

СЕЗОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАМЕТОГЕНЕЗА НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

© В. В. Евдокимов, И. В. Матросова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Владивосток;
электронный адрес: ingam@rbcmil.ru

Получены данные по гистологической организации и клеточному составу половых желез у некоторых гидробионтов, которые дополняют сведения об их репродуктивной биологии и позволяют конкретизировать их нерестовый период. Проанализировано влияние некоторых основных экологических факторов на размножение этих гидробионтов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: беспозвоночные, водоросли, гонада, гаметогенез.

Размножению коммерчески ценных видов — морских ежей, голотурий, трубачей, корбикулы — в настоящее время уделяется пристальное внимание (Касьянов и др., 1980; Мотавкин, Вараксин, 1983; Deridovich et al., 1998; Калинина и др., 2006; Евдокимов, 2008; Матросова, Евдокимов, 2008). Мониторинг репродуктивной функции этих промысловых гидробионтов имеет важное теоретическое и практическое значение. Знания о процессах гонадо- и гаметогенеза и влиянии на них экологических факторов необходимы как для понимания становления репродуктивной стратегии вида в эволюции, так и для рациональной научно обоснованной организации его промысла и воспроизводства. Современные методы разведения морских организмов в искусственных условиях позволяют получить жизнестойкую молодь в разное время года. Наиболее широко при искусственном разведении используется метод температурного регулирования созревания половых продуктов и стимулирования нереста. Для разработки метода регуляции гаметогенеза в искусственных условиях требуется глубокое и детальное изучение различных аспектов биологии размножения и физиологического состояния гидробионтов. Успехи в понимании процессов гаметогенеза сделали возможным использование отдельных его стадий для управления развитием гонад.

В связи с этим цель настоящей работы заключалась в исследовании репродуктивного процесса и продукционных возможностей организмов в естественных и искусственных условиях. Решали следующие задачи: изучали морфологию гонад морских ежей, моллюсков и голотурий; определяли стадии их зрелости; изучали динамику клеточного состава половых желез; устанавливали срок нереста с учетом влияния экологических факторов (температурного, светового и пищевого) в искусственных и естественных сообществах.

Материал и методика

Объектами исследования служили промысловые гидробионты: морские ежи *Strongylocentrotus intermedius*, брюхоногие моллюски *Buccinum verkruzeni*, *B. bayani*, *Neptunea constricta* и *N. polycostata*, корбикула японская *Corbicula japonica*, кукумария японская *Cucumaria japonica*, трепанг дальневосточный *Stichopus japonicus*, которых отлавливали в районах промысла, в зал. Петра Великого Японского моря с апреля по декабрь 2005—2008 гг. Учитывали экологические условия в сообществе, в котором производили отлов (температуру, глубину, наличие макрофитов, сопутствующих животных и пр.). Животных доставляли в лабораторию. Часть из них использовали в экспериментах, в которых моделировали условия из доставленного сообщества. Другая часть служила для гистологических исследований, для чего приготавливали препараты по стандартной методике (Меркулов, 1969) и анализировали их под микроскопом Olympus BH-2 при увеличениях 10×10 и 10×40; фотографировали цифровой камерой Olympus. Для оценки состояния гонад у гидробионтов определяли средний объем ацинусов, половых клеток, их ядер и ядрышек по формуле эллипсоида: $V = \pi/6 \cdot A \cdot B^2$, где A — большой, B — малый диаметры, π — 3.14. Качественные изменения в гонадах самок устанавливали по наличию в ацинусах половых клеток различных стадий развития (Мотавкин, Евдокимов, 1975; Deridovich et al., 1998). Диаметр клеток измеряли с помощью винтового окуляра-микрометра МОВ-1-15×.

Для определения влияния на животных светового фактора в качестве модельного объекта использовали морских ежей. Анализировали свет зеленой (520 нм) и красной (720 нм) длин волн, поскольку ежи находятся в прибрежных сообществах в основном при свете с длиной волны в диапазоне от 300 до 800 нм (Евдокимов и др., 2001). При этом учитывали макрофиты из этих естественных сообществ и сопутствующие им организмы.

Эксперименты с морскими ежами в искусственных условиях проводили, применяя метод температурной сти-

муляции (Мотавкин, Евдокимов, 1975; Евдокимов и др., 1993; Евдокимов, 2005). В эксперименте (в трех повторностях) использовали 8 аквариумов объемом по 20 л с проточной морской водой, в которых помещалось по 30 животных. 3 аквариума полностью затемняли, в 2 из них подавали свет определенной части спектра. Третий оставался затемненным и служил контролем для определения воздействия тепловых лучей (0 нм). Четвертый аквариум был незатемненным, и в нем животные подвергались температурной стимуляции при освещении белым светом (300—800 нм), этот считали контрольным. В первом, затемненном, аквариуме ежей на фоне температурной стимуляции подвергали воздействию светом с длиной волны 720 нм, применяя светофильтр КС-11. Во втором, затемненном, аквариуме животных на фоне температурной стимуляции освещали светом с длиной волны 520 нм, используя светофильтр ЗС-2. В третьем, затемненном, аквариуме ежи находились без освещения, только под воздействием температурной стимуляции. Для исключения влияния ультрафиолетового света животных содержали в стеклянных аквариумах, поскольку стекло не пропускает ультрафиолетовый свет.

В качестве корма использовали водоросли: ламинария японская *Laminaria japonica*, ульва фенестрата *Ulva fenestrata*, тихокарпус косматый *Tichocarpus crinitus* и грацилярия бородавчатая *Gracilaria verrucosa*. Водоросли подавали ежам в равных количествах во все аквариумы одновременно. Эти водоросли присутствовали в местах жизнедеятельности ежей, составляя единый биоценоз, в котором из сопутствующих животных встречались моллюски и голотурии.

В ходе экспериментальных исследований определяли полноценность полученных гамет. Развитие ежей прослеживали до плутеуса I стадии по методике, описанной у Бузника и Подмарева (1975). В конце эксперимента определяли плодовитость гидробионтов по методу Яковлева (1987).

Математическую обработку данных, полученных в результате исследований, проводили на персональном компьютере с использованием электронных таблиц Microsoft Excell. Все количественные данные обрабатывали методами вариационной статистики (Лакин, 1980).

Результаты и обсуждение

Гистологическое исследование гонад и гамет гидробионтов в сообществе с макрофитами при воздействии светом определенной длины волны на фоне температурной стимуляции выглядит следующим образом. На рис. 1 представлены женская и мужская гонады морского ежа при воздействии на него монохроматического света (красного) с длиной волны 720 нм на фоне температурной стимуляции. В гонаде самок до проведения эксперимента видно небольшое количество пристеночных ооцитов, у самца — небольшая зона размножения. На промежуточном этапе происходит формирование гамет как в яичнике, так и в семеннике. В конце эксперимента железы самки заполнены гаметами, готовыми к вымету, их количество значительно больше, чем у животных, находящихся под воздействием зеленого света (520 нм). У самца зона формирования очень большая, заполненная спермиями. Таким образом, красный свет оказывает положительное влияние на репродуктивный процесс. Свет с длиной волны 520 нм (зеленый), наоборот, оказывает отрицательное

воздействие (рис. 2). В конце опыта в железе самок количество гамет значительно меньше, чем в случае действия красного света, а у самцов практически отсутствует зона формирования гамет. Таким образом, световое воздействие оказывает влияние на формирование гамет в половых железах морских ежей (рис. 3).

В раннем онтогенезе очень низка доля эмбрионов на различных стадиях развития при воздействии зеленым светом и, напротив, высока при освещении красным светом.

Исследование размножения брюхоногих моллюсков из естественных условий показало взаимосвязь полового процесса с сезоном года. Анализ гонад изучаемых моллюсков в течение годового цикла позволил установить сроки их размножения. Нерест у исследованных видов трубача, как правило, идет в апреле. В мае половые железы находились на посленерестовой стадии. Невыметанные половые продукты в это время подвергались энергичной резорбции и фагоцитозу амебоцитами. В июне у *Neptunea constricta*, *N. lyrata* и *Buccinum verkruzeni* в ацинусах были обнаружены оогонии вдоль стенок, пристеночные ооциты, связанные со стенкой ацинуса широким основанием, и резорбирующиеся клетки в центре. Нами замечено, что желтый цвет гонад в это время у самок совпадал с наличием продуктов резорбции в половых железах, а кремовый — с присутствием в ацинусах пристеночных ооцитов и резорбирующихся клеток. У *N. lyrata* в июле основная часть ацинусов занята вспомогательными клетками с глобулярными включениями. Вышеописанная картина наблюдалась также в августе у всех исследованных видов моллюсков. В сентябре у самок вдоль стенок ацинусов отмечались молодые ооциты, связанные со стенкой широким основанием. Основная часть ацинусов была без зрелых половых клеток. В просветах ацинусов имелось много амебоцитов. В ноябре половая железа самки узким слоем окаймляла печень. Стенки половых трубочек спавшиеся, в них имелись только молодые ооциты. Наряду с резорбцией гамет слабо шли рост и развитие новой генерации половых клеток. Изменение диаметра пристеночных ооцитов в различные сезоны года отражено на рис. 4. Зимой наблюдали интенсивный рост гонады в целом. Процессы пролиферации при этом были более выражены с сентября до начала весны, а процессы дифференциации — в начале весны. У представителей сем. *Buccinidae* нерестовая температура находится в диапазоне 1.5—2.5 °С. Когда наблюдаются положительные аномалии летних температур, нерест проходит при более высоких температурах — около 12 °С. В годы с преобладанием положительных температурных аномалий нерест отмечается в апреле.

В наших исследованиях по определению сроков нереста корбикулы японской установлено следующее. Половые железы у этого моллюска в июле находились на преднерестовой стадии. У самок цвет гонад фиолетовый, у самцов — белый. Яичники были заполнены ооцитами большого протоплазматического и трофоплазматического роста. Семенники представлены зоной формирования, где находились пресперматиды и спермии. В августе начинался нерест, продолжающийся до сентября. Железа в это время была заполнена гаметами, готовыми к вымету. После нереста в яичнике оставалось незначительное количество резорбирующихся гамет, а в семеннике — небольшое количество невыметанных спермиев. Изменения морфометрических параметров яичника корбикулы и его клеточного состава в различные сезоны года, которые ха-

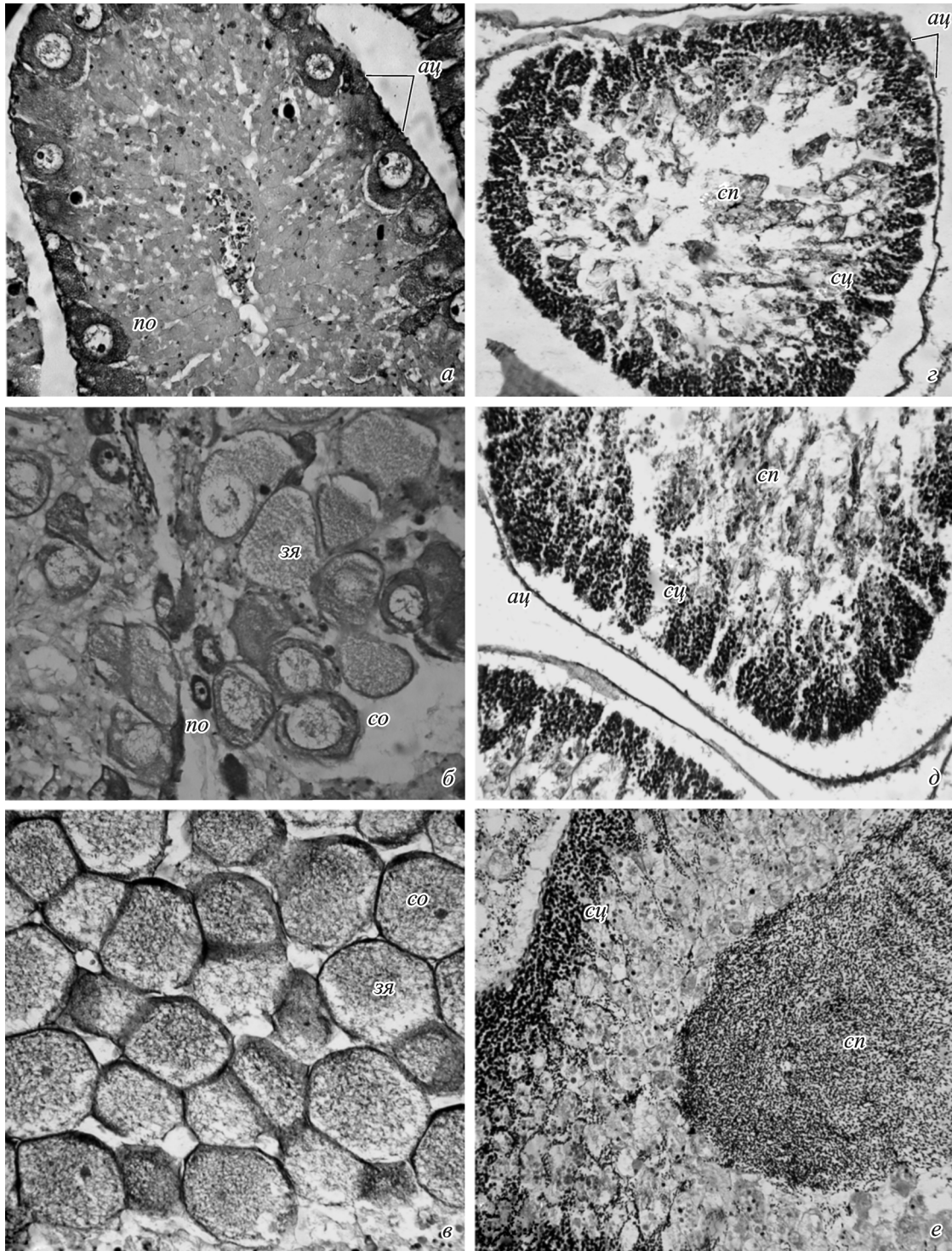


Рис. 1. Гонада серого морского ежа *S. intermedius*, содержащегося под воздействием света 720 нм.

а — яичник перед помещением в опыт, *б* — яичник через 15 сут воздействия светом, *в* — яичник через 30 сут воздействия светом, *г* — семенник перед помещением в опыт, *д* — семенник через 15 сут воздействия светом, *е* — семенник через 30 сут воздействия светом. *ац* — ацинус, *по* — пристеночный ооцит, *со* — свободнолежащий ооцит, *зя* — зрелая яйцеклетка, *си* — сперматоциты, *сп* — спермии. Окраска гематоксилин-эозином. Увел.: 10×40.

рактируют репродуктивный процесс этих моллюсков в течение года, представлены в табл. 1.

Самые мелкие ооциты в гонадах корбикулы наблюдали в сентябре. Интенсивный рост ооцитов начинался на стадии активного гаметогенеза в весенний период. Преднерестовая и нерестовая стадии шли параллельно в сжатые сроки, в течение июля и августа. На нерестовой ста-

дии летом отмечали увеличение объема клетки, который достигал максимального значения. В результате проведенных наблюдений установлено, что корбикула реагирует на изменение погодных условий, перемещаясь с одного места на другое. Перед ухудшением погоды она мигрирует на более глубокие участки или глубже закапывается в грунт. Так, в 2006 г. была отмечена задержка нереста на

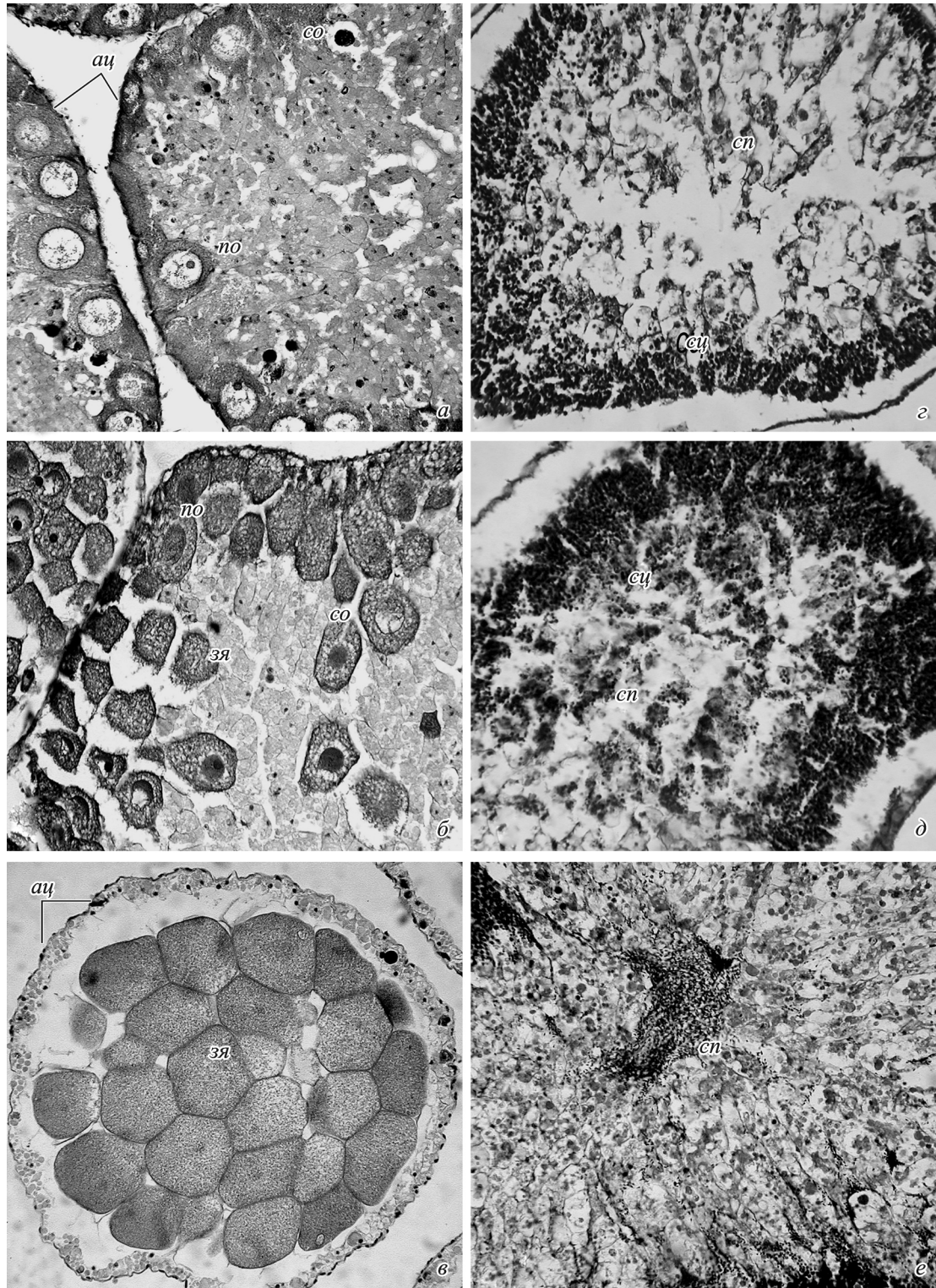


Рис. 2. Гонада серого морского ежа *S. intermedius*, содержащегося под воздействием света 520 нм.

a — яичник перед помещением в опыт, *б* — яичник через 15 сут воздействия светом, *в* — яичник через 30 сут воздействия светом, *г* — семенник перед помещением в опыт, *д* — семенник через 15 сут воздействия светом, *е* — семенник через 30 сут воздействия светом. Обозначения, увеличение и окраска те же, что и на рис. 1.

2—3 нед, обусловленная неблагоприятными температурными условиями.

Исследование репродуктивного процесса голотурий (кукумарии японской и трепанга дальневосточного) позволило установить различия в их репродуктивной стра-

тегии. Кукумария японская нерестится дважды: первый нерест в начале мая, а второй — в начале июля. Такой вывод следует из качественных и количественных изменений в половых железах этих животных. На рис. 5 (тотальный препарат) представлена железа самки кукумарии

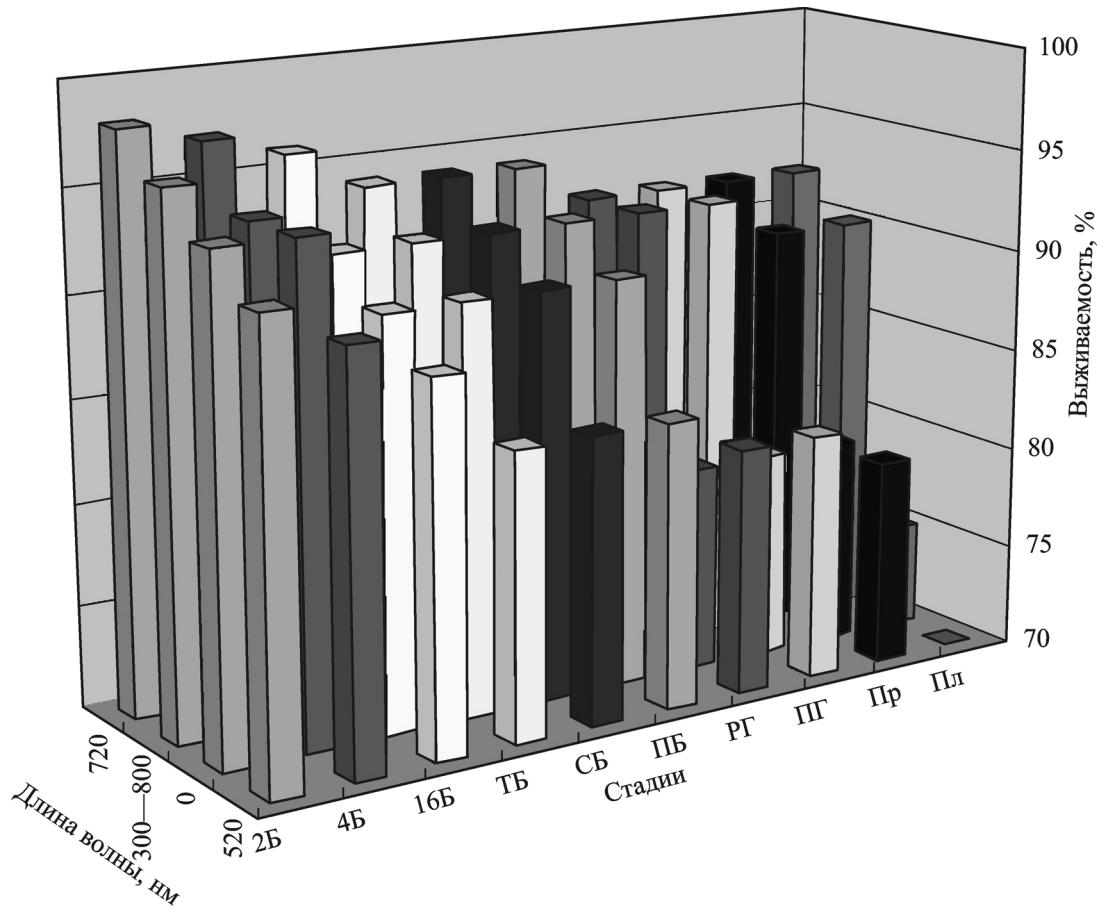


Рис. 3. Развитие морского ежа.

Стадии: 2 blastomeres (2Б), 4 blastomeres (4Б), 16 blastomeres (16Б), ТБ — толстостенная бластула, СБ — средняя бластула, ПБ — поздняя бластула, РГ — ранняя гастрюла, ПГ — поздняя гастрюла, Пр — призма, Пл — плутеус.

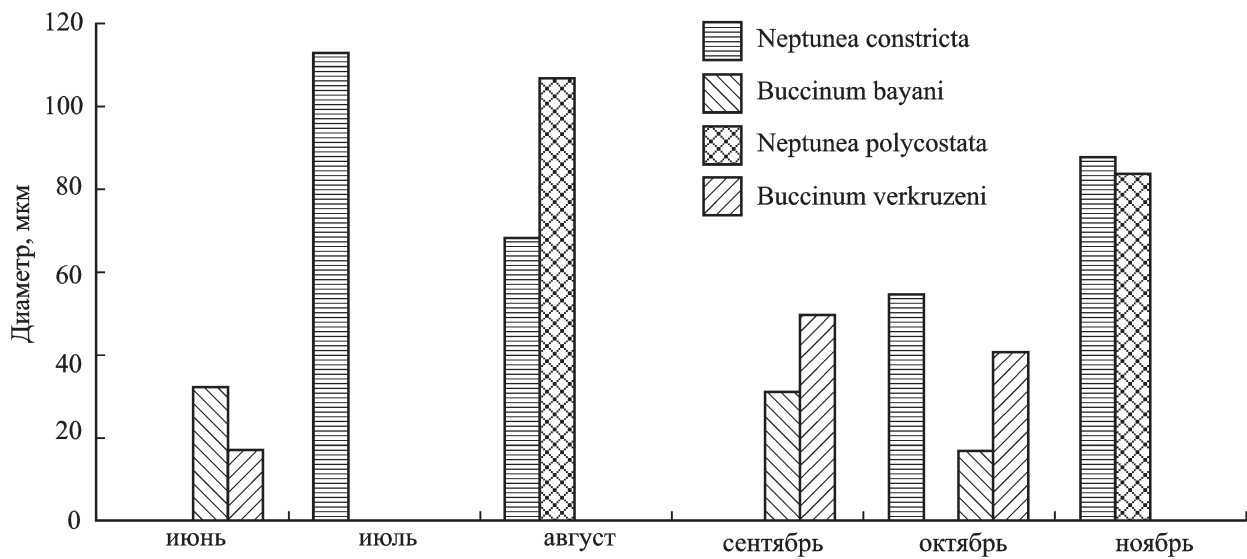


Рис. 4. Изменение диаметра пристеночных ооцитов у 4 видов брюхоногих моллюсков сем. Buccinidae в разные сезоны года.

Таблица 1

Морфометрические параметры гонады корбикулы японской

| Время года | Масса гонады, г | Гонадный индекс | Объем | | | Доля, % | | |
|------------|-----------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| | | | ацинусов, мм ³ | ооцитов, мкм ³ | ядер, мкм ³ | пристеночных ооцитов | ооцитов на узкой ножке | свободнолежащих ооцитов |
| Осень | 0.54 ± 0.10 | 3.9 ± 1.1 | 0.0058 ± 0.0006 | 4145.3 ± 229.8 | 601.6 ± 34.7 | 59.5 | 28.8 | 11.7 |
| Весна | 0.53 ± 0.20 | 7.0 ± 0.9 | 0.0056 ± 0.0005 | 10 901.6 ± 681.3 | 1963.8 ± 85.8 | 62.5 | 30.0 | 7.8 |
| Лето | 0.98 ± 0.20 | 8.3 ± 0.8 | 0.0084 ± 0.0005 | 134 795.7 ± 7035.4 | 22 989.5 ± 1117.6 | 14.1 | 26.9 | 59.0 |

японской. Более 50 % половых трубочек уже без гамет. В других продолжаются созревание и вымет. Это говорит о том, что характер нереста у данного животного порционный, опустошенных половых трубочек в результате двух нерестов обнаружено не было. На протяжении всех периодов исследования в гонадах самок кукумари японской присутствовали ооциты на всех стадиях роста и созревания, а у самцов — все клетки сперматогенетического ряда. Во время второго нереста у кукумари японской количество созревающих половых клеток больше и он более интенсивный и продолжительный. В табл. 2 представлено соотношение половых клеток разных стадий развития в яичнике кукумари японской в исследуемый период.

В июле и сентябре нами были обнаружены особи, у которых в полости тела находились женские половые трубочки, заполненные зрелыми половыми клетками, и мужские половые трубочки.

Трепанг в отличие от кукумари японской нерестится 1 раз в году. В его репродуктивном цикле выделяют 4 стадии. Посленерестовая стадия непродолжительна, восстановительная стадия заканчивается в ноябре, стадия медленного роста захватывает зимние и первые весенние месяцы, начавшаяся в апреле стадия быстрого роста при-

водит гонаду в преднерестовое состояние. В ходе многолетних наблюдений выявлена годовая изменчивость в сроках наступления нереста трепанга в зал. Посъета, отмечена также неодновременность нереста в различных его бухтах. Трепанг начинает размножаться в июле и заканчивает нерест в конце августа. Начало нереста в зал. Посъета всегда отмечается при температуре воды 18—19 °С, а пик, обычно приходящийся на конец июля и начало августа, — при температуре 21—25 °С. Гистологический анализ органов размножения этих животных дает возможность сократить время их содержания для стимуляции гаметогенеза, выше это отмечено на морских ежах. Цитологические исследования половых желез трепанга позволяют использовать отдельные стадии гаметогенеза для управления развитием гонад. На рис. 6 представлен яичник трепанга на различных стадиях зрелости. Особенности гаметогенетических процессов, отраженные на нем, необходимо учитывать при работе с производителями в марикультурных хозяйствах.

Размножение — важнейшая функция живого организма, обеспечивающая воспроизводство вида. Репродукция морских холоднокровных животных — это циклический физиологический процесс. Для большей части видов морских беспозвоночных животных, обитающих в умеренной климатической зоне и имеющих в жизненном цикле стадию пелагической личинки, характерен годовой репродуктивный цикл с нерестом, приуроченным к сезону с оптимальными условиями для развития потомства (температурой и соленостью воды, наличием пищи для потомства



Рис. 5. Тотальный препарат яичника японской кукумари (половые трубочки с ооцитами).

зЯ — зрелая яйцеклетка, со — свободнолежащий ооцит. Без окраски. Увел.: 10×10.

Таблица 2

Соотношение половых клеток разных стадий развития в яичнике японской кукумари

| Месяцы | Ооциты | | | |
|----------------------|-------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| | пристеночные, 21—67 мкм | Свободнолежащие | | |
| | | 68—137 мкм | 137—314 мкм | 315—475 мкм |
| Наличие в яичнике, % | | | | |
| Апрель | 4.8 | 68.3 | 4.2 | 18.0 |
| Май | 15.0 | 50.0 | 8.7 | 27.0 |
| Июнь | 16.0 | 65.0 | 2.5 | 16.0 |
| Июль | 33.0 | 37.0 | 3.0 | 28.0 |
| Август | 4.0 | 83.0 | 5.0 | 8.7 |
| Сентябрь | 5.0 | 71.0 | 9.0 | 19.0 |
| Октябрь | 17.0 | 52.0 | 12.0 | 18.0 |
| Ноябрь | 23.0 | 42.0 | 16.0 | 17.0 |

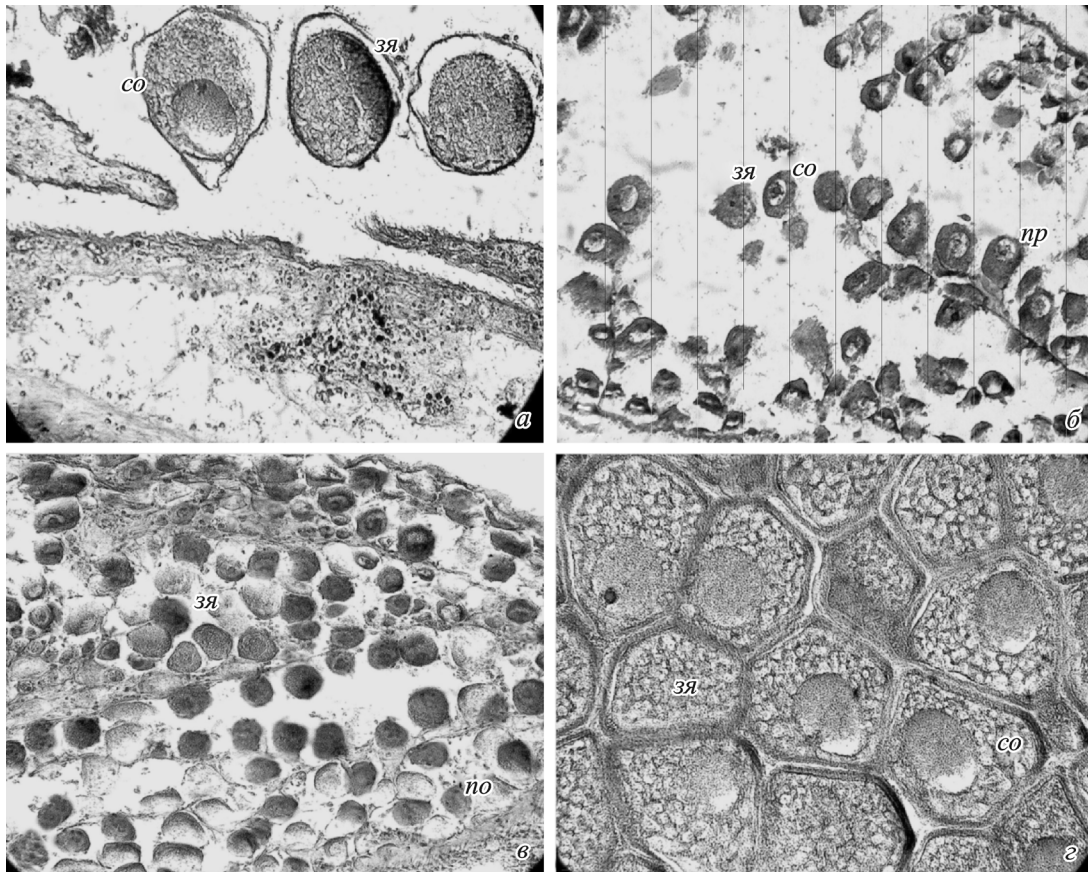


Рис. 6. Яичник трепанга.

a — начало гаметогенеза; *б* — активный гаметогенез; *в, г* — соответственно преднерестовая и нерестовая стадии. *пр* — пристеночный ооцит, *co* — свободнoleжащий ооцит, *зя* — зрелая яйцеклетка. Окраска гематоксилин-эозином. Увел.: 10×40.

и т. д.). Роль естественных экологических факторов, важнейшие из которых — температура и фотопериод (в сочетании или по отдельности), в регуляции процессов размножения морских беспозвоночных животных исследуется на протяжении уже 100 лет (Мотавкин и др., 1990; Хотимченко и др., 1993; Lawrence, Soame, 2004).

Мониторинговые исследования размножения гидробионтов в лабораторных сообществах и в прибрежных показали, что репродуктивный процесс у них протекает согласно закономерностям, характерным для данных животных и описанным ранее рядом авторов (Касьянов и др., 1980; Мотавкин, Варакин, 1983; Евдокимов, 1993, 2008; Викторовская и др., 2004).

В половом цикле исследуемых морских ежей в лабораторных условиях, обитающих в сообществах с разными водорослями, отмечаются различия в плодовитости, коэффициенте зрелости гидробионтов, а также и по другим показателям. Это характерно и для животных из естественного сообщества (Евдокимов и др., 1997; Евдокимов, 2008). В наибольшей степени вышеперечисленные показатели отмечаются у организмов, обитающих в зарослях с бурыми, красными и зелеными водорослями, в наименьшей — при обилии зеленых водорослей. Судя по всему, гидробионты, живущие в зарослях макрофитов, находятся в значительной степени под воздействием их метаболитов, особенно аминов (Сиренко, Козицкая, 1988). Данные литературы (Клоченко, 1994) свидетельствуют о том, что благодаря разнообразному качественному составу и количественному накоплению, лабильности и полифунк-

циональности влияния на метаболические процессы в клетке амины относятся к числу важнейших биологически активных веществ водорослей, оказывающих существенное влияние на жизнедеятельность гидробионтов и формирование качества природной воды.

Известно, что регуляторами клеточных функций в нервной системе животных являются полиамины: путресцин (2, 4-диаминобутан), кадаверин (2, 5-диаминопентан), сперимин и спермидин (Мотавкин и др., 1990). Известно также, что водорослями в среду обитания выделяются гамма-аминомасляная, аспарагиновая и глутаминовые кислоты и таурин (Евдокимов, 1993), которые относятся к категории медиаторов (Мотавкин, 2003). Очевидно, выделяемая красными водорослями гамма-аминомасляная кислота оказывает положительное влияние на плодовитость и потенциальные возможности формирующихся гамет исследуемых беспозвоночных прибрежных сообществ. Это предположение согласуется с данными, полученными ранее в экспериментальных условиях (Евдокимов, 1993; Deridovich et al., 1998). В сообществах с зелеными водорослями у животных плодовитость и коэффициент зрелости гонад ниже, чем в сообществах с красными, бурыми и зелеными водорослями (Евдокимов и др., 1997). Вероятно, в данном случае водорослями выделяются биологически активные вещества, выступающие в роли нейротрансмиттеров, тормозящих репродуктивный процесс.

В настоящее время установлено (Реунова, 1995), что арахидоновая кислота и другие биологически активные

вещества тормозят развитие гонад беспозвоночных, снижают содержание оогониев и сперматогониев, не нарушая структуру клеток. Этим можно объяснить различную плодовитость гидробионтов в сообществах. Есть также данные, свидетельствующие о том, что присутствие в среде жирных кислот в определенных концентрациях вызывает гибель некоторых видов (Sprull, 1984; Евдокимов, 1993, 2008). В конечном счете на выставяемые коллекторы оседает определенное количество спата, что, по всей видимости, зависит от жизнестойкости сформировавшейся молодежи и воздействия на них аттрактантов и репелленгов (Евдокимов и др., 1997).

Вероятно, сигналы, поступающие из среды обитания в клетки организмов, посредством нейротрансмиттеров влияют на формирование в их репродуктивных органах внутриклеточных регуляторных систем в оогенезе (Хотимченко, 1989; Вараксин, 1994; Deridovich et al., 1998). Сформировавшиеся при этом гаметы в полной мере обладают основными регуляторными системами (Бузников, 1987; Реунова, 1995). Принимая во внимание то, что исследовались сообщества в водных акваториях, не подверженных антропогенному воздействию (Евдокимов и др., 1997), можно предположить следующее. Минимальное и максимальное оседания спата на выставленные коллекторы в различных местах объясняются, вероятно, жизнестойкостью эмбрионов, которые развиваются из гамет, обладающих различной потенциальной возможностью. Они сформировались у гидробионтов под воздействием различных биотических и абиотических факторов в сообществах. Это согласуется с высказанной ранее гипотезой (Хотимченко и др., 1993; Deridovich et al., 1998) о том, что в процессе развития ооцита формируются системы внутриклеточной моноамин-, холин-, пептидергической и стероидной регуляции, принимающие участие в созревании ооцитов, оплодотворении гамет и регуляции раннего онтогенеза. При этом следует отметить, что сформированная ранее концепция функционирования репродуктивных органов при экзометаболическом взаимодействии гидробионтов (Евдокимов, 1993), из которой следует, что в условиях метаболической стимуляции организмов проявляется повышенная реализация потенций гамет, справедлива как для искусственного, так и для естественного сообщества. Это подтверждается и другими данными (Евдокимов и др., 1997; Евдокимов, Евдокимов, 2002).

Сравнительный анализ полученных экспериментальных результатов светового воздействия позволил заключить, что свет с длиной волны 520 нм угнетает, а 720 нм активизирует репродуктивный процесс. Это свидетельствует о существовании у данных животных функциональной связи между длиной световых волн и репродуктивным процессом, что выражается в количестве сформировавшихся гамет и жизнестойкости потомства.

Известно, что для прибрежной зоны характерны резкие колебания температуры воды в разные сезоны года. В связи с этим половой цикл беспозвоночных животных, обитающих в этой зоне, сильно зависит от температуры воды, а сроки нереста приходятся на наиболее благоприятный период. А при отрицательных температурах происходит резорбция половых клеток. Для многих видов иглокожих нерест растягивается на длительный период, но репродуктивный сезон может быть укорочен, если условия окружающей среды благоприятны только на короткое время, а при сохранении благоприятных условий нерест может быть повторен дважды. Так, на северных участках, где ограничено время, когда температура воды является

оптимальной для развития личинок, нерест голотурий происходит в более сжатые сроки. Наличие зрелых гамет в гонадах ежей в южном районе в течение длительного периода позволяет животным производить максимум потомства в наиболее благоприятных условиях.

Сезонные изменения в половых железах исследованных животных коррелируют с температурой среды их обитания. В зависимости от температурных условий года сроки наступления той или иной стадии развития половых желез могут не совпадать во времени. В годы с положительными температурными аномалиями преднерестовая стадия развития у исследуемых видов брюхоногих моллюсков может фиксироваться 2 раза в год. В последующие годы это состояние гонад наблюдалось 1 раз в год. Кроме того, у 4 видов букцинид отмечено совпадение сроков нереста. Это можно объяснить тем, что в большинстве своем они являются близкими по биогеографическому происхождению и обитанию при одних и тех же температурных условиях. В природе подобное совпадение в сроках нереста характерно не только для рассматриваемых нами видов, принадлежащих к одному семейству, но и для видов, относящихся даже к разным типам: например, к иглокожим (трепанг) и моллюскам (устрица, японский гребешок, анадара), обитающим в условиях одного биотопа и нерестящимся в одном диапазоне температур. Выявленная особенность созревания половых продуктов и нереста брюхоногих моллюсков несомненно является важным приспособительным свойством вида, значительно повышающим эффект размножения. У кукумарии японской ответной реакцией на меняющиеся условия среды, нарушающие эндокринную регуляцию процессов формирования и функционирования репродуктивной системы, по нашему мнению, является появление гермафродитных особей. Гермафродитизм, по мнению ряда авторов, — явление, не свойственное кукумарии японской (Викторовская, Белова, 2005).

Исследования репродуктивной биологии гидробионтов в лабораторных и прибрежных сообществах позволяют предположить, что размножение животных зависит в определенной степени от биологически активных веществ, выделяемых различными организмами, населяющими сообщество (Евдокимов и др., 1997; Deridovich et al., 1998; Евдокимов, Евдокимов, 2002; Евдокимов, 2005). Они действуют в комплексе с другими экологическими факторами, определяющими жизнедеятельность морских гидробионтов. При этом пищевой, температурный и световой факторы являются главными в размножении организмов наряду с другими экологическими условиями.

Полученные данные по гистологической организации и клеточному составу половых желез у исследованных гидробионтов дополняют сведения об их репродуктивной биологии, позволяя конкретизировать их нерестовый период. Они могут быть использованы не только для познания особенностей биологии размножения данных гидробионтов, но и для развития прибрежного рыболовства в связи с рациональным ведением промысла этих организмов и их воспроизводством.

Список литературы

- Бузников Г. А. 1987. Нейротрансмиттеры в эмбриогенезе. М.: Наука. 232 с.
- Бузников Г. А., Подмаев В. К. 1975. Морские ежи *Strongylocentrotus drobachiensis*, *S. nudus*, *S. intermedius*. В кн.: Объекты биологии развития. М.: Наука. 216 с.

- Вараксин А. А. 1994. Регуляторные пептиды и половые стероидные гормоны в регуляции размножения двустворчатых моллюсков и морских ежей: Автореф. докт. дис. Владивосток. 53 с.
- Викторовская Г. И., Белова Г. В. 2005. Особенности репродуктивной биологии кукумарии японской *Cuscutaria japonica* залива Петра Великого. Вопросы рыболовства. 6 (1) : 56—68.
- Викторовская Г. И., Седова Л. Г., Борисов Е. Э., Матвеев В. И., Калинина М. В., Брегман Ю. Э. 2004. Биологическая характеристика скоплений серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) в прибрежной зоне Приморья (Японское море). Изв. ТИНРО. 139 : 225—259.
- Евдокимов В. В. 1993. Морфофункциональная оценка гамет и продукционные возможности гидробионтов при размножении их в моно- и поликультуре: Автореф. докт. дис. Владивосток. 39 с.
- Евдокимов В. В. 2005. Изучение размножения морских ежей в условиях марикультуры в ТИНРО-Центре. Изв. ТИНРО. 141 : 284—295.
- Евдокимов В. В. 2008. Репродуктивная биология морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* и *Strongylocentrotus nudus*. Владивосток: ТИНРО-Центр. 116 с.
- Евдокимов В. В., Бирюкова И. В., Евдокимов А. В. 2001. Воздействие света с различной длиной волны на гаметогенез черного морского ежа (*Strongylocentrotus nudus*). Морфология. 120 (6) : 75—79.
- Евдокимов В. В., Евдокимов А. В. 2002. Взаимодействие гидробионтов в поликультуре при воспроизводстве в контролируемых условиях. Изв. ТИНРО. 131 : 373—380.
- Евдокимов В. В., Родин В. Е., Викторовская Г. И., Павлючков В. А. 1997. Размножение морских ежей и приморского гребешка в прибрежных сообществах Японского моря. Онтогенез. 28 (1) : 49—54.
- Касьянов В. Л., Медведева Л. А., Яковлев Ю. М., Яковлев С. Н. 1980. Размножение иглокожих и двустворчатых моллюсков. М.: Наука. 204 с.
- Клоченко П. Д. 1994. Амины — экзо- и эндометаболиты водорослей. Гидробиол. журн. 30 (5) : 42—62.
- Лакин Г. Ф. 1980. Биометрия. М.: Высш. шк. 184 с.
- Матросова И. В., Евдокимов В. В. 2008. Сезонные изменения репродуктивных органов у некоторых видов брюхоногих моллюсков зал. Петра Великого сем. *Buccinidae*. Изв. ТИНРО. 152 : 114—120.
- Меркулов Г. Л. 1969. Курс патологистологической техники. Л.: Медгиз. 340 с.
- Мотавкин П. А. 2003. Введение в нейробиологию. Владивосток: Медицина ДВ. 251 с.
- Мотавкин П. А., Вараксин А. А. 1983. Гистофизиология нервной системы и регуляция размножения у двустворчатых моллюсков. М.: Наука. 203 с.
- Мотавкин П. А., Евдокимов В. В. 1975. Получение у морского ежа в искусственных условиях зрелых половых клеток и их функциональная характеристика. Биол. моря. 1 : 58—67.
- Мотавкин П. А., Хотимченко Ю. С., Деридович И. И. 1990. Регуляция размножения и биотехнология получения половых клеток у двустворчатых моллюсков. М.: Наука. 216 с.
- Реунова О. В. 1995. Простагландины E2 и E2a и их значение в репродукции половых клеток приморского гребешка: Автореф. канд. дис. Владивосток: ВГМИ. 23 с.
- Сиренко Л. А., Козицкая В. Н. 1988. Биологически активные вещества водорослей и качество воды. Киев: Наук. думка. 256 с.
- Хотимченко Ю. С. 1989. Моноаминергическая и холинергическая регуляция размножения у иглокожих и двустворчатых моллюсков: Автореф. дис. М.: МГУ. 47 с.
- Хотимченко Ю. С., Деридович И. И., Мотавкин П. А. 1993. Биология размножения и регуляция гаметогенеза и нереста у иглокожих. М.: Наука. 168 с.
- Яковлев С. Н. 1987. Плодовитость морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* и методы ее оценки. Биол. моря. 5 : 46—52.
- Deridovich I. I., Motavkin P. A., Evdokimov V. V. et al. 1998. Endocrinology and reproduction. In: Marine biotechnology. New Delhi, Calcutta, Oxford & IBN Publishing Co. PVT. LTD. 1—78.
- Lawrence A. M., Soame J. M. 2004. The effects of climate change on the reproduction of coastal invertebrates. IBIS. 146 (Suppl. 1) : 29—39.
- Sprull J. A. 1984. Response of algae and Zooplankton to C19 fatty acids of *Chlamydomonas reinhardtii*. Hydrobiologia. 114 (1) : 9—12.

Поступила 2 IV 2009

SEASONAL CHARACTERISTICS OF SOME FISHERY HYDROBIONTS GAMETOGENESIS

V. V. Evdokimov, I. V. Matrosova

Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center), Vladivostok;
e-mail: ingam@rbcmil.ru

The data received on histological organization and cell composition of gonads in some hydrobionts complete the information about their reproductive biology and allow giving concrete expression to spawning period. The influence of some important ecological factors on reproduction of these hydrobionts has been analysed.

Key words: invertebrates, algae, gonad, gametogenesis.