

УДК 639.2.034:639.372.8(262.5)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ ЧЕРНОМОРСКОЙ КАМБАЛЫ-КАЛКАНА В 1968—1971 гг.

В. П. Попова

АзчерНИРО

Интенсификация рыболовства и усовершенствование рыболовной техники привело к уменьшению запасов рыб во внутренних морях и океанах. Естественное воспроизводство в большинстве случаев не в состоянии компенсировать убыль в результате воздействия промысла и неблагоприятных условий для воспроизводства, сложившихся в последние годы в некоторых водоемах.

Поэтому все более актуальной становится проблема увеличения запасов ценных промысловых видов рыб путем их искусственного разведения и развития морских рыбоводных хозяйств.

В последние годы искусственное разведение морских рыб приняло более широкий размах, чем в предшествующие годы, в Норвегии, Англии, Японии (Дементьева, 1965; Шелбурн, 1971; Стрекалова, 1964). В СССР морское рыборазведение, в том числе и на Черном море, остается экспериментальным (Зайцев, 1954, 1964; Потеряев, 1938; Чертов и др., 1970; Овен, 1959; Аронович, 1964).

В предлагаемой статье обобщен четырехлетний опыт экспериментальных и полевых исследований АзчерНИРО по размножению черноморского калкана (*Scophthalmus maoticus* Pall.) в искусственных и естественных условиях (табл. 1).

Таблица 1

Объем экспериментального материала по разведению камбалы-калкана

Год	Число выдерживаемых производителей	Число опытов						всего
		по определению				по питанию	с антибиотиками	
		солености	температуры	освещенности	плотности			
1968	22	8	11	4	8	—	—	53
1969	57	8	25	6	—	—	—	96
1970	78	10	23	4	10	2	4	131
1971	25	3	3	3	69	5	3	111
Итого	182	29	62	17	87	7	7	391

Анализ температурного режима моря в период нереста калкана позволил установить, что относительно высокие показатели выживания икры и личинок в естественных условиях наблюдаются при температуре воды 13—14°.

Естественный нерест калкана в 1970 и 1971 г. по сравнению с двумя предшествующими по срокам был относительно поздним, менее продолжительным и менее эффективным (табл. 2).

Таблица 2

Количественные показатели эффективности нереста калкана

Год	Вылов икринок за 10 мин икорной сетью						Вылов мальковым тра- лом за 30 мин, экз.			
	апрель			май			июнь	личинки		мальков
	всего, экз.	жи- вых, %	мерт- вых, %	всего, экз.	жи- вых, %	мерт- вых, %		июль	август	
1968	716	8	92	239	35	65	—	3	140	—
1969	668	12	88	204	24	76	2	17	75	5
1970	208	4	96	113	14	86	—	4	Исследо- ваний не прово- дилось	—
1971	458	17	83	248	9	91	58	—	—	—

В 1968—1971 гг. было установлено влияние комплекса абиотических факторов на эффективность нереста калкана в Черном море в отдельные годы (температура воды, ветровая деятельность, соленость и др.). Наиболее благоприятна для развития икры калкана в естественных условиях температура 13—14°, волнение моря не более 4 баллов, соленость 17—18‰.

На экспериментальной базе в Заветном и в аквариальной АзчерНИРО инкубировали икру, получали ранних личинок, а также выявляли воздействие на их выживание различных факторов.

Методику получения и искусственного оплодотворения икры калкана отработывали на судах в море. Икру оплодотворяли «сухим» способом, а затем в темных сосудах или полиэтиленовых мешках транспортировали на экспериментальную базу для инкубации. Основную массу икры инкубировали в круглых стеклянных аквариумах различной емкости, а также в аппаратах Вейса.

Установка размещалась в затемненном помещении экспериментальной базы, где были созданы необходимые температурные и другие условия для инкубации икры и подращивания личинок.

Наблюдать за икрой в эксперименте начинали сразу после ее оплодотворения. В спокойной воде оплодотворенная икра держится у самой поверхности. При легком перемешивании она равномерно распределяется во всей толще воды. Икринки прозрачные, трудно различимые в воде. Диаметр живой оплодотворенной икринки 1,1—1,2 мм (от 0,9—до 1,3 мм). Оболочка икры прозрачная; перивителлиновое пространство не более 6—7% размера икринки; диаметр жировой капли 0,2% диаметра икры. Жировая капля желтого цвета расположена почти под серединой тела эмбриона.

Развитие икры протекает следующим образом: I стадия (начало дробления) — через 4—6 ч после оплодотворения; II (начало гастрюля-

ции) — через 8—10 ч; III (начало формирования эмбриона) — через 20 ч; IV (стадия выклева эмбриона) — через 2,5—5 суток. Из оболочки яйца выклевываются личинки длиной 2,18—2,2 мм. Продолжительность выклева от первой личинки до последней у разных партий икры различна, в среднем — 10—15 ч. Причину неоднородности и разнокачественности икры следует искать в неодинаковых условиях созревания и роста отдельных икринок, которые по-разному расположены в яичнике по отношению к кровеносному сосуду и жиронакоплению которых проходит по разному. На ход инкубации и на дальнейшее развитие икры может повлиять исходная ее неоднородность в гонадах, внешние условия, при которых развивается икра и личинки.

В естественных условиях лучшие результаты выживания икры наблюдаются при температуре воды 13—14°. Инкубация икры и подращивание личинок в искусственных условиях проходили в воде температурой 10—28°.

Первая серия опытов показала, что за 2 ч воздействия высокой температуры (28°) из 1000 икринок гибнет 765—830, т. е. 76—83%. Развитие оставшейся икры при переносе ее в нормальные температурные условия (13—14°) прекращалось, а через 3—4 ч она погибала. Понижение температуры до 7—8° действовало на икру по-разному. У более 50% икры развитие прекращалось через 5—6 ч (у единичных икринок отмечалась деформация эмбрионов); остальная икра погибала позже. В эксперименте икра нормально развивалась при температуре 13—15°, выдерживая иногда повышение температуры до 17—18° и понижение — до 10—12°. Температурный оптимум выживания икры калкана в искусственных условиях, очевидно, 13—14°.

От температуры воды в значительной степени зависят сроки инкубации икры. При температуре 14—16° развитие эмбриона заканчивается в течение 70—75 ч, после чего наступает дружный выклев. До 4—5 суток длится инкубационный период икры при более низкой температуре воды — 11—12°. При 20° развитие икры длится 55—60 ч. Однако при этом число мертвых икринок к моменту выклева увеличивается.

Обращает на себя внимание различное проявление чувствительности к разным температурам у икры на различных стадиях ее развития. Наиболее чувствительной оказалась икра I, II стадии развития. Следует отметить, что в эти периоды икра очень чувствительна и к механическим повреждениям.

Температура 23—28° для икры калкана летальна или близка к летальной. Как отмечалось, повышение температуры ускоряет развитие эмбриона, но еще в большей степени ускоряет деятельность фермента вылупления (Привольнев, 1953). Поэтому, если развитие протекает при повышенных температурах (17—18°), выклев происходит раньше. Развитие при пониженной температуре (12—14°) задерживает выклев, но в этом случае личинки освобождаются от оболочки более окрепшими. Ранним личинкам для развития необходимы повышенные температуры — 20—24°. Таким образом, выявление степени воздействия температурного фактора на развитие икры калкана (1958—1971 гг.) позволило установить, что оптимум эмбрионального развития определяется 13—15°, ранних личинок — 20—24°, что примерно соответствует температуре воды в море.

Дальнейшим этапом явились исследования воздействия на выживание икры и личинок калкана светового фактора. До сих пор еще не вполне ясно, в какой степени дневной свет необходим для развития и роста животных вообще и водных в особенности. Имеются сведения

(Белый, 1961; Привольнев, 1953), что прямой солнечный свет инактивирует каталазу в крови рыб (особенно у рыб, ведущих придонный образ жизни) и тем самым, по-видимому, отрицательно влияет на физиологические процессы в их организме. Некоторые авторы (Семенов и др., 1965; Коровина, 1965) в своих исследованиях отмечают, что отход личинок в опытах с освещением прямым солнечным светом бывает всегда выше, чем в контроле, и основная масса погибает еще до начала перехода личинок на активное питание.

Чтобы выявить степень воздействия указанного фактора на развитие икры и личинок калкана, была выполнена серия опытов. Икру инкубировали в абсолютной темноте, рассеянном дневном свете и в условиях прямого солнечного света. Лучшие показатели выживания икры (80—90%) наблюдались при абсолютной темноте. Это явление было отмечено нами при транспортировке икры с мест вылова ее в районах промысла до помещения в аппараты, где проводились в дальнейшем наблюдения за ее развитием. Эти условия, очевидно, наиболее близки к естественным, когда икра первые часы своего развития находится в нижних слоях воды, куда мало или совсем не проникает свет. Икра при рассеянном дневном свете развивалась значительно медленнее. При прочих равных условиях выклев личинок в затемненных сосудах происходит через 2—2,5 суток, а при рассеянном — на четвертые—пятые сутки.

В дальнейшем икру калкана, как правило, инкубировали только в затемненном помещении.

У личинок более старшего возраста (3—7 суток) реакция на свет положительная. При дневном и электрическом свете они держатся у самой поверхности, ночью — в толще воды. С включением электроосвета личинки стремительно перемещаются к поверхности воды и через 1,5—2 мин все как бы «подвешиваются» хвостом вниз под поверхностной пленкой. В аквариумах, освещенных прямым солнечным светом, отход был меньшим, чем в затемненных. Поэтому легко объяснить, почему в естественных условиях ранние личинки калкана являются составной частью гипонейстона (Зайцев, 1964). Следовательно, при инкубировании икры и подращивании личинок в искусственных условиях следует уделять внимание световому фактору.

Изучалось воздействие солёности на выживание икры и личинок калкана. Опыты по содержанию икры в воде с солёностью от 10 до 25‰ (с интервалом в 5‰) показали, что нормальное развитие икры калкана наблюдалось при солёности 15—20‰ (Попова, 1969). При этом количество живой икры составляет 80—90% от первоначального. При солёности 10 и 25‰ развитие эмбриона приостанавливается, икра погибает. Солёность ниже 10‰ приводит к сильному оводнению желтка и разрыву оболочки икринки. В более солёной воде (до 25‰) развитие икры и рост личинок проходят медленнее, чем в менее солёной (12—13‰).

Выклев личинок в воде меньшей солёности бывает более ранним. Вместе с тем, медленно развивающиеся личинки при нормальной солёности (17—19‰) в дальнейшем оказываются более жизнестойкими. Эти наблюдения подтвердили ранее сделанные нами выводы о том, что распреснение воды в районах нереста калкана в естественных условиях оказывает отрицательное влияние на выживание икры и ранних личинок.

При инкубации икры в искусственных условиях необходимо устранять из воды механическую взвесь. В воде с повышенным содержанием механической взвеси развитие эмбриона приостанавливается и его гибель наступает через 1—2 ч.

В последние годы дополнительно было изучено влияние на выживание икры и личинок плотности посадки, биотических факторов и действия антибиотиков. Результаты этих экспериментов позволяют сделать предварительный вывод о том, что плотность икры и фактор пространства в искусственных условиях также являются определяющими. Установлено, что при самой высокой плотности — 10—20 тыс. экз. на 1 л — смертность икры в эмбриональный период жизни составляет 70—90%, причем гибель ее наблюдается в основном в первые сутки. При уменьшении плотности посадки в два раза смертность в эмбриональном периоде уменьшается, но по-прежнему остается очень высокой и составляет 60—70%.

При плотности посадки икры до 2—3 тыс. экз. на 1 л смертность ее уменьшается до 30—50%. При посадке 100—200 экз. на тот же объем (1 л) отход в эмбриональном периоде жизни достигает 20%, в личиночном — 80%. При плотности 50 экз. на тот же объем воды количество мертвой икры уменьшается до 13—18%. При самой малой плотности, до 10 экз. на 1 л воды, отход практически не наблюдается.

Самый большой процент отхода икры, до 80%, как отмечалось, наблюдался при высокой плотности посадки. С учетом изложенного, плотность посадки в пределах 50—100 экз. на 1 л воды следует считать оптимальной. Однако плотность посадки икры от одной до двух тыс. экз. на 1 л воды для рыбоводных целей пригодна. При такой плотности посадки выход личинок составит 70—80%.

При массовом выклеве личинок отмечали, что в момент выклева через образовавшееся отверстие внутрь устремлялся поток простейших организмов, типа жгутиковых, которые в массе нападали на эмбрион. Этот фактор наряду с другими, по-видимому, и определяет высокую (в наших опытах до 80%) смертность личинок в период их выклева.

Профилактическое введение в воду антибиотика (пенициллина), 200—300 тыс. ед. на 10 л воды, способствовало увеличению процента выхода живых личинок. Микроорганизмы при этом погибали.

Нельзя не отметить и то, что личинки калкана в возрасте 3—10 суток становятся также жертвой крупных форм зоопланктона рачка *Cirripedia* (науплиальные стадии). Отлавливаемый в Керченской бухте зоопланктон, используемый для подкормки личинок калкана, в своем составе, как правило, содержит науплиальные стадии этого рачка. При попытке давать личинкам этот корм рачки нападали на личинок и очень быстро их уничтожали (за одну ночь до тысячи личинок). При выращивании личинок в искусственных условиях этот фактор также следует учитывать.

Предельный возраст личинок, выращенных в искусственных условиях, в 1970 и 1971 г. составил 12 суток против 6—8 суток в 1968 и 1969 г. Из-за отсутствия необходимых данных о питании продлить наблюдения за дальнейшим развитием личинок не удалось. Личинки погибали, по-видимому, вследствие голодания.

Таким образом, к настоящему времени разработан метод получения и искусственного оплодотворения икры калкана в полевых условиях; выявлены главные факторы, определяющие выживание икры и ранних личинок в естественных и искусственных условиях.

В дальнейшем следует отработать методы искусственного оплодотворения икры в полупроизводственных масштабах и испытать различные инкубационные аппараты для этих целей. Одновременно необходимо разработать методики выращивания корма (Спекторова, 1971; Аронович, 1968) и рационы и схемы кормления молоди калкана в искусственных условиях. Одновременно с разработкой методов кормле-

ния личинок в искусственных условиях следует уделять внимание изучению природных условий отдельных микрорайонов, перспективных для выпуска и подращивания молоди в естественных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- Аронович Т. М. Опыты искусственного разведения морской камбалы.— Сб. науч.-техн. инф., вып. 2, М., ВНИРО, 1964, с. 26—37.
- Аронович Т. М. Перспективы искусственного разведения морских организмов.— Сб. науч.-техн. инф., вып. 10, М., ВНИРО, 1968, с. 31—35.
- Белый Н. Д. Влияние света на развитие икры судака и тарани.— ДАН СССР, т. 138, № 4, 1961, с. 935—937.
- Дементьева Т. Ф. Опыты по разведению морских рыб. Реф. Эксп.-инф. «Рыбн. пром-сть», № 43, М., 1965, с. 2—3.
- Зайцев Ю. П. Гипонейстон Черного моря и его значение. Автореф. дисс. на соискание уч. степ. д-ра биолог. наук. Одесса, 1964, 22 с.
- Зайцев Ю. П. О значении солености воды для развития пелагической икры рыб. Тезисы доклада на третьей экологической конференции, ч. 4, Новороссийск, 1954, с. 135—138.
- Коровина В. М. Влияние видимого света.— «Вопр. ихтиол.», т. 5, вып. 4, 1965, с. 409—410.
- Овен Л. С. Пелагические икринки рыб в Черном море у Карадага.— Труды Карадаг. биолог. ст., 1959, вып. 15, с. 13—81.
- Овен Л. С. О размножении и биологии рыб основных видов.— Труды Карадаг. биолог. ст. 1959, вып. 15, АН Укр. ССР, Киев, с. 69—78.
- Попова В. П. Биология и промысел черноморской камбалы-калкана.— Труды ВНИРО, 1954, т. 28, М., с. 16—17.
- Потеряев Е. И. Об искусственном оплодотворении и развитии камбалы.— Труды Новоросс. биол. ст., 1938, т. 2, вып. 2, Новороссийск.
- Привольнев Т. Н. Критические периоды в развитии и их значение при акклиматизации рыб.— Известия ВНИОРХ, 1953, т. 32, Л.
- Спекторова Л. В. Выращивание живых кормов для личинок морских рыб.— «Рыбн. хоз-во», 1971, № 11, с. 14—15.
- Стрекалова Н. И. Вопросы выращивания морских рыб. Ин-т научн. инф. АН СССР. Итоги науки, М., 1954, с. 154—155.
- Семенов К. И., Владимиров В. Н. Качество родителей и жизнеспособность потомства на ранних этапах жизни у некоторых видов рыб. Теоретические основы рыбоводства. М., «Наука», 1965, с. 31—32.
- Чертов Л. Ф., Болквадзе Л. Д. Морфологические закономерности развития калкана.— Труды ВНИРО, т. 74, М., 1970, с. 268—272.
- Шелбури Дж. Е. Искусственное разведение морских рыб. М., Изд-во «Пищевая пром-сть», 1971, с. 79—84.

RESULTS OF INVESTIGATIONS ON ARTIFICIAL REPRODUCTION OF TURBOT FROM THE BLACK SEA, 1957—1971.

V. P. Popova

SUMMARY

The optimum values of most important abiotic factors, such as temperature, salinity and wind activity which affect the survival of eggs of turbot have been ascertained experimentally. The effects of the rate of stocking, the volume of a reservoir used as an incubator and infestation with Protozoa on the survival of eggs and larvae have been studied. The latter depends on the extent of infestation with Protozoa during the incubation period. The application of antibiotics increases the survival rate of larvae.

RÉSULTATS DES ÉTUDES DE LA REPRODUCTION ARTIFICIELLE DU TURBOT DE LA MER NOIRE EN 1957—1971

V. P. Popova

RÉSUMÉ

On établit par voie expérimentale les valeurs optimum pour les facteurs abiotiques les plus importants influant la survie des oeufs du turbot: température, salinité, effet du vent. On a révélé l'effet de la densité de plantage des oeufs et de volume d'un réservoir, utilisé comme incubateur. La survie des oeufs et des larves dépend de leur affection par des protozoaires pendant l'incubation. L'utilisation des antibiotiques améliore la survie des larves.