

## Лекция 8-9 КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ИГЛОКОЖИХ

К типу иглокожих (Echinodermata) относится древняя группа типично морских беспозвоночных с оригинальной формой тела, напоминающей звезду (морские звезды), цветок (морские лилии и горгоны), шар (морские ежи), огурец (голотурии) и др. Некоторые виды иглокожих являются объектами промысла и культивирования.

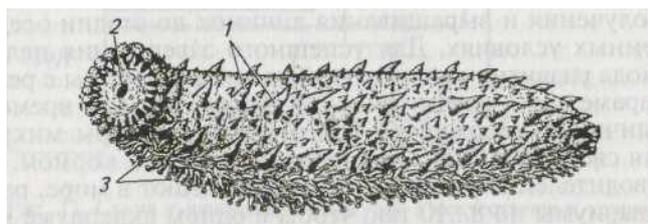
### ГОЛОТУРИИ

Голотурии (Holothurioidea) широко распространены в Мировом океане. Наибольшего видового разнообразия и численности они достигают в верхней сублиторали теплых районов океана, где образуют скопления биомассой до нескольких килограммов на одном квадратном метре.

Многие виды голотурий (преимущественно тропические) являются объектами промысла, например трепанг, которому издавна приписывают помимо гастрономических и лечебные свойства. Тело трепанга — это мускулистый мешок, в мышцах которого отсутствуют известковые пластинки (спикулы), что делает трепанга особо ценным пищевым объектом. По форме тела трепанг (рис. 21) в спокойном состоянии напоминает крупных червей, но при раздражении тело сокращается и становится шарообразным.

Промысел голотурий ведется очень интенсивно, мировой среднегодовой вылов составляет около 15 тыс. т. В пищу употребляют в сыром виде икру, легкие, а кожно-мышечный мешок голотурий варят, сушат и коптят. Из сушеной голотурии готовят супы, рагу и др.

В последние годы голотурии привлекли внимание фармакологов и биохимиков, так как в них были обнаружены тритерпеновые гликозиды — химические соединения, обладающие высокой биологической активностью. Эти вещества оказывают антигрибное, антиопухолевое, нейротропное действия и могут найти применение в медицине в качестве нейромышечных и хемотерапевтических антираковых препаратов.



**Рис. 1. Трепанг:** 1 — спинные отростки; 2 — рот, окруженный щупальцами; 3 — амбулакральные ножки

На Дальнем Востоке выращивают дальневосточную голотурию — трепанга (*Sfichapus japonicus*) по методу, разработанному специалистами ТИНРО.

Ареал дальневосточного трепанга простирается от Южного Сахалина и Курильских островов на юг до Сянган (Китай). Особенно много трепанга в прибрежной зоне Сахалина, Приморье, в заливе Петра Великого и в Желтом море. Обитает он на глубинах от 1 до 25 м, а наиболее многочислен (до 4 шт/м<sup>2</sup>) на глубинах 3...4 м, в защищенных от штормов бухтах, предпочитает илисто-песчаные грунты, расположенные рядом с каменистыми россыпями, зарослями морской травы. Часто встречается в биоценозах мидий и других донных животных. В заливе Посьета трепанги выдерживают изменения температуры воды от минус 1,7 °С (зимой) до 22 °С (летом) и соленость от 29 до 34 ‰.

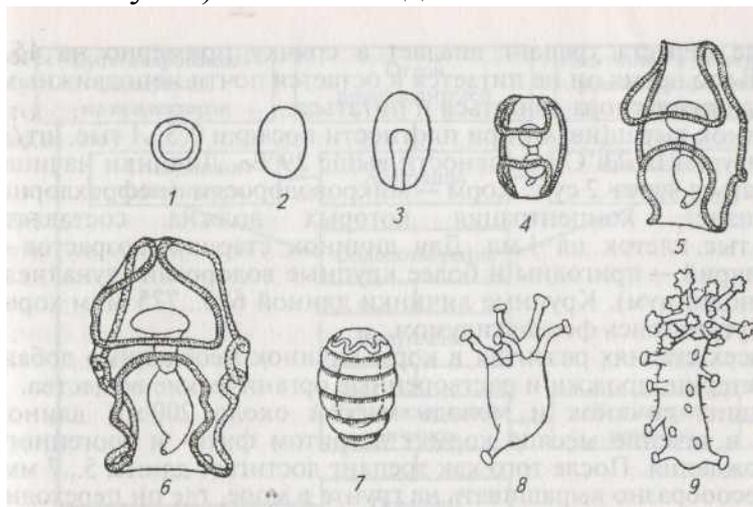
Трепанг интенсивно питается зимой и весной при температурах 4...16 °С перед нерестом, а также после нереста и спячки — осенью, со второй половины сентября по ноябрь. Однако непосредственно перед нерестом интенсивность питания значительно снижается. Питается трепанг детритом, илистыми частицами, поглощая и пропуская через кишечник огромные массы ила.

Трепанг — раздельнополое животное, но половой диморфизм не выражен. Нерест в зависимости от наступления нерестовой температуры (18...19 °С) протекает с конца июня до середины июля. Для созревания половых продуктов требуется 1850... 1940 градусодней, а для нереста — 2350...2390 градусодней. Плодовитость высокая — 0,5...77 млн яиц. Оплодотворение яиц наружное, тип развития пелагический. После оплодотворения и дробления яиц, которое длится 18...22 ч, образуется свободноплавающая личинка-аурикулярия, переходящая в долиолярию и затем пятищупальцевую пентактулу. Длина личинок 200...500 мкм (рис. 22).

Длительность пелагических стадий при температуре 21...23 °С составляет 12... 16 сут от момента оплодотворения икры, а иногда и 20...23 сут. Трудности культивирования трепанга связаны со сложностью получения и выращивания личинок до стадии оседания в искусственных условиях. Для успешного завершения пелагического периода развития личинок необходимы бассейны с регулируемыми параметрами среды (рис. 23). Кроме того, ко времени появления личинок необходимо подготовить культуры микроводорослей для своевременного обеспечения личинок кормом.

Производителей перед нерестом отлавливают в море, рассаживают в аквариумы по 8... 10 так, чтобы в одном аквариуме находились самцы и самки. Производителей содержат в морской воде соленостью 30...36 ‰ при 80...90%-ном насыщении воды кислородом и естественной температуре

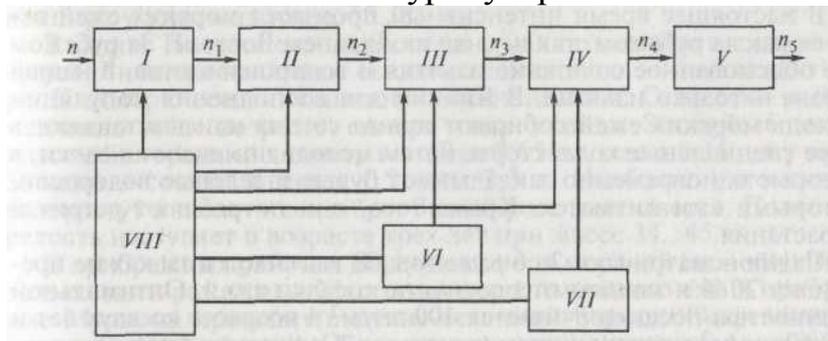
морской воды. Затем для стимуляции нереста температуру среды постепенно (на 1...2°C в сутки) повышают до 25 °С.



**Рис. 2. Стадии развития голотурий:**

1–оплодотворенное яйцо, диаметр 150 мкм; 2–бластула; 3– гастрюла; 4– диплеврула, маленькая двусторонняя или двубокая; 5, 6– аурикулярия длиной до 600 мкм; 7–доллиолярия, боченковидная личинка с пятью ресничными шнурами длиной 1...2мм; 8 – пентактула; 9 –молодая особь

При соблюдении этих условий все яйца оплодотворяются и нормально развиваются, отход составляет 3-10%. При переходе на стадию предаурикулярии около 60 % личинок погибает, выход осевшей молоди составляет 5-10% количества аурикулярий.



**Рис. 3. Схема выращивания голотурий в искусственных условиях:**

I – выдерживание отловленных в море производителей; II –инкубация икры; III –выращивание личинок; IV – выращивание молоди; V – транспортировка и расселение; VI – выращивание корма для личинок; VII – кормление молоди; VIII – акватрон для поддержания нужных условий;  $n_1, n_2, n_3, \dots, n_5$  – продвижение в бассейнах аурикулярий

После нереста трепанг впадает в спячку примерно на 15... 20 сут. В это время он не питается и остается почти неподвижным, затем начинает снова двигаться и питаться.

Личинок выращивают при плотности посадки 0,5-1 тыс. шт/л, температуре 21...23 °С и солености выше 29 ‰. Личинки начинают питаться через 2 сут. Кормом личинкам служат микроводоросли, концентрация которых должна составлять 50-100 тыс. клеток на 1мл. На всех стадиях развития в корм личинок необходимо добавлять бактерии, дрожжи и растворенные органические вещества.

Осевших личинок и молодь массой около 200 мг, длиной 2-3 мм в течение месяца кормят детритом фито- и зоогенного происхождения. После того как трепанг достигает длины 5...7 мм, его целесообразно выращивать на грунте в море, где он переходит на питание детритом. Продолжать выращивать его в садках очень сложно, а содержание в бассейнах на берегу на искусственном корме требует больших затрат.

Рост и питание молоди трепанга в отгороженных участках моря продолжаются всю зиму. Годовики в естественных условиях вырастают до 15-20 мм.

## **МОРСКИЕ ЕЖИ**

Морские ежи — ценный промысловый объект. Икра морских ежей — высококачественный пищевой продукт, в состав которого входят необходимые для организма человека ценные питательные вещества.

В настоящее время интенсивный промысел морских ежей ведется как за рубежом, так и у нас на Дальнем Востоке. За рубежом это обоснованное сочетание изъятия и воспроизводства, в нашей стране — только изъятие. В Японии для восполнения популяции молодь морских ежей собирают прямо со дна или выставляют в море специальные коллекторы. Затем молодь помещают в садки, в которые одновременно закладывают бурые и зеленые водоросли, которыми ежи питаются. Кроме того, они потребляют детрит и обрастания.

Садки осматривают 2...6 раз в год. За год отход в садках не превышает 20 % и зависит от плотности посадки ежей. Оптимальной плотностью посадки считается 100 шт/м<sup>2</sup> в возрасте до двух лет и 40...60 шт/м<sup>2</sup> в возрасте свыше двух лет. Садки размещают в хорошо прогреваемых бухтах с чистой водой. Продолжительность искусственного выращивания морских ежей в садках до промыслового размера 4 года.

Разработанный в ТИПРО-центре метод искусственного воспроизводства (рис. 4) позволяет получать молодь морского черного ежа *Strongilocentrotus nudus* жизнестойких стадий в любое время года.



Рис. 4. Схема культивирования морских ежей

Черный морской еж предпочитает обитать на глубине 40 м, но встречается и на глубине до 180 м. Распространен в заливе Петра Великого, у острова Сахалин, у полуострова Камчатка, в Желтом море.

Гонады морских ежей перед нерестом весят 20-30 г. Диаметр панциря у этих животных 65-85 мм.

В заливе Посьета ежи нерестятся с мая по октябрь и с июля по август. Личинки начинают оседать с конца июля – начала сентября. К ноябрю оседание личинок заканчивается. Сеголетки растут медленно и в возрасте одного года у вида *Strongilocentrotus intermedius* средний диаметр панциря 0,65 см, масса 0,16 г, а у вида *S. nudus* – соответственно 1,5 см и 2,3 г. Наиболее интенсивно ежи растут в июле – сентябре. Зимой рост замедляется. Половозрелость наступает в возрасте трех лет при массе 34-45 г.

В прибрежных районах Баренцева моря морской еж нерестится только один раз в году. Массовый нерест морского ежа в прибрежье Мурмана проходит в зимне-весенний период. Созревание и нерест *S. droebachiensis* в Белом море происходят позже – с середины июня до середины июля (после таяния льда в мае – июне).

Во всех перечисленных частях ареала так же, как и в Баренцевом море, *S. droebachiensis* в течение годового цикла нерестится только один раз. На протяжении почти всего ареала размножение морского ежа протекает в одно и то же время года – между февралем и началом мая, несмотря на весьма широкий температурный диапазон – 1-10 °С.

Для иглокожих характерна пятилучевая симметрия (т. е. их тело можно радиально разделить на пять равных частей); отсутствие головы и выделительных органов; децентрализованная нервная система и отсутствие головного мозга.

Морской еж питается в течение всего года, однако интенсивность питания высока в период с марта по август, после сентября она начинает снижаться.

Для роста взрослых ежей наиболее благоприятная температура воды 15-24 °С. Нерест этих животных у берегов Приморья приходится на июль — август.

Для воспроизводства морских ежей в Японии широко используют коллекторный сбор молодежи с последующим выпуском ее в естественные биотопы. Целесообразным считают получение молодежи в искусственных условиях с дальнейшим подращиванием ее в садках и высевом в район промысловых участков.

**Жизненный цикл.** Включает в себя следующие стадии: планктонную (эмбриональное и личиночное развитие), прикрепленную (развитие и рост спата на субстрате) и свободноподвижную (обитание на грунте). В ходе раннего онтогенеза последовательно происходит смена стадий развития: бластула, гаструла, плутеус I стадии, плутеус II, плутеус III стадии, метаморфоз.

Средняя продолжительность жизни черного морского ежа 15 лет, обычные размеры промысловых ежей 60-70 мм.

Особенность размножения морского ежа необходимо знать для правильной заготовки производителей.

**Размножение.** Черный морской еж – раздельнополый вид. Половой зрелости достигает при диаметре панциря 40-45 мм. Плодовитость особей с диаметром панциря от 60 до 75 мм достигает 20-25 млн яйцеклеток. В период нереста пол животного можно определить визуально. У самок гонады желтоватого цвета, при вскрытии стенки из протоков выступают яйцеклетки бледно-желтого цвета. Гонада самца белесая, при вскрытии протоков спермии белого цвета. Как у самок, так и у самцов железы состоят из большого числа разветвленных протоков, связанных с ацинусами.

Половой цикл черного морского ежа – сложный, многоступенчатый процесс, который зависит от биотических и абиотических факторов среды. Температура при этом играет ведущую роль. Каждый этап гаметогенеза приурочен к определенным температурным периодам.

Нерест его приходится на середину июля — конец августа и происходит при температуре 19–22°С. Активное развитие половых клеток

отмечено со второй половины октября и до конца декабря. Гистологическая картина в январе свидетельствует о прекращении роста половых клеток. У самок наблюдается резорбция ооцитов, тогда как у самцов резорбция гамет в зимнее время обычно не выражена. В феврале – марте происходит активация гаметогенеза. У самок в конце марта – апреле в железе содержатся все генерации половых клеток, но преобладают ооциты на стадии большого протоплазматического роста, у самцов – сперматоциты 1-го порядка. В мае – июне гаметы созревают, в июле начинается нерест.

### **Стимуляция гаметогенеза**

Суть ее заключается в том, чтобы в сжатые сроки воспроизвести естественный температурный фон, не меняя при этом экологические факторы.

Стимуляция гаметогенеза морского ежа включает в себя три периода: адаптацию к искусственной среде при температуре, соответствующей температуре воды в море; активацию гаметогенеза – сжатое воспроизведение естественного хода температур, при котором созревают гонады; завершение гаметогенеза с помощью поддержания устойчивых температур.