

ТОМ  
СШТРУДЫ ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ОКЕАНОГРАФИИ (ВНИРО)

1974

УДК 597.554.3 - III.2

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ГЕМОГЛОБИН КРОВИ САМОК РЫБЦА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ САДКОВОГО СОДЕРЖАНИЯЛ. В. Баденко  
АзНИИРХ

Во время разработки нормативов и составления проектов эксплуатации Аксайско-Донского рыбоводного завода сведения по биологии донского рыба были крайне скудны. В литературе имелись лишь данные о ходе рыба в Дон и Кубань, местах его концентрации в Таганрогском заливе и размножении в Северном Донце (Недошивин, 1925; Марти, 1930; Троицкий, 1949; Жуковский, 1957). Это и послужило причиной того, что в первые годы эксплуатации Аксайско-Донского завода произошли большие потери производителей (до 40% от числа посаженных рыб) при плохом созревании самок (10-18%) (Алексеева, Логвинович, 1961).

Производители азовского рыба на этом заводе в преднерестовый и нерестовый периоды на протяжении трех - пяти месяцев содержатся в садках при высокой плотности посадки (до 5 шт./м<sup>2</sup>). Стенки садков зацементированы, а ложе покрыто толстым слоем ракуши.

Известно, что рыба в Дону в преднерестовый и нерестовый периоды не прекращает питаться. Кормовая база в реке и в садках, конечно, далеко не одно и то же. Поэтому рыба испытывал голодание.

В первые два года эксплуатации завода производителей рыба в садках не подкармливали. На третий год им начали давать комбикорм, но не более двух-трех раз в неделю. По данным Е. В. Алексеевой (1960), производители рыба в заводских условиях охотно поедают искусственный корм.

Данные о пищевом рационе рыб, подкармливаемых с целью повышения их продуктивности, весьма ограничены (Головинская, 1954; Строганов, 1962). До настоящего времени нет четких сведений о влиянии различных видов кормов на половые функции производителей. В.Э.Беккер (1957, 1959) отмечает, что голодание золотого карася в преднерестовый и нерестовый периоды обуславливает резорбцию икры. Это ежегодно наблюдалось и у значительной части рыбца на Аксайско-Донском заводе (Алексеева, 1964).

Чтобы выяснить, как кормление рыбца влияет на интенсивность нереста, Д.Н.Логвинович (1964) были проведены специальные исследования. В первые дни питания, с 27 марта, корм выдавали с некоторым избытком. При этом ежедневный рацион не превышал 5-7 кг, что составляло менее 2% от веса тела рыбы. С 9 мая ежедневную порцию увеличивали до 20 кг и она съедалась полностью. В нерестовый период, с 14 мая по 30 июня, суточный рацион был увеличен в среднем до 32,2 кг (8% от веса рыбы). При составлении рациона за основу были взяты данные о том, что в рационе в донерестовый период должны преобладать углеводы, которые компенсируют истощение, обусловленное зимовкой и формированием гонад. В конце этого периода протеиновое отношение в корме от исходного широкого - 1:8 и 1:6 должно быть узким - 1:2 и 1:1.

Исходя из тех соображений, что рыбца потребляет корм незадолго до нереста и что эта рыба относится к порционно икромечущим, мы пришли к выводу, что протеиновое отношение в оба периода кормления должно быть узким - 1:1,2 и 1:0,99.

Возник вопрос: как будет влиять дополнительное кормление рыбца на его состояние и воспроизводительную способность при содержании в садках Аксайско-Донского рыбоводного завода.

Детальное изучение крови человека и сельскохозяйственных животных показало, что кровь - это своеобразное "зеркало", в котором находят отражение основные жизненно важные процессы, протекающие в организме.

В ряде работ, вышедших из лаборатории физиологии Мосрыбвтуза (Голодец, 1939; Дробкина, Телкова, 1949; Дробкина, 1951; Пучков, Федорова, 1951; Антипова, 1954) отмечается, что лейкоцитарная формула крови у рыб подвержена большим колебаниям и зависит от экологических факторов, влияющих на исследуемый объект, и от его физиологического состояния.

Приведенные авторы исследовали лейкоцитарную формулу крови у карпа, густеры, ерша, леща, судака в зависимости от времени года и созревания гонад. Полученные результаты свидетельствовали о сдвиге в лейкоцитарной формуле при переходе гонад из IV в V стадию зрелости.

С другой стороны, известно влияние характера корма на содержание гемоглобина и число эритроцитов у рыб (Драбкина, 1951, 1951а, 1953; Голодец, 1954; Остроумова, 1957). По наблюдениям Б.М.Драбкиной, кормление молодежи лососевых и осетровых только олигохетами приводит к развитию у сеголетков анемии из-за недостатка в корме необходимых минеральных солей и витаминов.

Ухудшение условий питания молодежи осетра, леща, судака, лосося, сазана вызывает изменение морфологического (уменьшение числа эритроцитов и содержания гемоглобина) и лейкоцитарного состава крови (Голодец, 1954; Кобрина, 1957; Ассман, 1960).

Относительно влияния условий среды на поведение рыба в канавках и садках рыбоводного завода накоплен большой материал, тогда как о физиологии донского рыба в литературе почти нет никаких сведений.

В задачу настоящего исследования входило определение содержания гемоглобина в крови и состава лейкоцитарной формулы, которые, по-видимому, могут отражать различный уровень обмена веществ самок рыба в период созревания и нереста при различных условиях содержания их в садках Аксайско-Донского рыбоводного завода.

Для изучения картины крови донского рыба мы располагали материалом, состоящим из 262 мазков и 145 определений гемоглобина, сделанных у 145 производителей Аксайско-Донского завода.

В основу гематологического анализа были положены содержание гемоглобина в крови и состав лейкоцитарной формулы как более наглядные показатели, определение которых не требует много времени и вполне выполнимо в полевых условиях. Высокий уровень содержания гемоглобина в крови, характерный для карповых рыб (Коржуев, Никольская, 1951), и его значительные колебания, по-видимому, позволят судить о различном состоянии обмена веществ самок рыба при различной интенсивности их питания.



Кровь у рыб брали, примерно, в одно и то же время — с 8 до 11 ч утра (время выборки сетей в реке и облова нерестовых канавок на рыбоводном заводе). Подопытных рыб при взятии крови содержали в ваннах, наполненных водой. Кровь брали из жаберной артерии при проведении общего биологического анализа.

Содержание гемоглобина определяли в гемометре Сали типа ГС-2. Мазки фиксировали метиловым спиртом в течение 3 мин. и окрашивали по методу Гамза в течение 50 мин. Краску приготовляли из расчета: две капли краски Гимза на 1 см<sup>3</sup> буферной смеси.

В литературе нет данных о крови рыльца, поэтому мы были вынуждены воспользоваться морфологической классификацией крови пресноводных рыб (Пучков, 1954).

В результате изучения 189 препаратов крови, взятой при различном физиологическом состоянии рыльца, у нас сложилось некоторое представление о морфологическом строении форменных элементов. Незернистые лейкоциты представлены в основном лимфоцитами, моноцитами и полиморфноядерными. Из зернистых найдены только нейтрофилы. Нейтрофильные клетки имеют характерную зернистость: мелкие зерна округлой формы, буровато-красного цвета. Ядро овальной формы смещено обычно к периферии клетки.

Структура незернистых лейкоцитов донского рыльца в основном совпадает с аналогичными формами других карповых рыб (Пучков, 1954; Голодец, 1939; Антипова, 1954; Драбкина, 1951, 1958).

На основе анализа материалов мы попытались определить изменения в содержании гемоглобина и морфологической картине крови рыльца в связи с нерестом при разной интенсивности питания.

В табл. I включены данные опытов по кормлению рыльца (Логвинович, 1964). Когда суточная дача корма на рыбу составляла в среднем 1-2 г, содержание гемоглобина в крови при переходе гонад из IV в VI стадию зрелости при прочих равных условиях снижалась с 70 до 44%.

Данные, приведенные в табл. I, показывают, что содержание гемоглобина в крови самок рыльца, близких по размеру и весу, постепенно уменьшается в период нереста и тотчас после нереста. Это явление отмечено рядом авторов для других видов рыб (Калашников, 1939; Лысая, 1951).

Т а б л и ц а I

Изменение состава крови самок рыбы в связи с нерестом при разной интенсивности питания (римскими цифрами обозначены стадии зрелости)

Показатели	Суточная дача корма 2 г				Суточная дача корма 18 г			
	IV	IV-Y	Y	VI	IV	IV-Y	Y	VI
Средняя длина, см	29,3	31,5	29,5	29,0	27,5	29,3	29,8	28,5
Средний вес, г	404,7	514,0	477,0	437,0	396,0	396,0	430,5	391,0
Содержание гемоглобина, %	70	54	48	44	74	60	57	60
Состав лейкоцитов, %								
лимфоциты	93	38	49	57	85	79	44	55
моноциты	5	27	26	26	I	-	6	4
нейтрофилы	I	2	2	20	I	I	7	8
полиморфно-ядерные	I	16	23	13	13	20	43	33
Продолжительность опыта, сутки	2	42	112	120	2	42	91	91
Число исследованных рыб	10	6	6	7	10	6	9	17

Известно, что различия в интенсивности и характере питания не сказываются на составе лейкоцитов взрослых рыб (Остроумова, 1957; Ассман, 1960). Поэтому сдвиги в лейкоцитарной формуле, наблюдаемые нами, должны быть отнесены к изменениям картины крови при созревании гонад.

При переходе гонад из IV в Y стадию зрелости значительно увеличилось количество моноцитов и полиморфноядерных (см. табл. I). У самок, особенно ослабленных недавно прошедшим нерестом (стадия VI-II), кроме низкого содержания гемоглобина в крови и повышенного количества нейтрофилов, наблюдалось ерошение чешуи,

появление на теле красных пятен и язв, что свидетельствовало о патологических процессах в их организме (Ляйман, Шполянская, 1949).

При увеличении среднесуточной дачи корма на одну рыбу до 18 г весь корм съедался рыбами. Содержание гемоглобина в связи с созреванием гонад снизилось только на 14%. Однако и при этой интенсивности питания у отдельных особей, особенно ослабленных прошедшим нерестом, наблюдалось не только низкое содержание гемоглобина в крови (44-57%), но и сдвиги в лейкоцитарной формуле, проявляющиеся в повышенном количестве нейтрофилов (8-23%).

Кормление рыба в преднерестовый и нерестовый периоды оказало благотворное влияние на состояние самок.

Когда рыба в садках кормили недостаточно, уже перед выметом первой порции икры при больших энергетических затратах (выход на течение в нерестовые канавки) содержание гемоглобина в крови падало в среднем до 48%. Низкое содержание гемоглобина в крови, наблюдаемое в преднерестовый период, когда рыба в естественных условиях интенсивно питается, должно было привести к нарушению жизненных отправления, к остановке овуляции икры, к ее резорбции. Наблюдения А.А.Мелешко (1966) показали, что действительно, уже в начале нереста при отсутствии дополнительного корма у большинства самок наблюдалась резорбция яйцеклеток второй порции икры.

По-видимому, резкое повышение количества моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов в крови у рыба в этот период соответствует их фагоцитарной функции в процессе резорбции овоцитов. В этот период происходит ликвидация последствий нереста в ячниках - резорбция пустых фолликулов и оставшихся невыметанных овоцитов.

Д.Н.Логвинович в 1963 г. проводила опыты по выяснению влияния некоторых абиотических факторов на физиологическое состояние самок. Рыба поместили в садки с различным гидрологическим режимом: в садке № 1 течения совсем не ощущалось (0,2 м/сек), в садке № 5 течение достигало 0,5 м/сек. Интенсивность кормления в обоих садках была одинаковой: 18 г в сутки.

Результаты наблюдений за изменениями в состоянии производителей во время выдерживания и нереста приведены в табл.2.



Т а б л и ц а 2

Изменения состава крови самок рыбец в связи с различным гидрохимическим режимом в садках в 1963 г. (римскими цифрами обозначены стадии зрелости)

Показатели	Садок № I				Садок № 5			
	IУ	IУ-У	У	УП	IУ	IУ-У	У	УП
Средняя длина, см	27,5	29,3	29,8	28,5	27,5	28,6	29,7	30,0
Средний вес, г	426	396,8	384	386	382	374	396	388
Содержание гемоглобина, %	64	54	44	50	64	60	58	60
Состав лейкоцитов, %								
лимфоциты	92	8I	40	45	85	79	44	55
моноциты	6	I	8	3	I	-	6	4
нейтрофилы	I	3	IO	28	I	I	7	8
полиморфно-ядерные	I	I2	40	24	I3	20	43	33
Продолжительность опыта, сутки	2	42	9I	9I	2	42	9I	9I
Резорбция овоцитов, %х/	-	57	50	50	-	20	I6	I6
Число исследованных рыб	6	6	7	I2	7	8	6	IO

х/ Число самок с резорбцией икры приведено по данным А.А.Мелешко (1966).

Из таблицы видно, что через 42 дня после зарыбления у самок рыбец из садка № I (с низким водообменом) в преднерестовой состоянии содержание гемоглобина в крови упало до 54%. Резервация самок в течение этого же времени в садке № 5 (с более высоким водообменом) привело к незначительному снижению гемоглобина в крови (до 60%).

В нерестовый период содержание гемоглобина в крови самок из садка № I снизилось до 44%. Появились больные особи с красными геморрагическими пятнами и ерошением чешуи на теле. В то же время у самок из садка № 5 содержание гемоглобина снизилось до 58%. Больных особей в этом садке почти не было.

У особей из садка № I в нерестовом состоянии наблюдалось в лейкоцитарной формуле увеличение моноцитов и нейтрофилов (10-28%).

У особей из садка № 5 количество полиморфноядерных элементов белой крови и нейтрофилов в этот же период составляло 7-8%.

Поскольку кормление производителей в садках в этом опыте было одинаковым (за весь период содержания было выдано по I кг корма на одну рыбу) и другие условия обитания (температура воды, плотность посадки, газовый режим) были также равными, причину разного снижения содержания гемоглобина в крови самок в преднерестовом состоянии, содержащихся в садках № I и № 5, следует искать в различном гидрологическом режиме. По данным ряда авторов, занимающихся воспроизводством рыльца (Алексеева, 1960; Берлянд, 1949; Логвинович, 1964), течение как в канавках, так и в садках является основным условием, обеспечивающим нормальный обмен веществ и окончательное дозревание овоцитов.

Таким образом, уже в преднерестовом состоянии у самок из садка № I содержание гемоглобина в крови находилось на уровне минимального, встречаемого при заготовке рыльца в реке (54%). Поэтому следовало ожидать, что нерест в садке № I будет неэффективным, а рабочая плодовитость самок не достигнет абсолютной плодовитости. Наблюдения над осетровыми рыбами показали, что у ослабленных самок с низким содержанием гемоглобина созревание и овуляция овоцитов затягиваются и расходятся во времени. При этом зрелые половые клетки могут оставаться в фолликулах, в результате чего значительно снижается рабочая плодовитость ослабленных самок (Баденко, 1972).

У самок из садка № 5 за то же время выдерживания (42 дня) содержание гемоглобина в крови снизилось только до 60%, в результате чего состояние производителей в преднерестовый период было вполне удовлетворительным.



В период массового выхода производителей на нерест среднее содержание гемоглобина в крови самок из садка № I упало до 50%. При таком сравнительно низком содержании гемоглобина в крови нормальное течение жизненных процессов, в том числе и размножения, вряд ли возможно (Павлов, Кролик, 1939; Калашников, 1939). Поэтому следовало ожидать в садке № I массовую резорбцию овоцитов, которая значительно снижает эффективность нереста.

При наступлении нерестовых температур у самок из садка № 5 среднее содержание гемоглобина в крови оставалось на прежнем, относительно высоком уровне (60%), который обеспечивал нормальное созревание и овуляцию овоцитов и делал нерест возможным.

Наши наблюдения за физиологическим состоянием производителей в разные периоды нереста вполне согласуются с данными А.А.Мелешко (1963) о гистологическом строении гонад в разные периоды нерестового состояния у самок рыбца.

Согласно данным А.А.Мелешко, в преднерестовый период резорбция икры у самок из садка № I наблюдалась у 57% особей от посаженного числа, в то время как у самок из садка № 5 резорбировалась икра только у 20% особей.

В разгар нереста резорбция первой порции овоцитов у самок из садка № I (где отсутствовало течение) наблюдалась у 50% самок, тогда как у самок из садка № 5 резорбция овоцитов наблюдалась у 18% особей.

В конце нерестового периода резорбция овоцитов первой и второй порций наблюдалась у самок из садка № I у 50% особей, а у самок из садка № 5 резорбция была обнаружена только у 16% особей.

Таким образом, наши исследования показали, что питание самок рыбца в преднерестовый и нерестовый периоды при прочих оптимальных условиях их содержания значительно улучшает их физиологическое состояние. Особенно благотворно влияние кормления в посленерестовый период, когда самки очень ослаблены.

В условиях слабой проточности, которая наблюдалась в некоторых садках, дополнительное кормление не оказало благо-

творного влияния на эффективность нереста, так как созревание овоцитов и их овуляция у реафильных рыб, представителем которых является рыбец, по-видимому, может происходить только в условиях высокой проточности. При этом течение, вызывая повышенную двигательную мышечную активность, поддерживает обмен веществ на высоком уровне; как источник энергии используется жир, депонированный в мышцах рыб.

Кормление рыба в преднерестовый и нерестовый периоды при прочих оптимальных условиях содержания улучшило его физиологическое состояние и оказало благотворное влияние на его воспроизводительную способность.

Согласно наблюдениям Д.Н. Логвинович (1964), при подкармливании рыба в садках значительно повысился выход икры на одну самку, а число нерестующих самок возросло в 3-4 раза.

При подкармливании и наличии течения в садках количество нерестующих самок колеблется от 59,3 до 65%.

Интенсивное питание рыба в преднерестовый и нерестовый периоды улучшило его физиологическое состояние и в связи с этим, позволило Аксайско-Донскому заводу повторно использовать их для рыбоводства после зимовки в прудах. Наблюдения последних лет (1964-1965 гг.) показали, что основное количество икры при выполнении рыбоводного плана было получено от повторно используемых производителей.

Кормление рыба позволит Аксайско-Донскому заводу значительно усовершенствовать биотехнику разведения рыб и снизить себестоимость выращиваемой молодежи.

## Л и т е р а т у р а

- А л е к с е е в а Е.В. Материалы по биологии донского рыбца. - "Труды: АзНИИРХ", 1960, вып.3, с. 74-85.
- А л е к с е е в а Е.В., Л о г в и н о в и ч Д.Н. Разведение донского рыбца. М., "Рыбное хозяйство", 1961, с.1-23.
- А л е к с е е в а Е.В. Созревание и резорбция яйцеклеток рыбца. - "Вопросы ихтиологии", 1964, т.4, вып.2, 31, с. 304-315.
- А н т и п о в а П.С. Сезонные и возрастные изменения морфологического состава крови карпа. - "Вопросы ихтиологии", 1954, вып.28, с. 120-123.
- А с с м а н А.В. Некоторые данные о выполнении различных условий питания на морфологический состав крови сазана. - "Вопросы ихтиологии", 1960, вып.15, ст. 148-166.
- Б а д е н к о Л.В. Основные результаты физиологических исследований в связи с усовершенствованием биотехники воспроизводства осетровых рыб Азовского моря. - "Труды АзНИИРХ", 1972, вып.10, с. 115-142.
- Б е к к е р В.Э. О влиянии условий существования на развитие гонад и порционное икротечение у золотого карася. ДАН СССР, т.117, № 5, 1957.
- Б е к к е р В.Э. О влиянии плотности населения рыб на их рост и воспроизводительную способность (на примере золотого карася). Труды технического института рыбной промышленности и хозяйства, 1959, с. 889-892.
- Б е р л я н д Т.Б. Об устойчивости и изменчивости некоторых черт экологии размножения рыб на примере рода рыбцов. - "Рыбное хозяйство", 1949, № 1.



- Голодец Г.Г. О морфологической картине крови некоторых рыб. - "Труды Мосрыбвтуза", 1939, вып.2, с. 1-30.
- Голодец Г.Г. Состав крови выращиваемой молоди осетра, леща, судака. - "Вопросы ихтиологии", 1954, вып.2, с. 114-120.
- Головинская К.А. Опыт кормления производителей карпа. - "Труды ВНИПРХ", т.УП, 1954, с.58-69.
- Драбкина Б.М., Телкова Л.П. Зрелость половых продуктов у самок кубанской севрюги и лейкоцитарная формула крови. - "Труды лаборатории основ рыбоводства", 1949, т.2, с.240-249.
- Драбкина Б.М. Исследование крови молоди осетра и севрюги в связи с различием в питании. - "ДАН СССР", 1951, т.76, № 6, с.
- Драбкина Б.М. Влияние пищевого рациона на физиологию выращиваемой молоди осетровых. - "Рыбное хозяйство", 1951, № 2, с. 2-41.
- Драбкина Б.М. Исследование крови молоди осетра и севрюги в связи с различными условиями выращивания. - "Труды ВНИРО", 1953, т.24, с.300-316.
- Драбкина Б.М. Исследование крови у производителей и молоди куриного лосося. - "Труды Совещания по физиологии рыб", М., 1958, с. 372-380.
- Жуковский Т.М. Нерестовые миграции и места нереста донского рыльца. - "Вопросы ихтиологии", 1957, вып.9, с. 78-91.
- Калашников Г.Н. Состав крови рыб. - "Ученые записки МГУ", 1939, с. 122-146.
- Кобринна Е.Л. Показатели крови молоди лосося, выращиваемой на Чернореченском рыбоводном заводе. - "Ср. раб. студенческ. научн. о-ва Мосрыбвтуза", М., 1957.

- К о р ж у е в П.А., Н и к о л ь с к а я И.Л. Объем крови некоторых морских и пресноводных рыб. - ДАН СССР, 1951, т.80, № 6, с. 989.
- Л а й м а н Э.И., Ш п о л я н с к а я А.Ю. Некоторые новые данные по клинике и эпизоотологии "краснухи" карпа. - "Рыбное хозяйство", 1949, № 4, с.
- Л о г в и н о в и ч Д.Н. Рекомендации по усовершенствованию биотехники заводского метода разведения рыба. - "Аннотация АзНИИРХ", 1964, с. 95-98.
- Л ы с а я Н.М. Об изменении состава крови лососей в период нерестовых миграций. - "Известия ТИРО", 1951, т.35, с.41-60.
- М а р т и Ю.Ю. Материалы по биологии и промыслу азово-кубанских рыба и шемаи. - "Труды Азово-Черноморской научной рыбхозстанции". 1930, вып.4, с. 83.
- М е л е ш к о А.А. О влиянии некоторых условий содержания на гистологическое состояние гонад самок рыба. - "Труды АзНИИРХ", 1966, вып.8, с.113-121.
- Н е д о ш и в и н А.Я. К биологии донского рыба. - "Рыбное хозяйство", 1925, № 11, с.140.
- О с т р о у м о т а И.Н. Показатели крови и кроветворения в онтогенезе рыба. - "Известия ВНИОРХ", 1957, т.43, вып.3, с. 3-63.
- П а в л о в В.А., К р о л и к Б.Н. Содержание гемоглобина и число эритроцитов в крови некоторых пресноводных рыба. - "Труды Бородинской биологической станции, 1936, т.9, с. 123-128.
- П у ч к о в Н.В., Ф е д о р о в а А.Л. Исследование изменений состава крови карпа под влиянием голодания и охлаждения. - "Труды Мосрыбвтуза", 1951, вып.4, с.120-143.

П у ч к о в Н.В. Физиология рыб. М., Пищепромиздат, 1954,  
40 с.

С т р о г а н о в Н.С. Экологическая физиология рыб. М.,  
изд-во МГУ, 1962, 440 с.

Morphological composition and hemoglobin  
in the blood of females of vimba with regard  
to conditions of maintenance

L.V.Badenko

S u m m a r y

The effect of feeding and various speeds of flow in the Aksaisk-Don nursery ponds on the physiological condition of females of vimba was investigated. Anemia was developed in undernourished specimens as early as in the pre-spawning period and affected maturation of ovocytes and ovulation. After spawning, ulcer disease was developed in the anemic females, and a fairly large amount of polymorphonuclear leucocytes (20-28%) occurred in the blood.

A supplementary diet provided no positive results on the physiological condition of fish when there was no flow in the nursery pond. In ponds with marked flows the hemoglobin content was only slightly reduced in specimens fed on a diet in the pre-spawning and spawning periods, which resulted in normal maturation of ovocytes and ovulation.