

Пров. 1980

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Выпуск I

Черноморская камбала-калкан
Scophthalmus maeoticus maeoticus (Pallas)
как объект искусственного разведения

Институт
биологии южных морей
БИБЛИОТЕКА

№ 10

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ - 1975

9. Новицкий В.П. Вертикальное строение водной толщи и общие черты циркуляции вод Черного моря. - Тр. АзЧерНИРО, 1964, т. 23.
10. Павловская Р.М. Выживание черноморской хамсы на ранних этапах развития. - Тр. АзЧерНИРО, 1955, т. 16.
11. Павловская Р.М. Некоторые вопросы биологии размножения и развития черноморской хамсы в связи с проблемой динамики численности. - Тр. АзЧерНИРО, 1958, т. 17.
12. Попова В.П. Биология и промысел черноморской камбалы-калкана. - Тр. ВНИРО, 1954, т. 28.
13. Попова В.П. Питание камбалы-калкана в Черном море. - Тр. АзЧерНИРО, 1955, т. 16.
14. Попова В.П. Некоторые закономерности динамики численности камбалы-калкана. - Тр. АзЧерНИРО, 1964, т. 24.
15. Попова В.П. Особенности динамики жирности камбал Черного и Азовского морей. - Тр. АзЧерНИРО, 1965, т. 25.
16. Попова В.П. Некоторые закономерности динамики численности камбалы-калкана Черного моря. - Тр. АзЧерНИРО, 1966, т. 24.
17. Попова В.П. Об искусственном разведении черноморской камбалы-калкана. - Рыбное хозяйство, 1969, № 5.
18. Попова В.П. Особенности биологии размножения черноморской камбалы-калкана *Scophthalmus maeoticus maeoticus* (Pallas). - Вопросы ихтиологии, 1972, т. 12, вып. 6.
19. Потеряев Е.А. Об искусственном оплодотворении и развитии камбалы *Botius maeoticus* (калкан) - Тр. Новорос. биол. ст., 1938, т. 1, вып. 6.
20. Расс Т.С. Ступени онтогенеза костистых рыб (Teleostei) - Зоол. журн., 1965, т. 25, вып. 2.
21. Расс Т.С. О периодах жизни и закономерностях развития и роста рыб. - Изв. АН СССР, сер. биол., 1948, № 3.
22. Римш Е.Я., Чертов Л.Ф. Опыты по разведению камбалы-калкана. - В кн.: Сб. науч.-техн. информ. ВНИРО, 1968, № 11.
23. Смирнов Л.И. Порционность икротетания пелагофильных рыб Черного моря. - ДАН СССР, 1950, т. 19, № 1.
24. Ткачева К.С. О методике сбора и полевой обработки материала при изучении характера нереста черноморских костистых рыб. - Тр. АзЧерНИРО, 1969, т. 26.

К ВОПРОСУ О МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
КАМБАЛЫ-КАЛКАНА ЧЕРНОГО МОРЯ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА
В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ЕЕ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ

А.В.Чедурнов, Н.К.Ткаченко, Л.И.Ленисова
(ИНБЮМ АН УССР, Севастополь).

Камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus maeoticus* (Pallas) - одна из наиболее ценных промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна, однако ее биология на различных этапах онтогенеза изучена недостаточно. Вопросы размножения и роста этого вида рыб рассмотрены в работах [4-8, 11, 14-16, 18, 20, 22 и др.].

В связи с ухудшением условий воспроизводства калкана, необходимо разработать биотехнические мероприятия искусственного выращивания. С этой точки зрения наиболее важным в определении продуктивности стада рыб является ранний период развития, который определяет величину поколения. Урожай молоди определяется количеством

выметанных нерестовой популяцией половых продуктов, их качеством и условиями, в которых протекает развитие. Качество половых продуктов имеет первостепенное значение для обеспечения выживания развивающейся икры, свободного эмбриона и личинки [12]. Если морфологические особенности эмбрионально-личиночного развития камбалы-калкана изучены достаточно [4-6, 14, 20, 22], то вариабильность этих признаков и различные физиологические процессы, происходящие в раннем онтогенезе, не исследованы.

По уровню жировых запасов и скорости жиронакопления можно достаточно точно характеризовать состояние популяции в различные периоды годового цикла [24]. "Степень благополучия" организмов в процессе онтогенеза при различных условиях обитания можно также оценить величиной и характером индивидуальной изменчивости их признаков и свойств [13].

В этой работе рассмотрена изменчивость размеров личинок диаметра жировой капли у эмбрионов и личинок. Определены качественное состояние зрелых гонад, развивающихся эмбрионов и свободно плавающих личинок на этапах эндогенного и смешанного питания путем определения фракционного состава липидов. За восемь суток развития личинки не подкармливались, а существовали только за счет энергетических и пластических веществ, заложенных в желточном мешке и жировой капле. У производителей калкана прослежена динамика жировых запасов в икре в зависимости от времени нереста и порционного икрометания. Предпринята попытка определить уровень содержания энергетических веществ (липидов) в неоплодотворенной икре, а также у эмбрионов и выклюнувшихся личинок и сопоставить эти данные с выживаемостью потомства к моменту перехода на экзогенное питание. Анализ изменений жировых запасов в зрелой икре позволяет сделать предварительные выводы о подборе нерестовых самок для рыбоводных целей с учетом сроков нереста.

Для получения проб зрелой икры и инкубации ее в искусственных условиях производители камбалы-калкана отлавливались в прибрежном районе Севастополя 5 и 11 мая 1972 г. Непосредственно в полевых условиях оплодотворялась икра молоками самцов. Подробно методика получения массового количества искусственно оплодотворенной икры описана В.Н.Ивановым в статье настоящего сборника. Живая икра доставлялась в экспериментальные аквариумы, где температура воды при инкубации икры и выращивания личинок увеличивалась от 13 до 16°C, что соответствовало изменениям ее в естественной среде. Было проведено две серии опытов - в одном случае икру брали от самки размером

38, во втором - 40 см. На протяжении эмбрионально-личиночного развития камбалы-калкана в искусственных условиях брались пробы на морфологический и биохимический анализ. Размеры предличинок и разновозрастных личинок (1, 2, 3, 7- и 8-суточных) определяли окуляр-микрометром. Также измеряли диаметр жировой капли у эмбрионов на У1 этапе развития, предличинок и личинок того же возраста. Данные обрабатывались общественными статистическими методами. Для характеристики величины изменчивости признаков использовали коэффициент вариации (С).

Липиды, содержащиеся в неоплодотворенной икре, эмбрионах и личинках, экстрагировались по Фолчу [26], а затем разделялись на пять фракций (фосфолипиды, холестерин, свободные жирные кислоты, триглицериды, эфиры стеринов) методом тонкослойной хроматографии [19]. Количественное определение фракций производили колориметрическим способом на ФЭК-56. Фосфолипиды находили по методике Фиске-Саббероу, жирные кислоты - по Блору [1], холестерин и эфиры стеринов - реакцией Либерман-Бухарда, триглицериды - по Штерн и Шапиро [19]. Содержание отдельных фракций липидов (в мг% к сырому веществу) анализировали в навесках по 400 экз. живых объектов. Для контроля параллельно брали на анализ пробы, содержащие по 800 экз. организмов. При сравнении данных существенных расхождений по количественному и качественному составу липидов не обнаружено. Тем не менее полученные результаты по фракционному составу жиров икры и потомства на ранних этапах онтогенеза следует рассматривать как предварительные.

- Наряду с этим в 1971 г., в районе Карадага, собран материал (20 проб) по изменению количества жира в гонадах при созревании в нересте. Икру брали у производителей размером 40-50 см, содержание жира определяли в аппаратах Сокслета.

Одним из важнейших факторов в жизнеобеспечении поколения рыб на ранних этапах развития, наряду с внешними условиями среды, является обеспеченность половых продуктов энергетическими запасами и главным образом жирами [2, 3, 9 и др.]. Динамика содержания жира в гонадах отражает физиологическое состояние производителей и колебания условий обитания в период созревания и нереста.

Специальных работ, показывающих изменения качественного состояния икры в процессе созревания и порционного икротечения камбалы-калкана Черного моря, в литературе нет. Отмечено, что жирность гонад черноморского калкана колеблется от 2% осенью до 28% весной. Увеличение содержания жира обусловлено созре-

ванием овоцитов [15]. По нашим данным (рис. 1) от II к V стадии зрелости гонад количество жира возрастает от 2,5 до 16%. При повторности икротетания наблюдается уменьшение жира в икре. Дозревание порций, очевидно, связано с большими энергетическими затратами, что ведет к уменьшению жировых запасов икры в каждой последующей порции. Это обстоятельство, по-видимому, обуславливает резкое падение общего содержания жира в икре самок к концу нереста (рис. 2). У камбалы-калкана в разгар нереста (первая половина мая) икра более обеспечена энергетическими веществами, чем к его окончанию (первая половина июня). Количество жира в овоцитах V стадии зрелости за этот период уменьшается почти в десять раз. Для искусственного рыборазведения икру следует отбирать у производителей в начале или середине нерестового периода.

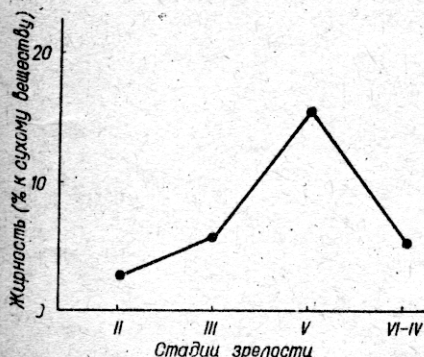


Рис. 1. Содержание жира в гонадах разных стадий зрелости.

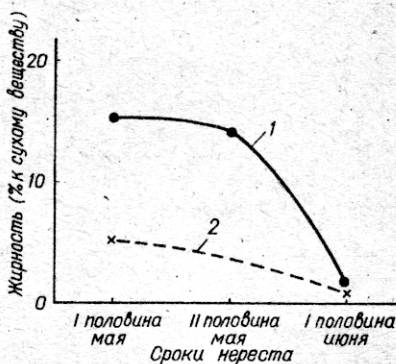


Рис. 2. Содержание жира в гонадах в различные сроки нереста:

1 — общее содержание жира в гонадах самок; 2 — количество жира в овоцитах V стадии зрелости.

Зрелые овоциты калкана по общему содержанию жировых запасов и отдельных липидных фракций характеризуются невысоким содержанием энергетических компонентов. Количество жира в икре не превышает 1,5% (минимальное значение 0,01%). В ограниченных концентрациях обнаруживаются и отдельные фракции липидов. Преобладают в процентном отношении триглицериды (85%), эфиры холестерина и свободные жирные кислоты соответственно составляют 10,6 и 4,4%, в следах определяются фосфолипиды и свободный холестерин. Рассматривая вопрос о значении жировых включений в икре, Крыжановский [9] относит камбалообразных к группе рыб, содержащих наименьшее количество

жира в овощах по сравнению с другими рыбами (сельдевые, карповые, лососевые, осетровые, акулы). Учитывая эти данные, можно предположить, что у камбалообразных, имеющих пелагическую икру с малым запасом энергетических веществ, необходимый уровень воспроизводства обеспечивается высокой индивидуальной плодовитостью самок. В частности, она достигает у камбалы-калкана до 13 млн.шт. икринок при выживаемости поколения менее 1% от выметанных половых продуктов. По данным Шатуновского [23], балтийская речная камбала, отличающаяся большей относительной плодовитостью и более мелкой икрой, характеризуется меньшей жирностью гонад. Поэтому нельзя согласиться с мнением Поповой [15] о том, что высокое содержание жира в гонадах черноморского калкана необходимо для созревания большого количества икры, а также для запаса питательного вещества у личинок на ранних стадиях развития.

Икра, взятая у самок для оплодотворения и дальнейшего искусственного инкубирования, характеризовалась также триглицеридами (в небольших количествах) и следами фосфолипидов. С развитием икры у эмбрионов на VI этапе развития преобладают фосфолипиды, тогда как остальные фракции, и прежде всего триглицериды, имеются в очень малых количествах. Вероятно, синтез фосфолипидов происходит за счет триглицеридов.

На этапах эндогенного и смешанного питания в теле личинок обнаружены незначительные количества фосфолипидов и свободного холестерина, причем к моменту гибели личинок (на 7 - 8-е сутки) наблюдается некоторое уменьшение первой фракции и накопление второй. О преимущественном распаде фосфатидов, объединенных в липопротеидный комплекс в процессе раннего индивидуального развития форели, указывает Андо [25].

Низкое содержание липидов в развивающейся икре и личинках на этапе эндогенно-экзогенного питания (3-7 суток) свидетельствует о незначительной энергетической обеспеченности потомства камбалы-калкана в раннем онтогенезе. К моменту перехода личинок на внешнее питание еще сохраняется жировая капля диаметром 0,1 мм, в которой обнаруживается холестерин. Это, на наш взгляд, находит биохимическое объяснение: при недостатке полиненасыщенных жирных кислот, которые составляют основу триглицеридов, отсутствующих практически у эмбрионов и личинок калкана, холестерин дает с насыщенными жирными кислотами сложные эфиры, очень трудно окисляемые при обмене веществ [10, 21], которые и составляют, по-видимому, основу остаточной жировой капли.

Это свидетельствует о том, что к моменту перехода личинок калкана на этап смешанного питания необходима не только значительная концентрация пищевых организмов, но и внесение корма, содержащего в достаточном количестве полиненасыщенные жирные кислоты. Эти кислоты поступают в организм только с пищей. Они необходимы при образовании клеточных мембран, оболочки нервов, соединительной ткани [10, 22]. "Уровень благополучия" организмов на ранних этапах развития может также характеризоваться индивидуальной изменчивостью морфологических и биологических признаков. За 8 суток развития камбала-калкан

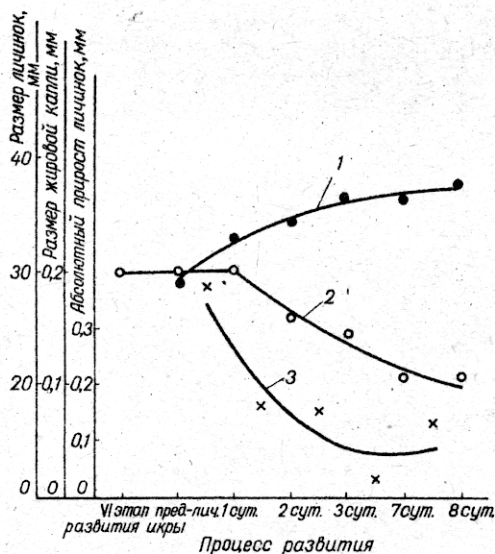


Рис. 3. Диаметр жировой капли и рост личинок в процессе раннего развития:
1 — размер личинок; 2 — диаметр жировой капли; 3 — абсолютный прирост личинок.

проходит предличиночный период развития (3 суток) и личиночный период на этапе смешанного питания (от 3 до 7 суток). На 8-е сутки личинки переходят на внешнее питание [21]. За это время свободный эмбрион (предличинка) длиной 2,9 мм вырастает до личинки 3,8 мм (рис. 3). Некоторая стабилизация в росте отмечается после того, как личинки достигнут трехсуточного возраста. Очевидно, эндогенное

питание в искусственных условиях обеспечивает наиболее интенсивный

рост в предличиночный период, когда максимальный прирост (0,37 мм) наблюдается в первые сутки активного образа жизни. В дальнейшем абсолютные приросты длины тела уменьшаются и становятся минимальными после достижения личинками этапа смешанного питания. При отсутствии необходимой пищи личинки перестают расти. К этому времени (на 6-е сутки) наблюдается полная резорбция желточного мешка. Известно, что желточный мешок является энергетическим источником пластического обмена - роста и дифференцировки органов.

Несколько специфические особенности наблюдаются в тратах жировой капли желточного мешка. Диаметр жировой капли (0,2 мм) одинаков у эмбрионов, предличинок и односуточных личинок (см. рис.3). На 2-е сутки развития жировая капля уменьшается в размере. К концу этапа смешанного питания она достигает 0,1 мм, в дальнейшем ее размер не изменяется, но при этом наблюдается, что большинство личинок опускается на дно инкубатора вследствие увеличения удельного веса тела. Через некоторое время происходит массовая гибель. Изменение величины жировой капли можно объяснить мобилизацией ее жировых отложений на энергетические затраты, связанные с увеличением подвижности личинок на этапе эндогенно-экзогенного питания. Как отмечалось ранее, "остаточная" жировая капля по своему биохимическому составу, очевидно, не может быть источником энергии.

Полученные данные о сравнительно незначительных резервах эндогенной пищи и быстром темпе их утилизации на первых этапах онтогенеза показывают, что личинки камбалы-калканы не способны к длительному голоданию и затратам энергии на поиск кормовых организмов.

Как видно из приведенных данных (таблица), на этапах эндогенного и смешанного питания с развитием организма наблюдается увеличение (почти в 20 раз) величины изменчивости диаметра жировой капли. Можно предположить, что это является отражением ухудшения обеспеченности развивающихся организмов энергетическими запасами (жирами). Особенно возрастает амплитуда вариаций этого признака ко времени наступления этапа экзогенного питания. Размеры личинок при определенном размахе колебаний не меняют своей величины изменчивости на протяжении всего исследуемого периода жизни. Эти различия в характере изменчивости рассматриваемых двух признаков можно объяснить различной степенью лабильности белкового и жирового обмена.

В данной работе рассмотрена незначительная часть проблемы индикации состояния половых продуктов в период созревания и порционного икрометания, а также потомства на ранних этапах онтогенеза камбалы-калканы Черного моря. Относительно невысокое содержание жира

Изменчивость длины тела и диаметра жировой
капли личинок в раннем онтогенезе камбалы-калкана

Развитие в раннем онто- генезе	Длина личинок, мм				Диаметр жировой капли, мм			
	$M \pm m$	σ	$\bar{L}$	n	$M \pm m$	σ	$\bar{L}$	n
У1 этап эмбри- онального раз- вития	-	-	-	-	0,2	-	-	28
Предличинка	$2,89 \pm 0,015$	0,08	2,78	29	0,2	-	-	22
Односуточная личинка	$3,27 \pm 0,014$	0,06	1,84	25	0,2	-	-	25
Двухсуточная	$3,41 \pm 0,007$	0,08	2,35	104	$0,160 \pm 0,0008$	0,0009	5,64	106
Трехсуточная	$3,60 \pm 0,08$	0,08	2,31	99	$0,140 \pm 0,0005$	0,0065	4,51	104
Семисуточная	$3,59 \pm 0,01$	0,09	2,68	44	$0,104 \pm 0,002$	0,0156	14,4	44
Восьмисуточная личинка	$3,76 \pm 0,01$	0,09	2,40	27	$0,100 \pm 0,003$	0,02	20,0	27

в зрелой икре находит отражение в бедном количественном и качественном составе липидов у эмбрионов, предличинок и личинок до перехода на экзогенное питание. Основные энергетические запасы при отсутствии внешней пищи расходуются до минимума уже к середине этапа смешанного питания, поэтому в этот период необходима интенсивная подкормка личинок. Вследствие незначительных резервов энергетических веществ и быстрых темпов их утилизации в процессе раннего развития, личинки камбалы-калкана, выращенные в искусственных условиях, не способны к длительному голоданию с момента перехода на экзогенное питание. Выживаемость, характеризующая биологическое состояние популяции на всех стадиях развития, в значительной степени определяется процессами жирового обмена.

Л и т е р а т у р а

1. Асатиани В.С. Биохимический анализ. Ч.1. Тбилиси, Груз-медиздат, 1953.
2. Афонич Р.В., Гордиенко О.Л., Солдатова Е.В. Рыбоводная оценка производителей осетра разного веса и возраста по икре, личинкам и ранней молоди. - Труды ВНИРО, 1971, т.81.
3. Баденко Л.В., Андросюк Л.Я. О влиянии физиологического состояния самок белуги на качество икры и жизнестойкость личинок. - Труды ЦНИОРХ, 1971, т. 3.
4. Водяницкий В.А., Казанова И.И. Определитель пелагических икринок и личинок рыб Черного моря. - Труды ВНИРО, 1954, т.28.
5. Дехник Т.В., Павловская Р.М. Распределение икры и личинок рыб Черного моря. - Труды АзЧерНИРО, 1950, т. 14.
6. Дехник Т.В. Ихтиопланктон Черного моря. - Автореф. докт. дис. М., 1970.
7. Зернов С.А. К вопросу об изучении жизни Черного моря. Спб., 1913.
8. Калинин Э.М. Некоторые черты онтогенеза и морфологические особенности черноморского калкана. - Автореф. канд. дис. Калининград, 1966.
9. Крыжановский С.Г. О значении жировых включений в яйцах рыб. Зоол. журн., 1960, т. 39, вып. I.
10. Лейтис С.М. Патифизиология жирового обмена. Медгиз, М., 1964.
11. Марти Ю.Ю. Материалы к биологии черноморской камбалы-калкана. - Сб. в честь Н.М. Книповича. 1939.
12. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. "Наука", М., 1965.
13. Поляков Г.Д. Приспособительная взаимосвязь изменчивости популяций рыб с условиями питания. - Труды ИЖ, 1962, вып. 42.
14. Попова В.П. Некоторые закономерности динамики численности камбалы-калкана. - Труды АзЧерНИРО, 1964, т.26.
15. Попова В.П. Особенности динамики жирности камбал Черного и Азовского морей. - Труды АзЧерНИРО, 1969а, т.26.
16. Попова В.П. Об искусственном разведении камбалы-калкана. - Рыбное хоз-во, 1969б, № 5.
17. Попова В.П. Особенности биологии размножения черноморской камбалы-калкан (наблюдения в море). - Вопросы ихтиол., 1972, т.12, вып. 6.
18. Потеряев Е.А. Об искусственном оплодотворении и развитии камбалы-калкан. - Труды Новорос.биол.ст., 1938, т.1, вып. 6.

19. Прохорова Н.И., Тушикова З.Н. Большой практикум по углеводному и липидному обмену. Изд-во ЛГУ, Л., 1965.
20. Римш Е.А., Чертов Л.Ф. Опыты по разведению камбалы-калкана. - Сб. научно-техн. инф. ВНИРО, 1963, № 11.
21. Черкасова Л.С., Мержинский М.Ф. Обмен жиров и липидов. Изд. МВССО БССР, Минск, 1964.
22. Чертов Л.Ф., Балквадзе Л.Д. Морфо-экологические закономерности развития калкана. - Труды ВНИРО, 1970, т. 74.
23. Шатуновский М.И. Динамика жирности и обводненности мяса и гонад балтийской речной камбалы и ее связь с особенностями созревания гонад. - Вопросы ихтиол., 1963, т. 3, вып. 4, с. 29.
24. Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. "Пищевая промышленность", М., 1972.
25. Ando K. Biochemical studies on the lipids of Cultured fishes. - J. of the Tokyo University of Fisheries, 1968, vol. 54, N2.
26. Polch J. et al. Preparation of lipid extracts from brain tissue. - J. Fish Res. Board of Canada, 1951, vol. 23, N 7.

ПОЛУЧЕНИЕ ИКРЫ КАМБАЛЫ-КАЛКАНА ДЛЯ ИНКУБАЦИИ
В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ. ОПЫТ МАССОВОЙ ИНКУБАЦИИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА
В.Н.Иванов

(ИНБЮМ АН УССР, Севастополь)

Икру камбалы-калкана получали от рыб, выловленных вблизи Севастополя в районе моря от м. Херсонес до м. Лукулл. Промысловый лов калкана в этом районе начинается с марта. Сети устанавливают на глубине 70-100 м, в апреле переносят на 50-70 м, в мае - на 30-50, в июне глубина массового лова камбалы-калкана еще меньше. Наибольшее количество рыб вылавливается во второй половине апреля - первой половине мая. В марте-апреле сети поднимаются один раз в 7-10 дней. В мае, когда вода прогревается до 10-12°C, сети поднимают два раза в неделю. Если камбалу отлавливают для получения икры, сети рациональнее поднимать через 2-3 дня, так как камбала-калкан чаще попадает в сети ночью.

Текущие самки начинают встречаться в уловах во второй половине апреля. Наиболее интенсивный нерест происходит, по-видимому, в мае. Количество самцов в уловах в 2-3 раза выше, чем самок. Характерно, что вместе с текущей самкой встречаются до 3-5 самцов обычно со зрелыми гонадами. В апреле количество самок со зрелыми половыми продуктами не превышает 10-20% от общего количества отлавливаемых. В середине мая все самки могут быть текущими. Успешное получение икры для инкубации и экспериментов зависит прежде всего от удачного отлова самок, так как из большого количества самцов всегда можно отобрать зрелые экземпляры.