

УДК 597—116:597—154.343

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИОЛОГИИ СОЗРЕВАНИЯ И НЕРЕСТА МОРСКИХ РЫБ

Апекин В. С.

В настоящее время установлена общая схема регуляции воспроизводительной функции рыб (Баранникова, 1975; Barr, 1968; Hoar, 1969; Fontaine, 1969; Reinboth, 1972; Donaldson, 1973; de Vlaming, 1974 и др.). Размножение регулируется гипоталамусом, в котором вырабатываются релизинг-факторы, контролирующие функциональную активность гипофиза. Гонадотропные гормоны гипофиза обеспечивают развитие гонад: рост и созревание половых клеток, а также синтез стероидных половых гормонов. Наряду с этим гормоны гипофиза активизируют деятельность щитовидной железы и интерренальной ткани, которые принимают участие в регуляции функционирования гонад. Половые гормоны в свою очередь вызывают развитие вторичных половых признаков и брачное поведение во время нереста. Путем обратных связей половые гормоны контролируют активность гипоталамуса и гипофиза. Таким образом, гипоталамус — гипофиз — гонады можно рассматривать как осевую систему органов, интегрирующую участие внешних и внутренних факторов в регуляции размножения.

Для морских костистых рыб характерно огромное разнообразие типов оогенеза и нереста. У некоторых видов, в особенности у обитателей умеренных широт, рост и созревание ооцитов происходит синхронно. В этом случае в яичниках выделяется одна группа желтковых ооцитов. Такие рыбы нерестятся один раз в году в течение относительно короткого промежутка времени. У других видов рыб яйцеклетки развиваются асинхронно, и в яичниках присутствуют ооциты, находящиеся на разных стадиях роста и созревания. Для этих рыб характерен продолжительный сезон размножения с многопорционным нерестом: функционирование гипоталамуса — гипофиза — гонад у рыб со сложными типами нереста изучено еще недостаточно (Казанский, 1952; Barr, 1968).

С 1970 г. в лаборатории физиологии рыб АзчерНИРО был начат комплекс полевых и экспериментальных исследований размножения и нереста морских рыб; с 1973 г. в этих работах участвует лаборатория физиологии и биохимии рыб ВНИРО. При выборе объектов учитывали их перспективность для искусственного разведения. Такими объектами явились кефали. Их промышленно вылавливают в море, а также в лиманах Причерноморья, где выращивают в основном сингиля (*Mugil auratus* Risso). Перевод взрослых хозяйств на выращивание другого вида кефали — лобана (*Mugil cephalus* L.), темп роста которого выше (Кротов и др., 1969; Зелинский и др., 1969), может дать значительные экономические

выгоды. Перспективно выращивание кефали вместе с карпом в пресноводных прудах (Бабаян, 1963). Основная трудность в ведении кефале-выростных хозяйств — обеспечение их посадочным материалом (Старушенко, 1974). Самки со зрелой икрой в уловах почти не встречаются, а в искусственных условиях без специальной гормональной обработки они не созревают (Shehadeh, 1972). Поэтому первый этап искусственного выращивания молоди кефалей — получение от самок зрелой икры.

Глосса (*Platichthys flesus luscus* Pall.) так же, как и кефали, хорошо растет в лиманах и может стать объектом искусственного разведения.

Камбала-калкан (*Scophthalmus meoticus* Pall.) образует обособленные локальные стада, привязанные к одному району обитания. Искусственное разведение должно помочь восстановить ее запасы (Попова, 1969).

Бычок-мартовик (*Gobius batrachocephalus* Pall.) и бычок-кругляк (*Gobius melanostomus* Pall.) — важные промысловые объекты. Они принадлежат к одному роду, но четко отличаются типами нереста: мартовик — одновременно, а кругляк — многопорционнонерестящийся. Кругляк прекрасно выживает в аквариальных условиях и удобен как модельный объект.

При исследовании созревания и нереста перечисленных видов рыб были поставлены следующие задачи.

1. Выяснить особенности созревания и нереста рыб в природе.
2. Выяснить возможность управления созреванием и нерестом в искусственных условиях: оценка гонадотропной активности гипофизов; экспресс-оценка состояния половых желез; стимулирование созревания и нереста с помощью гормональных препаратов.

3. Сравнить воспроизводительные системы рыб с разными типами нереста.

**Морфо-функциональная характеристика гипоталамуса и гипофиза бычков.** Гипоталамическая нейросекреторная система бычков обоих видов хорошо развита и состоит из латерального и преоптического ядер, связанных с гипофизом с помощью гипоталамогипофизарных трактов и хорошо развитого нейрогипофиза (Моисеева, 1973). Нейросекреторные клетки преоптического ядра изменяются в зависимости от состояния гонадотропных элементов гипофиза и половых желез; у отнерестившихся мартовиков, например, часть клеток разрушена, многие нейроны находятся в фазе «опустошения» или «высокой активности», что свидетельствует об активном выведении нейрогормонов. На гистологических срезах преоптического ядра кругляка никогда не наблюдается массовое разрушение тел нейронов.

Высказано предположение, что морфо-функциональные изменения нейросекреторных клеток преоптического ядра связаны с участием этих элементов в созревании и нересте.

Исследована морфология гипофизов бычков, и методами селективного окрашивания идентифицированы гонадотропные, тиреотропные и адренкортикотропные клеточные элементы (Моисеева, 1973). Особенности функционирования гипофиза мартовика и кругляка четко выявляются в посленерестовый период. У мартовика сильно истощаются все области аденогипофиза, особенно гонадотропные элементы, а также клетки, связанные с выработкой адренкортикотропного и тиреотропного гормонов. Таким образом, в процессах размножения мартовика участвует целая группа гормональных факторов. Клетки аденогипофиза у мартовика восстанавливаются в течение 5—6 мес после нереста.

У кругляка после вымета первой порции икры (стадия зрелости VI—III) изменения наблюдаются только в зоне гонадотропных клеток. Изменения в клетках про- и метааденогипофиза не замечены. После вымета последней порции икры (VI—II стадия зрелости) истощение гонадотропных элементов становится заметнее. Однако оно выражено значительно слабее, чем у мартовика. У кругляка базофильные клетки первого типа в мезоаденогипофизе в отличие от мартовика восстанавливаются быстро (около месяца).

**Оценка гонадотропной активности гипофиза.** Для определения гонадотропной активности гипофиза широко используют биологические методы тестирования (Казанский, Нусенбаум, 1947; Алпатов, Строганов, 1950; Fontaine, Chauvel, 1961 и др.). Было обнаружено, что часть традиционных тест-объектов непригодна для оценки активности гипофизов исследуемых видов. Так, гипофизы самок бычка-кругляка IV стадии зрелости даже в дозе 2 мг не вызывали спермиацию у травяной лягушки и овуляцию у вьюна (Моисеева, 1973).

А. П. Золотницкому не удалось вызвать спермиацию озерной лягушки гипофизами камбалы-калкана (доза 2 мг), бычка-кругляка (2 мг) и лобана (4 мг). Гипофизы рыб восьми видов, испытанные на ооцитах зеленой жабы *in vitro* распределялись на четыре группы: высокоактивные (осетр), среднеактивные (сазан), низкоактивные (лобан, сингиль, камбала-калкан, глосса, горбуша), неактивные (бычок-кругляк). Очевидно, активность гипофизов связана с зоологической специфичностью гонадотропинов (Казанский, 1940; Pickford, Atz, 1957 и др.). Различия гонадотропинов в связи с систематическим положением рыб подтверждаются при исследовании очищенных препаратов. Так, гонадотропин карпа повышает активность аденилциклазы в яичнике золотой рыбки сильнее, чем гонадотропин чавычи. Карп и золотая рыбка относятся к одному семейству, а чавыча и золотая рыбка — к разным отрядам (Fontaine et al., 1972).

Поиск объектов, пригодных для тестирования, продолжается. Так, установлено, что гипофизы калкана не вызывают спермиацию у лягушки, но могут быть оттестированы по овуляции вьюна (Золотницкий, Моисеева, статья в данном сборнике). Активность гипофизов кефали, сазана и осетра испытана на ооцитах кефали *in vitro* (Гнатченко, статья в данном сборнике), что, по-видимому, наиболее перспективно, так как тестирование проводится на том же объекте, созревание которого будет стимулироваться исследуемыми препаратами.

Исследована связь между массой гипофиза и степенью развития половой железы у кругляка (Моисеева, 1972). Установлено, что средняя масса ацетонированных гипофизов у одноразмерных самок увеличивается в процессе развития гонад и достигает максимума на IV—V стадии зрелости. После нереста масса гипофизов снижается.

Активность гипофиза оценивали также путем его иммунологического анализа (Апекин, Моисеева, 1973). В опытах с иммунной сывороткой к белкам гипофиза половозрелых рыб антигенный спектр желез в процессе созревания заметно усложняется. Иммунная сыворотка, истощенная железами неполовозрелых самцов, продолжает выявлять специфические для созревающих и нерестящихся рыб антигенные факторы. Начиная с III стадии зрелости, они резко усиливаются и достигают максимума на IV и IV—V стадиях, сохраняются на довольно высоком уровне у продолжающих нереститься рыб и не выявляются у полностью отнерестившихся.

Был испытан также вариант оценки активности железы по «антигенному отпечатку». Ацетонированные гипофизы кругляка одинаково-

го размера, но разных стадий зрелости погружали в тонкий слой геля, смешанного со специфической иммунной сывороткой. Площадь кольца осадка, образовавшегося вокруг желез, оценивали весовым методом. Сопоставление результатов, полученных весовым и иммунологическим анализом, выявляет последовательное нарастание показателей до IV стадии зрелости, относительно высокий их уровень на стадиях IV—V, V, VI—III и снижение — после нереста. Истощенная сыворотка (с повышенной специфичностью) обнаруживает и более тонкие изменения — уменьшение в гипофизе антигенных факторов, связанных с гонадотропной функцией уже на V стадии зрелости.

Следовательно, выведение гонадотропина из гипофиза предшествует переходу рыбы в нерестовое состояние (Апекин, Моисеева, 1973). Рассмотренные выше подходы дают возможность выразить активность гипофиза только в относительных величинах. Абсолютное количество гонадотропина как в гипофизе, так и в плазме крови можно определить радиоиммунологическим методом (Breton et. al., 1972; Crim et. al., 1973).

**Развитие ооцитов у рыб с разными типами нереста.** Наиболее подробно изучен бычок-кругляк. При благоприятных условиях в сезон размножения самки этого вида могут откладывать до шести порций икры. Первая зимняя порция формируется в течение 5,5—6 мес, вторая 28—30 дней и последующие 17—20 дней. С повышением температуры интенсифицируется рост, вителлогенез и созревание ооцитов. У одnorазмерных самок от начала к концу нерестового сезона снижается размер и масса зрелых яиц. При формировании третьей и последующих порций ооциты созревают прежде, чем завершается их рост. При этом, судя по гистологическим препаратам, ядро мигрирует в анимальную область еще до начала гомогенизации желтка (Куликова, Фандеева, статья в данном сборнике).

Методом диск-электрофореза в ПААГ исследована динамика водно- и солерастворимых белков желтка обоих видов бычков на протяжении репродуктивного периода (Куликова, 1973). В процессе желткообразования уменьшается количество выявляющихся на электрофореграммах компонентов, усиливается интенсивность окрашивания и мощность белковых фракций с относительно низкой электрофоретической подвижностью. С помощью дифференцированного окрашивания фракций на глико- и липопротеины установлено, что «тяжелые» катодные компоненты — это сложные комплексы белков с липидами. Таким образом, в процессе вителлогенеза происходит комплексование белков. В период же созревания физико-химические свойства белковых комплексов резко меняются и увеличивается их водорастворимость. Электрофоретические спектры зрелых яиц от начала к концу нерестового сезона становятся более гетерогенными. При формировании последних поколений икры созревание наступает до завершения комплексования белков, т. е. до завершения вителлогенеза. Это подтверждается гистологическими наблюдениями и свидетельствует о лабильной корреляции между ростом и созреванием ооцитов.

Гистологические и биохимические различия между порциями икры в начале и конце нерестового сезона не свидетельствуют о снижении ее биологических качеств, так как в эксперименте показано, что процент оплодотворенных и нормально развивающихся яиц, отложенных в разных порциях, одинаков.

Для камбалы-калкана составлена шкала зрелости (Таликина, 1974) и исследованы особенности созревания отдельных порций икры. У этого вида развивается одна генерация желтковых ооцитов. Вителлогенез интенсифицируется в марте. В апреле встречаются нерестящиеся сам-

ки. Созревание и икротетание прерывистое. В эксперименте удается получить 2—5 порций зрелой икры, что составляет незначительную часть от общего фонда желтковых ооцитов. Новые материалы о созревании калкана публикуются в этом сборнике (статьи Воробьевой и Таликиной).

Камбала-глосса также порционнонерестящаяся рыба. В эксперименте от нее удается получить несколько порций икры. В 1975 г. В. Ф. Гнатченко успешно провел инкубацию икры и подращивание личинок глоссы. Часть из них прошла метаморфоз и достигла стадии «пятачка».

В последнее время исследуются также созревание и нерест кефалей: лобана и сингиля. Проанализированы состав и размеры их ооцитов в свежих яичниках под бинокляром (Апекин, Куликова, Вальтер, статья в данном сборнике). Для кефалей характерен высокий темп вителлогенеза и созревания. У некоторых самок сингиля развивается две генерации желтковых ооцитов, так что он относится к потенциально-порционнонерестящимся рыбам. Вторая генерация начинает активно расти после того, как первая уже сформирована, и средний размер старших клеток достиг 450—500 мкм. Возможно, что при благоприятных условиях некоторые самки сингиля выметывают две порции икры, что необходимо учитывать при оценке эффективности нереста всей популяции.

Для оценки плодовитости выбирают самок IV стадии зрелости. Но у сингиля размер половых желез значительно варьирует и по визуальным признакам без анализа диаметра клеток точно определить стадию зрелости трудно. В яичниках IV стадии зрелости ооциты достигают размера в среднем 475 мкм и более. Очевидно, в яичниках с клетками меньшего диаметра величина плодовитости будет занижена. С другой стороны, поскольку диаметр мелких клеток может быть 300 мкм, а численность их достигает 40% общего фонда желтковых клеток, то, если их учитывать вместе с крупными, величина плодовитости окажется значительно завышенной.

**Оценка степени развития ооцитов и их чувствительности к гонадотропинам.** Для получения зрелых половых продуктов путем стимулирования производителей гормональными препаратами необходимо знать степень развития ооцитов до и после инъекции гормона. Это особенно важно по отношению к кефалам, так как вителлогенез у них протекает в сжатые сроки, и в уловах часто встречаются самки с недоросшими яйцеклетками. Прежде всего возникла необходимость выбора критериев, которые могли бы быть использованы для оценки действия гонадотропных препаратов. Для этого проведено гистологическое исследование ооцитов, взятых щупом у подопытных рыб в процессе их созревания.

В результате на ооцитах лобана выделены последовательные состояния, четко отличающиеся одно от другого: дефинитивный ооцит; начало слияния жировых включений; начало смещения ядра; начало гомогенизации желтка; зрелое яйцо (Апекин, Тронина, 1972). Однако гистологическая обработка занимает много времени, и полученные данные не могут быть использованы при планировании эксперимента. Применение техники замораживания хотя и ускоряет приготовление срезов, но не позволяет обработать необходимое количество материала. Поэтому исследовали признаки созревания, которые могут быть выявлены непосредственно на живых клетках (Апекин, 1973). Цитоморфологические изменения при созревании ооцитов лобана описаны в статье В. С. Апекина, Г. А. Вальтера, Л. Г. Гнатченко, помещенной в сборнике.

Последовательное укрупнение жировых капель в ооцитах позволило выделить ряд промежуточных состояний, которые хорошо отличаются одно от другого, и использованы в качестве критериев при оценке действия гипофизарных препаратов. Так, например, после введения самке сингиля IV стадии зрелости 2 мг гипофиза сазана в ооцитах укрупняются жировые капли. Через 12—24 ч наступает фаза «более 10 жировых капель», после чего процесс останавливается. В течение 3—4 суток картина не меняется, а в дальнейшем ооциты начинают резорбироваться. Если через 12—24 ч после первой инъекции самке ввести еще 2—3 мг гипофиза, то созревание завершается овуляцией. Если же вторую инъекцию провести позже — через 48 ч, то укрупнение жировых капель несколько продвигается вперед, но вновь останавливается. Однако увеличение в последнем случае второй дозы до 5 мг может вызвать полное созревание. Как видно, оценка состояния яичника по выделенным фазам в ходе эксперимента позволяет исследовать эффективность различных вариантов гормональной стимуляции. Подобный же подход применен и на камбале-калкане (Воробьева, Таликина, 1974).

Для этих же целей освоен метод культивирования ооцитов кефалей (лобана и сингиля) *in vitro* (Алекин, Гнатченко, статья в данном сборнике). Показано, что ооциты отдельных интактных самок различаются по своей способности отвечать на гипофизарные гормоны укрупнением жировых капель, что, по-видимому, связано со степенью завершенности в них процессов роста и с состоянием рыб. Реакция ооцитов *in vitro* хорошо согласуется с результатами опытов *in vivo*. Процесс созревания ооцитов *in vitro* заметно усиливается после сенсibilизации самок подпороговыми дозами гипофиза и завершается формированием зрелых прозрачных икринок. При этом чувствительность ооцитов после инъекции в начале нарастает, достигает максимума в промежутке между 12 и 24 ч, а затем снижается. Параллельное исследование поведения ооцитов *in vivo* и *in vitro* направлено на обоснование оптимальных схем стимулирования созревания.

### Выводы

1. Экспериментальное и цито-морфологическое изучение гипоталамуса—гипофиза—гонад у бычков показало, что функционирование этой системы у единовременно- и порциононерестящихся рыб заметно различается во всех исследованных звеньях. Для порциононерестящегося бычка-кругляка характерна лабильная регуляция роста и созревания яйцеклеток, определяющаяся, по-видимому, адаптациями репродуктивной функции этого вида к широкому диапазону нерестовой температуры.

2. Установленные особенности гаматогенеза и нереста бычков (кругляк, мартовик), камбал (калкан и глосса) и кефалей (лобан, сингиль) открывают возможности контролировать эффективность их размножения в природе и исследовать причины, которые ее определяют. В то же время созданы предпосылки для активного воздействия на размножение этих видов рыб. Успешное индуцирование созревания и нереста в экспериментальных условиях позволяет приступить к их искусственному воспроизводству. Методы оценки гонадотропной активности гипофизов, выбор гормональных препаратов, экспресс-оценка состояния ооцитов и их чувствительности к гипофизарным гормонам, обоснование оптимальных схем стимулирования — все это — элементы, из которых складывается биотехника искусственного воспроизводства рыб.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Алпатов В. В., Строганов Н. С. Новая единица измерения активности гипофиза у рыб. — «ДАН СССР», 1950, т. 74, № 2, с. 405—407.
- Апекин В. С. Регуляция созревания и нереста в связи с проблемой искусственного воспроизводства морских рыб. — В кн.: Экологическая физиология рыб. М., 1973, с. 84—86.
- Апекин В. С., Моисеева Е. Б. Изменения антигенного состава гипофиза бычка-кругляка *Gobius melanostomus* P. в связи с половым циклом. — «Журнал эволюционной биохимии и физиологии». 1973, т. IX, № 1, с. 56—64.
- Апекин В. С., Тронина Т. М. Опыты по стимулированию созревания и нереста кефали (предварительные результаты). — «Гидробиологический журнал», 1972, т. 8, № 1, с. 82—89.
- Бабаян К. Е. Выращивание кефали в пресноводных водоемах. — «Труды ВНИИПРХ», 1963, т. XII, с. 47—63.
- Баранникова И. А. Особенности гормональной регуляции функции половых желез и размножения у рыб. — «Онтогенез», 1975, т. 6, № 1, с. 3—10.
- Воробьева Н. К., Таликина М. Г. Результаты исследования биологии размножения черноморской камбалы-калкана. — В кн.: Биология промысловых рыб и беспозвоночных на разных стадиях развития. (Тезисы докладов Всесоюзной конференции). Мурманск, 1974, с. 43—45.
- Зелинский В. В., Кротов А. В., Старушенко Л. И. Экономические показатели двухлетнего оборота выращивания кефалей. — «Рыбное хозяйство», 1969, № 3, с. 17—18.
- Казанский Б. Н. К вопросу о таксономической специфичности гонадотропного гормона у рыб. — «ДАН СССР», 1940, т. 27, № 2, с. 40—43.
- Казанский Б. Н. Экспериментальный анализ порционного икрометания. — «Зоологический журнал», 1952, т. 31, вып. 6, с. 883—896.
- Казанский Б. Н., Нусенбаум Л. М. Вьюн (*Misgurnus fossilis* L.) как объект для определения гонадотропной активности препаратов гипофизов рыб. — «Труды лаборатории основ рыбоводства», 1947, т. 1, с. 111—120.
- Кротов А. В., Старушенко Л. И., Спирин М. Я. О принципах перевода кефальных хозяйств на выращивание остроноса и лобана. — «Труды АзчерНИРО», 1969, вып. 28, с. 52—61.
- Куликова Н. И. Изменение фракционного состава белков ооцитов азовского бычка-мартовика *Gobius batrachosephalus* Pall. на протяжении репродуктивного периода. — В кн.: «Биохимическая эволюция». Л., «Наука», 1973, с. 110—115.
- Моисеева Е. Б. Изменение веса гипофиза как показателя его функционального состояния на разных этапах полового цикла бычка-кругляка *Gobius melanostomus* Pall. — «Вопросы ихтиологии», 1972, т. 12, вып. 5, с. 875—879.
- Моисеева Е. Б. Морфо-функциональная характеристика гипофиза бычков *Gobius batrachosephalus* Pal. и *G. melanostomus* Pall. в связи с особенностями их типов нереста. Автореферат кандидатской диссертации. Л., 1973. 28 с.
- Попова В. П. Об искусственном разведении черноморской камбалы-калкана. — «Рыбное хозяйство», 1969, № 5, с. 16—17.
- Старушенко Л. И. Биологические основы и биотехника товарного выращивания кефалей остроноса и лобана в причерноморских соленых лиманах юга Украины при двухлетнем обороте. Автореферат кандидатской диссертации. Одесса, 1974. 32 с.
- Таликина М. Г. Оогенез и половой цикл черноморской камбалы *Scophthalmus maeoticus* Pall. — «Вопросы ихтиологии», 1974, т. 14, вып. 3, с. 436—444.
- Barr W. A. Pattern of ovarian activity—Perspectives in endocrinology L.—N. Y. 1968, 168—232.
- Breton B., Billard R., Jalabert B., Kann G. Dosage radioimmunologique des gonadotropines plasmatiques chez *Carassius auratus*, au cours du nycthé méré et pendant l'ovulation. Gen. and Comp. Endocrinol., 18, N 3, 1972, 368—468.
- Crim L. W., Meyer R. R., Donaldson E. M. Radioimmunoassay estimates of plasma gonadotropin levels in the spawning pink salmon. Gen. and Comp. Endocrinol., 21, N 1, 1973, 69—76.
- Donaldson E. M., Yamazaki F., Dye H. M., Pilleo W. W. Preparation of gonadotropin from salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) pituitary glands. Gen. and Comp. Endocrinol., 18, N 3, 1972, 469—481.
- Donaldson E. M. Reproductive endocrinology of fishes—Amer Zool. 13. N 3, 1973, 909—927.
- Fontaine M. Contrôle endocrinien de la reproduction chez les Poissons Téléostéens. Fish and Fisheries Plenary Lecture. Verh. Intern. Verein. Limnol., 17, 1969, 611—624.
- Fontaine M., Chauvel M. Evaluation du pouvoir gonadotrope de l'hypophyse des poissons téléostéens, et en particulier du *Salmo salar* L. à diverses étapes de son développement et de ses migrations. C. R. Acad. Sci. Paris, 252, 6, 1961, 822—825.

Fontaine Y. A., Salmon C., Fontaine—Bertrand E., Burzawa—Gerard E., Donaldson E. M. Comparison of the activities of two purified fish gonadotropins on adenylcyclase activity in the goldfish ovary—*Canad. J. Zool.*, v. 50, N 12, 1972, 1673—1676.

Hoar W. S. Reproduction. In *Fish physiology*. Ed. W. S. Hoar a. D. J. Randall. A. P. New-York, v. 3, 1969, 1—72.

Pickford G. E., Atz J. W. The physiology of the pituitary gland of fishes. *New-York Zool. Soc.*, 1957.

Reinboth R. Hormonal control of the teleost ovary. *Amer. Zool.* v. 12, N 2, 1972, 307—324.

Shehadeh Z. H. Controlled breeding of culturable species of fish. A review of progress and current problems. *Coast Aquacult. Indo-Pacif. Reg. London*, 1972, 180—194.

Vlaming V. Z. Environmental and endocrine control of teleost reproduction. In *Control of Sex in Fishes*. Ed. C. B. Sehreck, USA, 1974, 13—83.

### *Physiology of maturation and spawning of marine fish*

V. S. Apekin

#### SUMMARY

The experiments and field investigations of maturation and spawning of mullet, goby and turbot have shown that the functioning of individual links of the system: hypothalamus—hypophysis—gonads differs in single— and multiple—stage spawners (toad goby and round goby). The functional activity of the hypophysis of round goby determined by changes in weight and antigenic composition is increasing till gonad stage IV, then it is still high in the spawning period and starts to lower at stage VI—II. The results of investigations of hypophyses of a number of species of marine fish are considered. The electrophoretic mobility of sturgeon is determined. The immune serum of narrow spector to gonadotropin is experimentally prepared. Peculiarities of gametogenesis and spawning in nature are characterized. Changes in oocytes of maturing mullet are investigated. Some intermediate phases are ascertained which can be used as criteria to assess the effect of hormonal drugs on maturation. The sensitivity of oocytes to gonadotropins is evaluated by their response in vitro.