Russ.)

Об авторе

Павлисов Андрей Арсенович,
старший научный сотрудник
Федеральный селекционно-генетический центр
рыбоводства, филиал ФГБУ «Главрыбвод»
188514, Ленинградская обл., Ломоносовский р-н,
пос. Ропша, Стрельнинское шоссе, д. 4
8 909 580-51-68; wildddecorations@list.ru

About the author

Andrey Arsenovich Pavlisov,
Senior Research Fellow
Federal Selection and Genetic Center of Fish
Farming, Branch of Federal State Budgetary
Institution "Glavrybvod"
4, Strelninskoye Road, Ropsha settlement,
Lomonosovsky district, Leningrad Region 188514
8 909 580-51-68; wildddecorations@list.ru