

УДК 639.371.13:639.3.07

ВОЗРАСТНОЙ ПОДБОР В ФОРЕЛЕВОДСТВЕ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ ПОТОМСТВА

Н.П. Новоженин

Индустриальные методы производства товарной форели, в частности выращивание ее в садках, получают все большее развитие в практике современного форелеводства. В нашей стране садковое выращивание форели еще не приобрело пока таких промышленных масштабов, как, например, в ГДР [5, 17], Норвегии [13, 15] и других странах. Основная причина медленного внедрения садкового выращивания товарной форели — острый дефицит посадочного материала.

При выращивании посадочного материала необходимо стремиться к сокращению потерь на различных этапах онтогенеза. Анализ результатов выращивания посадочного материала в ряде форелевых хозяйств (Руисском, Чернореченском, Минском, Пылула и др.) показывает, что выход от икры сеголетков-годовиков не превышает 5-10%, в лучшем случае — 30%. Основные потери (70-90%) отмечаются на ранних этапах эмбрионального и постэмбрионального развития. Большой отход наблюдается также при выращивании сеголетков. Даже по нормативам Гидрорыбпроекта (1967 г.) на этот период планируется отход 30%, хотя в иных хозяйствах при прудовом методе выращивания посадочного материала потери превышают и эту величину. В практике форелеводства за рубежом нередко выход из икры до годовика и даже до товарной форели достигает 50% [14, 16].

С 1967 по 1971 г. нами определялась степень влияния возраста самок и самцов на качество половых продуктов и жизнестойкость потомства. В 1974 г. сделана производственная проверка полученных результатов (Чернореченское и Острошицкое форелевые хозяйства) по существующей методике [9, 10, 12].

Установлено, что количество и качество половых продуктов изменяется с возрастом производителей форели. У самок с возрастом увеличивалась плодовитость, диаметр и масса икринок, их разнокачественность. Рабочая плодовитость возрастала непрерывно — от 2502 икринок в среднем у 3-годовалых рыб (при средней массе рыб 970 г) до 4996 икринок у 7-9-годовалых производителей (при средней массе рыб 1960-2710 г). Диаметр и масса икринок повышаются до шестигодовалого возраста (табл. 1).

Вычисления коэффициента корреляции показали наличие зависимости между диаметром и массой икринок ($r = +0,74 - 0,75$) и возрастом самок. С возрастом самок изменяется и химический состав икринок, особенно содержание жира. Наименьшее количество жира отмечено

Таблица 1

Размеры икринок у самок радужной форели разного возраста

Возраст самок, годы	Диаметр икринок, мм			Масса икринок, мг			Количество проб	Количество исследованной икры, шт.
	средний	min	max	средняя	min	max		
3	4,11±0,026	3,6	4,3	43,5±0,90	32,7±0,30	53,3±0,25	35	3679
4	4,37±0,017	4,0	4,7	56,7±0,91	42,5±0,23	69,9±0,35	63	6677
5	4,47±0,026	4,2	4,8	60,7±1,30	44,2±0,42	78,3±0,49	39	4112
6	4,62±0,017	4,3	4,9	69,8±1,16	49,8±0,33	87,7±0,27	50	4975
7	4,62±0,037	4,4	4,9	68,6±2,15	53,4±0,24	84,2±0,35	15	1382
8-9	4,65	4,5	4,9	69,4±5,70	64,1±0,34	81,3±0,67	3	378

в икре от впервые нерестующих трехгодовалых рыб (1,2% на сырое вещество и 3,12% на сухое вещество). В икре 4-6-годовалых рыб количество жира увеличивается (1,32-1,54% на сырое вещество и 3,49-5,58% на сухое вещество) и снова снижается в икре 7-9-годовалых самок (1,15% на сырое вещество и 3,11% на сухое вещество). Таким образом, связь между возрастом самок и содержанием жира в икре носит криволинейный характер ($\eta = 0,563$ на сырое вещество и $\eta = 0,714$ на сухое вещество).

Наиболее полноценной (по размерам и химическому составу) следует считать икру от 6-годовалых самок (в данном случае их условно выделяем в группу средневозрастных), особенно по сравнению с икрой впервые нерестующих самок. Снижение качества икринок отмечено и у старых рыб.

У самцов с возрастом также наблюдалось изменение количества и качества спермы. Средний объем эякулята, полученный от 3-5-годовалых рыб, различался незначительно (5,5-6,5 мл), у рыб старше 6-годовалого возраста отмечено резкое увеличение единовременной порции спермы (9,3-12,9 мл). Максимальный объем эякулята (18-30 мл) отмечен у 3-годовалых самцов 6-7-годовалого возраста массой 1950-2350 г. У рыб старшего возраста снижался объем порции спермы (7,0-12,5 мл). Активность спермиев зависит в основном от условий и методов содержания производителей и в меньшей степени от возраста самцов (она колебалась от 26,7 до 33,2 с). Концентрация спермы с возрастом снижалась, особенно у самцов старше 5 лет, при этом отмечены очень резкие колебания концентрации спермы от 4,05 до 10,66 млн. шт./мм³ у 3-5-годовалых самцов и у рыб старшего возраста от 3,45 до 8,16 млн. шт./мм³.

Сперма, полученная от самцов разного возраста, отличалась по химическому составу. У 3-6-годовалых производителей в сперме содержалось 0,27-0,42% жира на сырое вещество и 5,46-7,11% на сухое вещество. В сперме рыб старшего возраста количество жира резко возрастает (до 0,74% на сырое вещество и 8,86% на сухое вещество).

Физиологические изменения, происходящие в организме с возрастом, влияют в дальнейшем на оплодотворяемость икры, жизнестойкость и другие особенности потомства. При спаривании одновозрастных самок

Таблица 2

Оплодотворяемость икры при одновозрастном спаривании производителей форели

Возрастное сочетание, годы	Оплодотворяемость, %			Число сочетаний
	средняя	min	max	
3 x 3	93,3±0,81	90,0	98,1	8
4 x 4	97,2±0,62	92,2	99,7	13
5 x 5	97,1±0,81	93,6	99,2	9
6 x 6	96,5±1,40	93,1	99,0	5
Старше 6 лет	92,3±2,35	87,9	96,0	3

и самцов радужной форели наиболее высокая оплодотворяемость икры отмечена в группе рыб 4–6-годовалого возраста (табл. 2). При использовании более молодых и старых производителей оплодотворяемость снижалась. Достоверные различия (при $P = 0,05$) имелись в сочетании молодых и 4–5-годовалых рыб. В других вариантах различия оказались недостоверными, хотя арифметическая разница была значительной (4,2–4,9%). Это можно объяснить небольшим числом наблюдений и более значительной вариабельностью ($\sigma = 4,08$) процента оплодотворения у разных пар.

За период инкубации (70–75 дней) отход икры средневозрастных производителей был небольшим (7,8–9%), но в сочетаниях старых самок с самцами разного возраста повысился вдвое (18,2%). В сочетаниях впервые нерестующих самок с самцами среднего возраста отход икры колебался от 8,4 до 73,2% и зависел от размеров икринок [11]. При отборе старых крупных самок с массой икринок свыше 45 мг отход за инкубацию оставался таким же, как и у рыб среднего возраста (табл. 3), но отход икры массой менее 45 мг значительно возрастал. Основной отход во время инкубации икры наблюдался до стадии пигментации глаз (условно выделен как первый период инкубации). Он состоял из партеногенетически развивающейся икры, поэтому в этот период отмечена высокая отрицательная корреляция ($r = \sqrt{0,78}$) между оплодотворяемостью икры и ее отходом. Следовательно, чем выше процент оплодотворения, тем меньше отход. Эти данные свидетельствуют о важности подбора производителей по возрасту и качеству половых продуктов (при тщательности проведения оплодотворения).

Отход эмбрионов после выклева возрастал, особенно в сочетаниях молодых (18,5%) и старых (11%) производителей. В сочетаниях рыб среднего возраста отход не превышал 3,9–6,7%. Во всех возрастных сочетаниях наибольший отход наблюдался в начальный период выклева. Он состоял из дефектных эмбрионов, выдупляющихся, как правило, головой вперед. В потомстве молодых и старых рыб уродов было в два раза больше, чем в потомстве от рыб среднего возраста. Зависимость отхода свободных эмбрионов от возраста производителей была высока ($\eta = 0,74$). Суммарное влияние возраста самок и самцов на жизнестойкость потомства в период желточного питания составило более половины ($\eta^2 = 0,55$) влияния всех факторов.

При переходе на смешанное питание (при условии ранней подкормки) отход потомства резко снижался (до 2,2%), причем различия в возрастных сочетаниях производителей были небольшими. При запаздывании с началом кормления жизнестойкость потомства уменьшилась, особенно у более мелких личинок (из мелкой икры), полученных от молодых производителей. Влияние возраста рыб на жизнестойкость потомства в период смешанного питания оказалось значительно ниже ($\eta = 0,326$), чем в период желточного питания. При дальнейшем выращивании потомства (до годовалого возраста) различий по жизнестойкости потомства от разных возрастных сочетаний не отмечено. Отход не превышал 5% и зависел от тщательности проведения различных рыбоводных операций.

Исследования подтвердили, что возраст производителей форели влияет на качество и количество половых продуктов, оплодотворяемость икры, жизнестойкость потомства. Лучшие половые продукты проду-

Таблица 3

Зависимость жизнестойкости потомства от возраста производителей радужной форели

Возрастные сочетания, годы	Оплодотворимость икры, %	Отход, %				общий	Количество уродов, %	Число сочтаний	Число икринок в опыте
		за периоды инкубации		за период питания					
		I	II	желточного	смешанного				
3x3	$\frac{90,0-98,5}{93,3 \pm 0,81}$	$\frac{1,7-8,0}{5,5 \pm 1,93}$	$\frac{1,2-5,0}{2,9 \pm 1,14}$	$\frac{15,4-20,1}{18,5 \pm 1,52}$	$\frac{1,2-2,7}{1,8 \pm 0,38}$	8,4	10,5	3	6971
4x4	$\frac{92,2-99,7}{97,2 \pm 0,62}$	$\frac{0,9-10,6}{5,4 \pm 0,68}$	$\frac{1,0-5,8}{2,8 \pm 0,34}$	$\frac{3,2-13,6}{6,5 \pm 0,66}$	$\frac{0,4-5,6}{2,0 \pm 0,43}$	8,2	6,2	15	42134
5x5	$\frac{93,6-99,2}{97,1 \pm 0,81}$	$\frac{1,7-10,8}{4,8 \pm 0,99}$	$\frac{0,7-8,7}{3,0 \pm 0,93}$	$\frac{1,1-11,8}{6,7 \pm 1,00}$	$\frac{0,3-2,0}{1,2 \pm 0,33}$	7,8	5,6	9	25580
6x6	$\frac{93,1-99,0}{96,5 \pm 1,40}$	$\frac{2,6-10,4}{6,3 \pm 1,14}$	$\frac{0,7-5,1}{2,7 \pm 0,61}$	$\frac{2,6-6,7}{3,9 \pm 0,99}$	$\frac{1,0-3,3}{2,2 \pm 0,39}$	9,0	5,8	6	25396
7x7	$\frac{93,0-96,0}{94,5 \pm 1,50}$	$\frac{5,5-13,3}{8,8 \pm 1,89}$	$\frac{4,3-13,0}{9,4 \pm 1,89}$	$\frac{10,2-12,0}{11,0 \pm 0,53}$	$\frac{0,6-3,0}{1,8 \pm 1,20}$	18,2	11,0	5	14333

цируют самки и самцы среднего возраста. Выживаемость потомства от молодых самок также значительно ниже, чем от рыб среднего возраста. Зародыши и молодь от старых самок также отличаются меньшей жизнестойкостью. У 3-6-годовалых самцов наблюдается почти одинаковая оплодотворяющая способность. Однако, начиная с 5-годовалого возраста, у многих самцов качество спермы снижается; их следует выбраковывать.

Поэтому для оплодотворения в хозяйствах следует использовать самцов, нерестующих второй и третий раз и, как исключение, рыб более старшего возраста после тщательного отбора лучших из них. В наших опытах на ропшинских производителях не были проверены впервые нерестующие самцы. Данные многих авторов говорят о том, что при использовании спермы молодых самцов для осеменения икры процент оплодотворения снижается [1, 2], а процент уродств в потомстве повышается [12, 13]. Следовательно, использовать впервые нерестующих самок и самцов в форелеводстве можно лишь в виде исключения.

Колебания оплодотворяемости икры и жизнестойкости потомства от разных пар одного возраста связано с биологическими особенностями самок и самцов и разнокачественностью полученных от них половых продуктов, соответствием компонентов половых гамет друг другу и условиям среды. Смертность зародышей возрастает при недостаточно тщательном отборе производителей по качеству половых продуктов и экстерьерным признакам (использование тугорослых самок и самцов, производителей с кровоизлияниями в полости тела и т.д.).

По мере роста потомства зависимость его жизнестойкости от возраста производителей снижалась. Особенно значительно влияет возраст самок и самцов на гибель потомства на ранних этапах жизни (до перехода на активное питание). Максимальная доля влияния возраста самок и самцов на жизнестойкость потомства не превышала $\frac{1}{2}$ общей суммы всех факторов. Следовательно, для повышения выхода молоди необходимо учитывать и другие факторы, влияющие на этот показатель, среди которых основную роль играют условия среды. Влияние возраста производителей на оплодотворяемость икры и жизнестойкость потомства проявится в полной мере в оптимальных условиях внешней среды [6].

В наших опытах условия среды были одинаковыми, но не наилучшими. В природе форель выбирает участки с оптимальными условиями среды [15], поэтому и возрастное влияние сказывается в большей мере. Обеспечение оптимальных условий среды на каждом этапе онтогенеза позволит добиться максимально возможного выхода молоди. В частности, для создания нужных параметров инкубации в настоящее время начали использовать более эффективные устройства вертикальной системы [3, 4, 7], позволяющие одновременно резко сократить потребность в воде и улучшить ее качество. Положительным будет также переход на циркуляционную систему водоснабжения с регулируемы ми условиями среды [5]. В постэмбриональный период выдерживать и подрощивать молодь нужно в соответствии с количеством и качеством воды, температурным и газовым режимами, кормами и методами кормления и т.д. [8].

Выводы

1. Возрастной подбор производителей – важный резерв повышения производства молоди и эффективности форелеводства в целом.
2. Сочетание производителей среднего возраста повышает оплодотворяемость икры и выживаемость потомства на ранних этапах развития. Использование впервые нерестующих самок и самцов возможно в виде исключения после тщательного отбора лучших экземпляров по окрестерным показателям и качеству половых продуктов. Потомство от производителей старше 6 лет отличается пониженной жизнестойкостью, поэтому их следует использовать лишь после тщательного отбора и при недостатке в маточном стаде производителей среднего возраста.
3. Маточное стадо в форелевых хозяйствах должно состоять из 4–6-годовалых самок и 2–4-годовалых самцов.
4. Влияние возраста производителей неодинаково на различных этапах развития потомства и достигает максимума ($\frac{1}{2}$ общей суммы факторов) в период эмбрионального и постэмбрионального развития.
5. Для повышения выхода молоди необходимо обеспечивать оптимальные условия среды в соответствии с биологическими особенностями потомства на различных этапах развития.

Список использованной литературы

1. Бабушкин Ю.П., Савостьянова Г.Г., Чапская М.К. Сравнение качества спермы у производителей разных групп радужной форели. – "Известия ГосНИОРХа", 1971, т. 74, с. 117–122.
2. Бабушкин Ю.П. О влиянии возраста самцов радужной форели на качество продуцируемой спермы. – "Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов", 1972, № 10, с. 20–23.
3. Баламутов А.С., Новоженин Н.П. Современные и перспективные средства инкубации икры в форелеводстве и на лососевых рыбобоводных заводах. – "Вопросы прудового рыбоводства". Сб. научн. трудов ВНИИПРХа, 1971а, вып. 8, с. 103–107.
4. Баламутов А.С., Новоженин Н.П. Состояние и направление дальнейших работ по созданию и внедрению средств инкубации икры форели и других лососевых рыб. – "Вопросы прудового рыбоводства". Сб. научн. трудов ВНИИПРХа, 1971б, вып. 8, с. 160–165.
5. Гордон Л.М., Эрман Д.А. Развитие, биотехника и экономика зарубежного товарного рыбоводства. М., ЦНИИТЭИРХ, 1972, с.1–95.
6. Жукинский В.Н. Зависимость качества половых продуктов и жизнестойкости эмбрионов от возраста производителей у тарани. – В сб.: Влияние качества производителей на потомство у рыб. Киев, 1965, с. 94–122.
7. Канидьев А.Н. Новый инкубационный аппарат высокой эффективности. – "Рыбное хозяйство", 1973, № 10, с. 20–23.
8. Канидьев А.Н., Новоженин Н.П., Титарев Е.Ф. Руководство по разведению радужной форели в пресной и соленой воде. М., ВНИИПРХ, 1974. 60 с.
9. Новоженин Н.П. Влияние возраста производителей на оплодотворяемость икры и жизнестойкость потомства у радужной форели. –

Материалы Всесоюзного совещания "Развитие прудового рыбоводства и рациональное освоение водоемов и водохранилищ" (тезисы докладов). М., 1971, с. 231-233.

10. Новоженин Н.П. О возрастном подборе в форелеводстве (при одновозрастном спаривании производителей). - "Краткие тезисы докл. к совещанию по обмену опытом в форелеводстве", Л., 1972а, с. 32-33.

11. Новоженин Н.П. Выживаемость потомства в зависимости от возрастного подбора производителей радужной форели. - "Вопросы прудового рыбоводства". Сб. научн. трудов ВНИИПРХа, 1972б, вып. 9, с. 231-246.

12. Новоженин Н.П. К вопросу об использовании впервые нерестующих самцов в форелеводстве. - "Труды ВНИИПРХа", 1974, т. 23, с. 95-104.

13. Abadie-Maumert F-A. L'aquaculture norvegienne une activité encore neuve, mais fort prometteuse. Piscicult.franc, 1973, 36, p. 41-44.

14. Bellet R. Les Causes Favorisantes des Mortalités Anormales en Salmoniculture. Bull. Franc. de Pisciculture, 1960, N 198, p. 125-135.

15. Greenberg D.B. Forellenzucht. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1963.

16. Inkster T. As modern as tomorrow and blessed with endless water, this trout ranch produces rainbows by the millions. Nat. Fish. 1964, 45, N 8, p. 33-34.

17. Steffens W. Stand und Entwicklung der Produktion von Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*) in der Deutschen Demokratischen Republik. Zt. f. die Binnenfischerei der DDR, Bd. 21, 1974, H. 10, S.p. 310-316.

Age selection in trout culture as a method of increasing the vital capacity of progeny

N.P. Novozhenin

SUMMARY

Certain relationships have been ascertained, such as between the age of females of rainbow trout and fecundity, the diameter and weight of eggs, their chemical composition, between the age of males and eyaculat volume, activity of spermatozomes, concentrations of spermatozomes in the sperm liquid and chemical composition of the sperm.

The combination of spawners of mid-ages increases the fertilization capacity of eggs and survival of progeny at early stages of development. The vital capacity of progeny obtained from young or old spawners is lower. The effect of age of spawners is more distinctly pronounced in the periods of embryonic and post-embryonic development, later at the stage of mixed feeding it becomes less marked. The brood stock in trout farms is recommended to be comprised of females at age of 4-6 and males at age 2-4 years.