

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ГОЛОТУРИИ CUCUMARIA JAPONICA В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

В. П. НАЙДЕНКО, В. С. ЛЕВИН

*Опытно-экспериментальная база «Витязь» Тихоокеанского океанологического института
ДВНЦ АН СССР, Витязь 692765, Лаборатория хорологики Института
биологии моря ДВНЦ АН СССР, Владивосток 690022*

В условиях аквариальной проводили наблюдения за нерестом, оплодотворением и постэмбриональным развитием голотурии *Cucumaria japonica*. Развитие идет с сильно укороченным метаморфозом; вышедшая из яйца личинка грушевидной формы превращается в пентактулу. Описаны изменения формы и размеров тела, развитие амбулакральных придатков и спикул кожи тела молоди до возраста 2 года.

Rearing of a commercial sea cucumber *Cucumaria japonica* in the laboratory.
V. P. Naidenko, V. S. Levin (Experimental Marine Station «Vityaz», Pacific Oceanological Institute, Vityaz 692765; Laboratory of Chorology, Institute of Marine Biology, Far East Science Center, Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok 690022)

Observations were conducted on the spawning, fertilization and postembryonic development of *Cucumaria japonica* in the aquaria. Metamorphosis is much reduced. After hatching from the egg, a pear-shaped swimming larva develops to a pentactule. The changes in the body form and size, ambulacral appendages and spicules of body wall during the first two years of growth are described.

Японская кукумария *Cucumaria japonica* — один из наиболее массовых видов иглокожих морей нашей страны. Это весьма перспективный промысловый объект, из которого возможно получение ценных пищевых продуктов и биологически активных веществ. В то же время знания о биологии этого вида крайне скудны и ограничиваются преимущественно общими сведениями о строении и распределении (Иванов, Стрелков, 1949; Дьяконов, 1958; Баранова, 1971). Данные о ранних стадиях онтогенеза этой голотурии отсутствуют.

Цель настоящего исследования — выяснение возможности искусственного разведения японской кукумарии в лабораторных условиях и получение сведений о начальном периоде онтогенеза этого вида.

Материал и методика

Работы выполняли в 1978—1981 гг. в аквариальной Опытно-экспериментальной Базы «Витязь» Тихоокеанского океанологического института ДВНЦ АН СССР. Производителей кукумарии собирали с ряда участков восточной части зал. Посьета Японского моря на глубинах 15—30 м с использованием легководолазного снаряжения. Сборы проводили в 1978—1980 гг. в летний период еженедельно, зимой — через 1—2 мес. Собранных кукумарий (по 20—100 экз.) доставляли непосредственно в аквариальную или предварительную размещали в садках на глубине 5—8 м. Как правило, группу особей из каждой партии вскрывали для установления соотношения полов и определения величины гонадного индекса. За последний принимали процентное отношение массы гонад к общей массе тела голотурий без полостной жидкости.

В условиях аквариальной проводили наблюдения за нерестом кукумарий, оплодотворенными яйцами и развитием молоди (до возраста 2 года)¹. Для изучения возрастных изменений кукумарий проводили регулярный отбор проб: в течение первого месяца после нереста — ежедневно, второго-третьего — еженедельно, в дальнейшем — ежемесячно. Для сохранения естественной формы тела личинок и молодых голотурий помещали в чашку Петри с морской водой и медленно повышали температуру до 40°С, после чего фиксировали 40%-ным этиловым спиртом. При исследовании строения скелетных элементов животных помещали на предметное стекло, растворяли мягкие ткани жавелевой водой и отмывали пресной водой.

¹ Авторы глубоко признательны инженеру Л. И. Найденой за помощь.

При отработке методики стимуляции нереста кукумарии были опробованы электрошок в разных режимах, встряхивание, введение в полость тела хлористого калия, однако все эти способы не дали хороших результатов. Поэтому нерест стимулировали, помещая производителей в ванны с проточной водой, температура которой была на 2—8° С выше, чем в районах сбора голотурий.

В 1979 г. кукумарии нерестились в лаборатории с 16 апреля по 15 октября неоднократно, что согласуется с данными японских исследователей (Kinosita, Sibuya, 1941) о весьма растянутом периоде размножения этого вида. Нам не удалось установить связи между реакцией на стимулирование нереста и величиной гонадного индекса кукумарий. Так, в начале апреля средняя величина гонадного индекса составила $15,9 \pm 6,2$, в середине августа — $9,8 \pm 4,1$, в конце октября — $2,3 \pm 1,0\%$. В необычно холодном 1980 г. первый нерест кукумарий в аквариальной наблюдался только 8 августа, тогда как величины гонадного индекса достоверно не изменялись. Не удалось обнаружить и различий в сроках нереста у кукумарий, собранных на разных станциях, значительно различающихся по глубине и, соответственно, температуре воды.

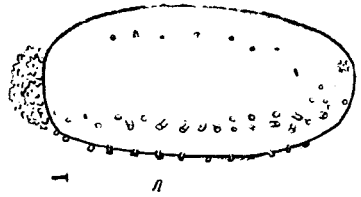
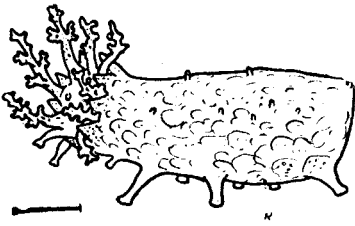
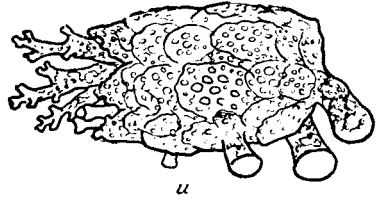
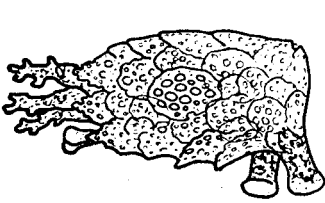
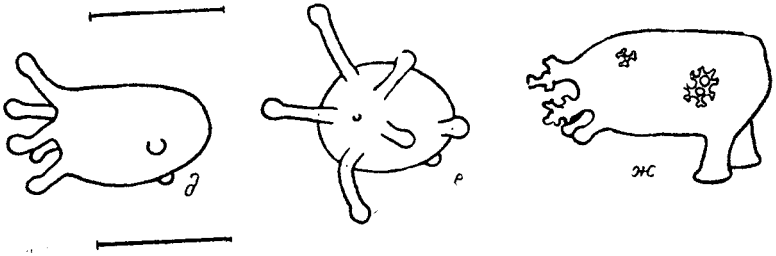
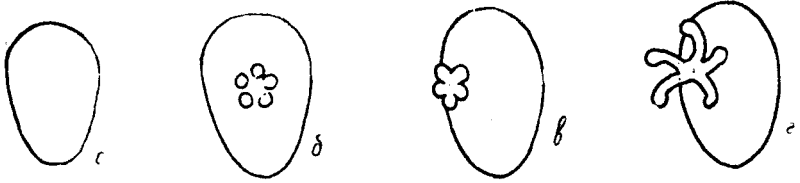
Нерест начинался в среднем через 2 сут после доставки голотурий в аквариальную, обычно в 1-ю половину дня (до 11—12 ч). Первыми начинали нереститься самцы. Сперма беловатого цвета, тяжелая, при неподвижной воде хлопьями оседает на дно и тело животного. После начала нереста, заметного по побелению воды, проток воды в ванне отключали, в результате чего температура в ней повышалась на 2—3° С.

Через 2—5 ч начинали нереститься самки. Выделенные в воду яйца сферической формы, очень крупные (до 500 мкм), зеленого цвета, склеены в цепочки длиной 1—2 см; они очень легкие и немедленно поднимаются к поверхности воды, где и происходит дальнейшее развитие. Для освобождения от спермы яйца отбирали с поверхности или сливали воду несколько раз. Дальнейшее развитие проводили в стеклянных кристаллизаторах и цилиндрах. Чтобы яйца не слипались, поверхность воды сверху слегка аэрировали или обдували воздухом.

После дробления из яйцевой оболочки выходят прозрачные личинки грушевидной формы размерами около 500 мкм (см. рис.). Личинки плавают в вертикальном положении (вверх широкой частью, в которой располагается желточный материал) с помощью покрывающих тело ресничек. Вначале личинки располагаются у поверхности воды, затем постепенно распределяются по всему объему сосуда. Приводимые ниже данные основаны на результатах наблюдений за развитием кукумарий после нереста 3 октября 1979 г. (общая продолжительность 2 года) и 23 сентября 1980 г. (1 год).

На 2—5-е сут личинки — пентакуты приобретают широкоовальную форму; размер самых крупных личинок достигает 700 мкм. На брюшной стороне почти посередине, несколько ближе к переднему концу, образуется 5 щупалец. У некоторых личинок в этом возрасте щупальца имеют вид небольших бугорков и почти незаметны, тогда как у других они полностью расправлены и приобретают подвижность. Все щупальца имеют сходные размеры и форму, они не разветвлены и несут на концах округлые утолщения. По мере развития пентакуты ротовое отверстие со щупальцами постепенно смещается к переднему концу, пока не займет близкое к терминальному положение.

На 6—10-е сут на физиологически брюшной стороне тела у заднего конца появляются две относительно очень крупные амбулакральные ножки. Одновременно с закладкой первичных амбулакральных ножек начинается дифференциация щупалец пентакуты. Три из пяти щупалец удлиняются и разветвляются, тогда как два, соответствующие срединному брюшному радиусу, остаются значительно короче и некото-



Личинки и молодь *Siscumaria japonica* разного возраста.

а — 1, б — 5, в — 6, г — 7, д — 8, е — 9, ж — 11, з — 25 сут; и — 1 мес; к — 1, л — 2 года. Длина масштабной линии 500 мкм

рое время сохраняют на конце булавовидное утолщение. По мере развития щупалец и ножек личинка теряет прозрачность и прикрепляется к стенкам или дну аквариума. На субстрате пентактулы стоят чаще на ножках, хотя иногда прикрепляются и щупальцами. Отдельные личинки, уже имеющие ножки, некоторое время еще продолжают плавать.

На 8—11-е сут при достижении пентактулами размера около 700 мкм в их коже начинают формироваться спикулы. Вначале они представлены единичными тонкими пластинками (поперечник до 120—300 мкм) с немногочисленными крупными отверстиями и свободными отростками по периферии. Число пластинок очень быстро растет (до 40—50 у одной особи), так что они занимают всю поверхность тела, значительно перекрывая друг друга. С ростом личинок пластинки увеличиваются в размерах, утолщаются, свободные их концы по периферии смыкаются, увеличивается ширина промежутков между отверстиями. В щупальцах появляются пластинки сложной формы, число которых быстро возрастает. В присосках ножек формируются опорные пластинки в виде небольших разветвленных решеток.

К 20 сут размер личинок увеличивается до 850 мкм. Общая форма тела изменяется мало, но значительную роль в формировании внешнего облика начинают играть спикулы. Пластинки теперь покрывают все тело мощным панцирем. Они черепицеобразно налегают друг на друга снизу по направлению от брюшной стороны к спинной и от зад-

него конца тела к переднему. Дистальные края пластинок сильно выступают, растягивая полупрозрачный эпидермис. Своеобразным панцирем из спикул одеты и амбулакральные ножки личинок; сильно развиты спикулы щупалец. Анальное отверстие личинки окружают пять треугольных околоанальных пластинок. Наиболее крупные пластинки (их длина достигает 370 мкм) округло-треугольной формы располагаются у переднего конца тела, образуя мощный зубчатый «воротничок» вокруг основания щупалец.

В ходе последующего развития происходит увеличение абсолютных размеров спикул, и в возрасте около 1,5 лет округлые пластинки в коже тела достигают в поперечнике 400 мкм, а длина треугольных циркуморальных — 560 мкм. Форма спикул становится менее правильной, увеличивается их толщина, на поверхности появляются бугорки. В дальнейшем размер спикул начинает уменьшаться, достигая к двум годам 300 мкм.

Между 20—30 сут развития у личинок появляется третья амбулакральная ножка. Она располагается у заднего конца тела по мидвентральной линии или ближе к правому брюшному радиусу. Последующие ножки также формируются первоначально в правом брюшном радиусе, их число к 3 мес возрастает до 3—5. В дальнейшем ножки начинают появляться как в срединном, так и в левом брюшном радиусах. Число их в процессе роста кукумарий увеличивается: к возрасту около года ножки располагаются тремя хорошо выраженными двойными рядами. К этому же возрасту появляются одиночные ножки в спинных радиусах.

Между 1—1,5 мес концы двух щупалец, располагающихся в брюшных радиусах, раздваиваются. По мере роста кукумарий лопасти удлиняются, образуя хорошо развитую вилку. С возраста 4—5 мес у кукумарий начинают закладываться вторичные щупальца. Общее их число достигает к 10—12 мес обычного для взрослых числа (10). К годовому возрасту 8 щупалец разветвлены, хотя их отростки относительно слабо развиты, а два брюшных щупальца сохраняют форму вилки.

В возрасте 2 года кукумарии по форме тела и окраске уже похожи на взрослых особей, их размер достигает 9 мм. Число ножек в срединном брюшном радиусе равно 22—25, в боковых брюшных — 18—20, спинных — 10. Все 10 щупалец в этом возрасте уже полностью сформированы, но два, располагающихся в срединном брюшном радиусе, значительно меньше остальных.

В ходе всего эксперимента специального питания не проводили. Личинки и молодь кукумарий использовали в пищу сестон, содержащийся в воде проточной системы аквариальной и оседающий на стенки аквариумов. Пентактулы питаются собирая пищу с субстрата в непосредственной близости от себя. По мере развития на щупальцах разветвлений молодь переходит преимущественно на питание сестоном из толщи воды.

Сравнение развития *S. japonica* с развитием других изученных видов голотурий с сильно укороченным метаморфозом — *Holothuria floridana* (Edwards, 1909), *S. saxicola* (Newth, 1916), *Psolus phantapus* и *S. frondosa* (Runnström, Runnström, 1920) — показывает, что наибольшее сходство наблюдается с ранними стадиями *S. frondosa*. Это и не удивительно, так как систематически оба вида близки. Определенные различия наблюдаются лишь в порядке появления первичных амбулакральных ножек и щупалец. По данным норвежских исследователей (Runnström, Runnström, 1920, Taf. VIII, Fig. 52, 53, Textfig. 25a, b)², у *S. frondosa* амбулакральные ножки появляются несколько раньше, чем щупальца, тогда как по нашим наблюдениям у *S. japonica* ножки появляются позже, чем щупальца.

² В сводке Ивановой-Казас (1978, рис. 69Б, В) при воспроизведении этого рисунка допущена неточность: не показаны зачатки ножек в нижней части тела личинки.

Л и т е р а т у р а

- Баранова З. И.** 1971. Иголкожные залива Посьета Японского моря. — В кн.: Фауна и флора зал. Посьета. Л.: Наука, с. 242—264. **Дьяконов А. М.** 1958. Новости фауны иголкожных (Echinodermata) юго-западного побережья Сахалина по сборам экспедиции Зоологического института Академии наук СССР в 1946 г. — Исслед. дальневост. морей СССР, вып. 5, с. 260—270. **Иванов А. В., Стрелков А. А.** 1949. Промысловые беспозвоночные дальневосточных морей. Владивосток: Прим. краевое изд-во, 102 с. **Иванова-Казас О. М.** 1978. Сравнительная эмбриология беспозвоночных животных. Иголкожные и полухордовые. М.: Наука, 166 с.
- Edwards C. L.** 1909. The development of *Holothuria floridana* Pourtalés with especial reference to the ambulacral appendages. — J. Morphol., v. 20, p. 211—230. **Kinosita T., Sibuya S.** 1941. On the spawning season of the commercial Hokkaido sea cucumber, *Cucumaria japonica* Semper. — Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., v. 10, N 4, p. 166—170. **Newth H. G.** 1916. The early development of *Cucumaria*: Preliminary account. — Proc. Zool. Soc. London, v. 2, p. 631—641. **Runnström J., Runnström S.** 1920. Ueber die Entwicklung von *Cucumaria frondosa* und *Psolus phantapus*. — Bergens Mus. Aarbok (1918—1919), N 5, S. 1—99.

Поступила 3 III 1982