

УДК 597-146:597.587.9

ИЗУЧЕНИЕ СЕМЕННИКОВ КАМБАЛЫ КАЛКАНА  
В СВЯЗИ С ЕГО ИСКУССТВЕННЫМ РАЗВЕДЕНИЕМ

Л.Ф.Чертов и Л.Д.Болквядзе

Интенсивное рыболовство и сокращение численности ценных промысловых объектов на основных морских экваториях, а также целесообразность повышения общей продуктивности вод океана делают необходимыми мероприятия, обеспечивающие увеличение запасов там, где одно регулирование рыболовства не может восстановить сырьевую базу промысла и не повышает общую эффективность воспроизводства того или иного морского объекта. В этих случаях становится наиболее эффективным искусственное разведение.

В настоящее время в ряде стран искусственное разведение морских объектов получило прочную промышленную основу и составляет самостоятельную отрасль рыбного хозяйства.

В нашей стране также начато культивирование и товарное выращивание различных видов рыб и других морских животных.

Однако, как показали эксперименты по искусственному разведению различных объектов, переход к новой форме эксплуатации ресурсов морей и океана требует специальных исследований биологии разводимых объектов.

В частности, возникла необходимость тщательных исследований половых циклов и закономерностей эмбриогенеза, требований организма к конкретным факторам окружающей среды на последовательных этапах развития и др.

Опытами по разведению камбалы-калкана, например, было выяснено, что необходимо искусственное стимулирование созревания половых желез самцов.

Из производителей, отбираемых на местах промысла (в также при специальных ловах), не удается собрать нужное количество текучих молок (Потеряев, 1938; Рими и Чертов, 1968), что затрудняет искусственное оплодотворение икры.

Для разработки методов искусственного стимулирования созревания половых желез необходимо знать как закономерности развития половых желез, так и тип спермогенеза. Поскольку в литературе прямых указаний по этому вопросу нет, авторы предлагаемой статьи зачали работу, которая должна восполнить пробел в знаниях о половых циклах самцов калкана и дать рекомендации по методике получения рыбоводно-продуктивного материала.

Объектом исследования послужили половозрелые и неполовозрелые особи черноморской камбалы-калкана (*Bothus macrotisus*) их половые железы — семенники.

Материал собирали в юго-восточной части Черного моря, в районах Батуми, Поти и мыса Анаклиа в 1967–1970 гг. в периоды до нереста, во время нереста и после него. При взятии пробы вырезали участок семенника из середины, а также около края.

Пробы фиксировали в смеси Буэна, обезвоживали спиртом и заливали в парафин-воск через парафин-хлороформ. Срезы толщиной 5–6 мм изготавливали на салязочном микротоме и окрашивали железным гематоксилином с последующей дифференцировкой эозином. Гистологические препараты фотографировали через микроскоп МБИ-1, а также МБИ-9.

Анализ препаратов и фотографирование осуществляли при увеличении 8х7, 40х7, 20х12,5 и 40х12,5.

Одновременно со сбором семенников подопытную рыбу взвешивали, измеряли длину, определяли возраст, рассчитывали коэффициент зрелости.

Всего проанализировано около 80-ти семенников, которые находились на II, III, III–IV, IV, V, VI стадиях зрелости.

Как у большинства костистых рыб, семенники калкана представляют собой парные железы, расположенные в передней части брюшной полости тела в виде двух длинных и уплощенных колбасок. Края желез закруглены, поверхность гладкая, какие-либо выросты, складки или фестоны отсутствуют. Иногда лишь у зрелых рыб наблюдается слегка разросшийся и извилистый край семенника.

Размеры семенника колеблются в зависимости от размера самой рыбы, ее возраста и стадии зрелости половых продуктов. У крупных рыб ( $L = 65-68$  см) длина семенника 8-9 см при ширине 1,2-1,5 см; у рыб, впервые созревающих ( $L = 40-42$  см), длина - 6 см.

У камбал в возрасте 2+ семенники имеют вид тонкого тяжа. Семенники половозрелых рыб достигают максимального веса до начала нереста. В это время, по предварительным данным, вес их составляет около 0,5-0,8% от веса тела.

Выводной проток у железы очень короткий, каждая из долей семенника плотно прилегает одна к другой и обе сверху прикреплены к брюшке.

Цвет семенников колеблется в зависимости от стадии зрелости. В период полной зрелости они молочно-белые. По мере опустошения железы, в процессе нереста, семенники становятся розоватыми, а затем сереют. Окраска в каудальной и передней частях семенника изменяется неравномерно.

Снаружи семенник покрыт тонкой двухслойной оболочкой *tunica propria*, которая благодаря своей большой эластичности может очень сильно растягиваться и утоньчаться. Внутренний слой, ее слагающий, состоит из соединительной ткани с пучками гладкой мускулатуры. От этого слоя отходят многочисленные ответвления, образующие стенки канальцев, семенных ампул.

Канальцы длинные; у половозрелых рыб в поперечнике имеют форму овала. В срединной части железы канальцы имеют сходные размеры. Канальцы как бы пронизывают всю железу, образуя герминативную часть семенника, где развиваются половые клетки.

В семеннике калкана герминативная часть состоит из четко различившихся двух зон — срединной и периферической, которые отличаются внутренним рисунком и расположением канальцев — семенных ампул.

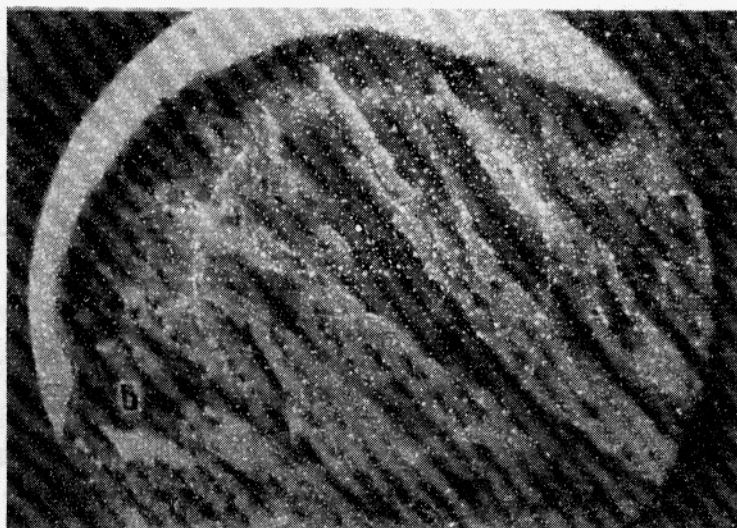
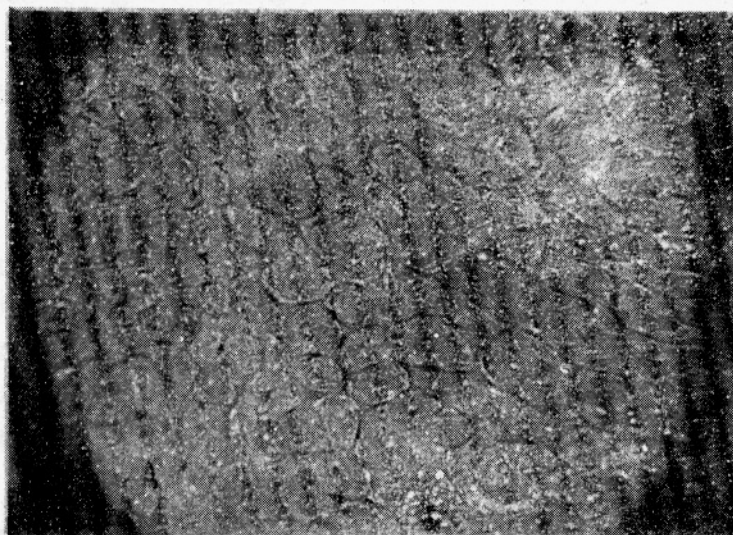
Внутреннее строение семенника очень сложно. В периферических участках герминативной части железы видно радиальное, строго ориентированное расположение ампул, а в срединной части очень густая сеть изгибающихся, сложно переплетенных канальцев, которые на поперечных срезах имеют форму соприкасающихся овалов (рис. 1а). Таким образом, следует, что семенники камбалы-калкана по своему внутреннему строению далеко не соответствует существующей типологии мужских половых желез костистых рыб, разработанной еще Броком (1878).

Строение железы калкана характерно как для циприноидного, так и для периодного типов семенников. Очевидно, такое строение железистой части семенника имеет приспособительное значение.

Как показывает анализ гистологических препаратов, перед размножением, производители калкана, завершающие нерестовую миграцию, как правило, имеют IV и IV-U стадии зрелости семенников. В это время заканчивается или закончилось формирование очередной генерации половых клеток.

Ампулы-канальцы срединной части железы заполнены массой зрелых сперматозоидов. Стенки канальцев тонкие, оболочка покрывающая семенник, предельно растянута и истончена. Просветы между канальцами отсутствуют. В это время для камбалы-калкана характерно наличие в семенных ампулах и большого числа незрелых клеток высоких порядков, а также первичных сперматогониев. Наибольшее количество незрелых клеток располагается в периферической части, в канальцах, расположенных радиально.

Переход в нерестовое (текущее) состояние у камбалы-калкана, как у большинства костистых рыб, обусловлен активизацией эксудативных процессов, выделением семенной жидкости. С наступлением U стадии зрелости начинается период общей активности семенников. Зрелые сперматозоиды выходят из ампул-канальцев в семявыводящий канал, появляется текучая сперма. Вместе со сперматозоидами из цист выходит часть незрелых половых клеток.



**Рис. 1. Герминативная зона семенника:  
А - срединная часть; Б - периферийная.**

Семенная жидкость выделяется очень небольшими порциями, в связи с чем не все зрелые спермии могут быть одновременно выведены из канала.

Для нерестового состояния семенников калкана характерна такая структура, когда на гистологических срезах видно, как рядом с канальцами, набитыми зрелыми сперматозоидами, расположены и такие, где находится лишь остаточная сперма, сперматиды и сперматогониальные клетки в активном состоянии (рис.3).

В периферийной части семенника, ближе к его краю, в радиальных канальцах много клеток герминативной ткани, содержащих половые клетки разной степени зрелости; здесь нет или очень мало зрелых половых клеток в начале нереста, они находятся (в отличие от срединной части семенника) в цистах.

Края семенника выполняют роль "депо" где содержится та часть генерации половых клеток, которые созревают в конце нереста. Нерестовое состояние длится более 2 мес. Депонирующая роль периферийной части семенника — дополнительное приспособление, обеспечивающее растянутость нереста.

По мере освобождения ампул-канальцев от спермы — форма их меняется. Появляются просветы в ампулах, стенки их утолщаются и на поперечных срезах канальцы становятся более сплюснутыми.

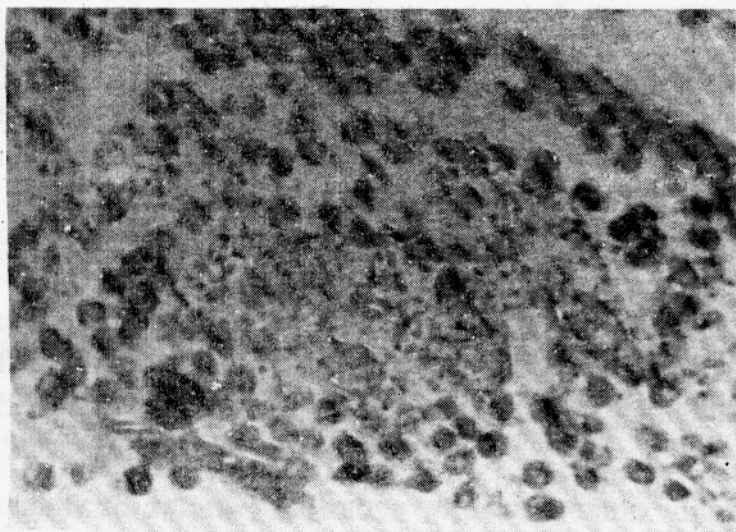
В конце нереста начинается отход первичных сперматогониальных клеток от стенок канальцев и их размножение. К этому времени также заканчивается освобождение от остатков невыметанной спермы.

Резорбция остаточной спермы идет быстро. На препаратах, изготовленных из семенников, собранных во второй половине мая, уже очень редко встречаются канальцы с частично нерезорбированной спермой. В ампулах, освобожденных от зрелых сперматозоидов, идет массовое размножение сперматогониев.

Как показывает анализ гистологических препаратов, наличие в семенниках калкана "догоняющих" стадий развития половых клеток не позволяет обнаружить четко выраженную VI стадию развития железы (стадия "выбоя"). Здесь, так же как и у сома и сазана (Кулаев, 1944; Сапун, Буцкая, 1968) наблюдается "перманентность" продуцирования половых клеток в восстановительный период и во время вымета.



**Рис. 2. Срединная часть семенника калкана с  
равной интенсивностью развития половых  
клеток**



**Рис. 3. Остаточная сперма в семеннике калкана**

Прямая коррелятивная связь между началом, интенсивностью размножения незрелых половых клеток и количеством оставшейся (нерезорбированной) спермы не прослежена.

Очень часто, когда в одних ампулах-канальцах находится еще много остаточной спермы, в других идет активное размножение сперматогониев. Существует и обратное явление.

Чем больше проходит времени с момента нереста, тем размножение сперматогониальных клеток становится все интенсивнее, и на срезах видна масса делящихся клеток разных порядков. Отмечается быстрое появление сперматоцитов, а также дальнейшее формирование сперматид. На этом заканчивается первый период нового цикла сперматогенеза калкана, связанный с выметом зрелых клеток, освобождением от остаточной спермы и началом массового процесса увеличения численности половых клеток новой градации.

#### В ы в о д ы

1. Семенники камбалы-калкана имеют более сложное внутреннее строение, чем это предполагает существующая типология.

2. У калкана асинхронный тип сперматогенеза. В одной ампуле - канальце содержатся клетки, находящиеся на различных стадиях развития и формирования.

3. Половые железы самцов калкана выделяют очень небольшое количество семенной жидкости.

Следовательно, как строение, так и функциональные отправления семенных желез калкана говорят о приспособлении к порционному характеру вымета спермы и к максимальному удлинению срока нереста.

Этому способствует строение канальцев - их изогнутость, обуславливающая разные условия питания развивающимся половым клеткам и замедленный выход их в семявыводящий канал, а также запаздывание развития клеток в периферийной части железы. Кроме того, низкая интенсивность эксудативных процессов предопределяет размер порции одновременно выметываемых молок. Имеются и другие приспособления (выход неполностью сформировавшихся сперматозоидов из цист и др.).



Очевидно, все это должно быть учтено при разработке биотехники искусственного разведения. При получении исходного рыбоводно-продуктивного материала в первую очередь необходимо следующее:

1. Стимулирование развития половых желез самцов при помощи гипофизарных инъекций или инъекций других гонадотропных гормонов (в 1967/68 г. были поставлены опыты по стимулированию развития половых желез самцов калкана с помощью инъекций вытяжек гипофиза сазана, Римш, Чертов, 1968).

2. Стимулирование развития половых желез "экологическими методами", т.е. созданием во время выдерживания производителей в искусственных условиях "нерестовой обстановки" путем регулирования температуры, изменения освещенности и др.

Наряду со стимулированием общего развития половых желез самцов, нам кажется, перспективным и гормональное воздействие на центры, регулирующие интенсивность эксудативных процессов, поскольку последние, в конечном итоге, определяют размер единовременно выметываемой порции молок.

Однако при всех способах стимулирования развития половых желез следует учитывать возможность многократного получения молок от одного самца.

В заключение считаем необходимым отметить, что для экспериментальных целей и опытов по искусственному оплодотворению икры калкана могут быть использованы живые самцы из промысловых уловов. Промысел облавливает нерестовое стадо — рыб, совершивших нерестовую миграцию и выходящих на участки шельфа с глубинами 20–80 м.

В семенниках таких рыб много уже созревших сперматозоидов, особенно в срединной части железы. Естественный выход их невозможен до выделения семенной жидкости. В этом случае для получения молок семенники изымаются из вскрытой рыбы и оплодотворяют икру суспензией из мелко размельченной части семенника и морской воды. Как показывают наблюдения, в воде соленостью 16‰ сперма калкана сохраняет активность и способность к оплодотворению около 45 мин. (Римш, Чертов, 1968).

## Л и т е р а т у р а

- Кулаев С.И. Строение и цикл развития семенников половозрелого сома. "Зоол.журнал". Т. XXIII. Вып.6, 1944.
- Потеряев Е.А. Об искусственном оплодотворении и развитии икры камбалы-калканы. Тр. Новоросс.биол.ст.Т.1. Вып.6, 1938.
- Рими Е.Я., Чертов Л.Ф. Опыты по разведению камбалы-калканы. Сб.научно-техн.информ.ВНИРО, № II, 1968.
- Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. М. Изд-во "Пищевая промышленность", 1968.
- Брок И. Исследования по анатомии и гистологии половых органов костистых рыб. "Морфолог.журнал". Т. 60. Вып. 4, 1878.

## SPERMATOGENESIS AND STRUCTURE OF TESTIS IN TURBOT

A.F.Chertov and L.D.Bolkvadze

### S u m m a r y

The macro- and microscopic structure of the testis of Black Sea turbot is presented for the first time, and the regularities of spermatogenesis are considered in detail.

Based on the analysis of functional characteristics of the gland, and on the formation pattern of separate generations of sexual cells, a recommendation is presented as to the main trends in raising the efficiency of testis utilization for the artificial propagation of the species.