

КАМЧАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

ПОПУЛЯЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ,  
ГЕНЕТИКА И СИСТЕМАТИКА  
ГИДРОБИОНТОВ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ТОМ 1



Петропавловск-Камчатский

2005

Ответственный редактор  
Технический редактор

Н.В. Варнавская, доктор биологических наук  
Н.Ю. Шпигальская

Рецензенты:

доктор биологических наук  
доктор биологических наук  
кандидат биологических наук  
кандидат биологических наук  
кандидат биологических наук

В.Ф. Бугаев  
Н.Г. Клочкова  
Н.А. Чебанов  
Ю.П. Дьяков  
Е.Г. Погодаев

Популяционная биология, генетика и систематика гидробионтов: Сб. научных трудов. Т. 1. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2005. 442 с.

В сборнике представлены результаты исследования проблем, связанных с популяционной генетикой, биологией и систематикой гидробионтов северной части Тихого океана. Широкий спектр объектов исследований включает промысловые виды дальневосточного бассейна — тихоокеанские лососи, камчатская микижа, мойва, минтай, дальневосточные голотурии, морские ежи, водоросли-макрофиты, крабы и другие гидробионты. Сборник состоит из пяти частей, сформированных в соответствии с тематикой представленных работ, которая затрагивает вопросы, связанные с генетической структурой популяций исследованных видов, особенностями популяционной биологии, физиологии, биохимии и систематики, а также с генетическими процессами и адаптивной стратегией популяций.

Включенные в сборник труды будут представлять интерес для научных лабораторий, занимающихся проблемами популяционной структуры, долгосрочного и оперативного регулирования промысла, искусственного воспроизводства гидробионтов, а также для генетиков, физиологов, ихтиологов, рыбоводов, гидробиологов, экологов, студентов биологических факультетов вузов и всех специалистов, связанных с освоением, охраной и воспроизводством биологических ресурсов северо-западной части Тихого океана.

# МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОТЛИЧИЯ ПЯТИ ВИДОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ГОЛОТУРИЙ РОДА *CUCUMARIA* (*ECHINODERMATA: HOLOTHURIOIDEA*)

СТЕПАНОВ В.Г.

Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО)  
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18  
Тел., факс: (415-2) 41-27-01. E-mail: stepanov@kamniro.ru



Степанов В.Г. Морфологические отличия пяти видов дальневосточных голотурий рода *Cucumaria* (*Echinodermata: Holothurioidea*) / Популяционная биология, генетика и систематика гидробионтов. Сб. научных трудов КамчатНИРО. Т. 1. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2005. С. 386–395.

Проведен сравнительный анализ морфологической изменчивости пяти видов дальневосточных кукумарий. Оценен размах вариации морфологических признаков кукумарий, выявлены признаки, таксономически значимые на видовом уровне. Разработана методика компьютерного анализа формы спикул, позволившая рассчитать количественные показатели формы спикул дальневосточных кукумарий и выявить их отличия.

К роду *Cucumaria* за всю историю его исследования было отнесено 165 видов. Из них 43 вида признаны в настоящее время как относящиеся к этому таксону (Solis-Marin, Laguarda-Figueras, 1999). Несмотря на то, что систематике и биологии кукумарий посвящены многие десятки работ, объем рода и таксономические отношения отдельных видов до сих пор нельзя считать окончательно установленными. До недавнего времени ряд исследователей высказывали мнение, что *Cucumaria japonica* — только подвид (Савельева, 1941; Lambert, 1984; 1997) или вариегат (Mortensen, 1932; Panning, 1949; 1955) *C. frondosa*. Последние исследования (Авилов, Стоник, Калиновский, 1990; Авиллов и др., 1993; Калинин и др., 1994; Левин, Гудимова, 1997; Гудимова, 1999; Авиллов, 2000) показали достоверные отличия этих видов на морфологическом и биохимическом уровнях. В 1997 г. в Японском море был обнаружен новый вид кукумарий — *C. conicospermium*, ранее причисляемый к *C. japonica*, который отличается от нее строением спикул кожи тела и интроверта (Левин, Степанов, 2002), составом тритерпеновых гликозидов (Авиллов, 2000) и строением сперматозоидов (Тюрин, 2000; Тюрин, Дроздов, 2002). Кроме того, не было окончательно установлено таксономическое положение кукумарий Камчатского шельфа. З.И. Баранова (1980) описала два вида кукумарий с шельфа Камчатки, *C. savelijevae* и *C. djakonovi*, и долгое время статус этих видов не признавался. Наши исследования подтверждают данные З.И. Барановой. В 1996 г. в Охотском море нами был обнаружен новый вид голотурий *C. levini*, также ранее принимаемый за *C. japonica* (Степанов, Пильганчук, в печати). Целью данной работы было проведение сравнительного анализа морфологической изменчивости пяти видов дальневосточных кукумарий.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалами послужили сборы автора в научно-промысловых рейсах КамчатНИРО (1992–2001 гг.), сотрудников КОП ТИГ ДВО РАН (1985–1991 гг.) и коллекционные фонды Зоологического института РАН.

Для описания формы и типа окологлоточного кольца животных препарировали, вскрывая по правому спинному интеррадиусу, отделяли окологлоточное кольцо, измеряли его элементы, зарисовывали форму и характерные особенности.

У препарированных животных определяли способ прохождения мезентерия в полости тела.

Препараты спикул голотурий готовили по общепринятой методике. После этого их просматривали под микроскопом и выводили изображение спикул на экран компьютера при помощи установки, состоящей из микроскопа "Olimpus BX-40", видеоадаптера "U-PMTVC" и видеокамеры "Sony Handicam", и сохраняли на жестком диске при помощи программы "ASUS Live 2740

(Version 2.00.01)" в виде графического файла. Для дальнейшего компьютерного анализа контуры спикул перерисовывали с их распечатанных на принтере изображений и вводили в компьютер при помощи сканера "Mustek 600 II N".

Нами были разработаны компьютерные методы нахождения количественных показателей формы спикул и проведен компьютерный анализ формы спикул кожи тела *C. japonica*, *C. savelijevae*, *C. djakonovi*, *C. conicospermium* и *C. okhotensis*. Для анализа было взято по 100 спикул из стенки тела у каждого из представителей. Рассчитывались коэффициенты формы, характеризующие удлиненность (коэффициент сферичности Рилея  $K_y$ , показатель формы  $K_\phi$ , показатель эллиптичности  $K_\epsilon$ ), одностороннюю удлиненность (индекс односторонней удлиненности  $K_{oy}$ ), расчлененность края (индекс кругообразности  $K_k$ , коэффициент расчлененности  $K_p$ ) и относительную площадь отверстий  $Q_{отн}$  (Шванов, 1969; Викторов, 1986; Гудимова, 1991, 1999; Степанов, Гайдаев, Левин, 2000). Для каждого из коэффициентов определяли предельные значения признаков  $X_{min}$  и  $X_{max}$  и их среднюю арифметическую  $X_{cp}$ ; показатель разнообразия, или среднее квадратическое отклонение  $s$ ; моду  $M$ ; статистическую ошибку средней арифметической, или ошибку репрезентативности  $S_x$ . Все расчеты выполняли для 95%-го доверительного уровня. Обработку массива численных данных проводили на ЭВМ с помощью программы Statistica (Version 5.5).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Тело кукумарий плотное, цилиндрическое или бочонковидное, на заднем конце широко закругленное или слегка оттянутое, при сильном сжатии почти шарообразное; оно несколько загнута на спинную сторону, что особенно заметно у живых голотурий. Данные о размерах кукумарий достаточно условны, поскольку сильно зависят от степени сокращения тела. Для *Cucumaria japonica* указывается длина до 40 см, для *C. savelijevae* — до 13 см, для *C. djakonovi* — до 16 см (Баранова, 1980), для *C. conicospermium* — до 10 см (Левин, Степанов, 2002), для *C. levini* — 11 см (Степанов, Пильганчук, в печати). Ввиду сильной сократимости тела, форма и размеры кукумарий не могут использоваться в качестве надежных диагностических признаков.

Окраска тела и расположение амбулакральных ножек сильно варьируют и также не могут использоваться в качестве таксономических признаков. В.С. Левиным и Е.Н. Гудимовой (1997) были отмечены различия в окраске некоторых внутренних структур у *C. frondosa* и *C. japonica*. Проведенные нами исследования показали, что окраска внутренних органов довольно сильно варьирует даже в пределах одной популяции и в большинстве случаев не может быть использована в качестве надежного таксономического признака.

Очень сходно внутреннее строение видов в пределах рода. Не удалось обнаружить различий в форме, расположении и размерах полиевого пузыря, каменистого канала, мышц-ретракторов, гонад и других структур; исключение составляет только расположение мезентерия.

Форма линии прикрепления мезентерия в ряде случаев отлична для каждого вида голотурий и может являться систематическим признаком. Так, существенное отличие в прохождении мезентерия в средне-задней части тела отмечено у видов *C. frondosa* и *C. japonica* (Левин, Гудимова, 1997). У *C. frondosa* мезентерий кишечника проходит от переднего конца тела в миддорсальном интеррадиусе, пересекает левую дорсальную и вентральную продольные мышечные ленты (при этом перфорируясь мышцами-ретракторами) и вдоль левой стороны мидвентральной мышечной ленты, а затем срединной ее линии спускается к клоаке (рис. 1). У *C. japonica* мезентерий пересекает мидвентральную мышечную ленту у основания соответствующего ретрактора, образует петлю в интеррадиусе и подходит к клоаке по срединной линии мидвентральной ленты (рис. 1). У описанных нами видов — *C. conicospermium* и *C. levini* — форма линии прикрепления мезентерия сходна с таковой у *C. frondosa* и отличается лишь в деталях (рис. 2). Так, у *C. levini* мезентерий пересекает левую дорсальную и левую вентральную мышечные ленты у основания соответствующих ретракторов, а у *C. conicospermium* — чуть ниже их. У видов *C. savelijevae* и *C. djakonovi* форма линии прикрепления мезентерия практически ничем не отличается от таковой у *C. frondosa*.

Таблица 1. Количественные показатели формы спикул кожи тела *Cucumaria japonica*, *C. savelijevae*, *C. djakonovi*, *C. conicospermium*, *C. levini* и *C. okhotensis*

Показатели	<i>C. japonica</i>	<i>C. savelijevae</i>	<i>C. djakonovi</i>	<i>C. conicospermium</i>	<i>C. levini</i>
$K_y$					
$X_{\min}-X_{\max}$	0–0,8	0–0,77	0–0,74	0,15–0,72	0,34–0,7
$X_{\text{ср}}\pm S_x$	0,57±0,011	0,48±0,016	0,38±0,016	0,48±0,011	0,55±0,007
$M_o$	0,51	0,49	0	0,43	0,5
$\sigma$	0,108	0,161	0,16	0,113	0,069
$K_\phi$					
$X_{\min}-X_{\max}$	0,11–0,53	0,11–0,52	0,1–0,44	0,11–0,41	0,14–0,46
$X_{\text{ср}}\pm S_x$	0,27±0,008	0,24±0,009	0,18±0,006	0,21±0,006	0,27±0,007
$M_o$	0,21	0,18	0,16	0,17	0,25
$\sigma$	0,08	0,089	0,064	0,063	0,07
$K_s$					
$X_{\min}-X_{\max}$	1,49–6,92	1,52–7,23	1,79–7,66	1,9–7,1	1,7–5,65
$X_{\text{ср}}\pm S_x$	3,20±0,093	3,62±1,12	4,94±1,151	4,03±0,106	3,16±0,076
$M_o$	2,44	4,15	7,09	5,27	2,82
$\sigma$	0,927	1,195	1,505	1,055	0,763
$K_{oy}$					
$X_{\min}-X_{\max}$	0–0,22	0–0,29	0–0,58	0,02–0,29	0,01–0,21
$X_{\text{ср}}\pm S_x$	0,09±0,005	0,11±0,006	0,09±0,008	0,11±0,006	0,1±0,005
$M_o$	0,04	0,12	0,09	0,1	0,12
$\sigma$	0,052	0,06	0,076	0,056	0,047
$K_x$					
$X_{\min}-X_{\max}$	0,25–0,68	0,11–0,79	0,19–0,72	0,21–0,76	0,25–0,63
$X_{\text{ср}}\pm S_x$	0,44±0,01	0,33±0,011	0,36±0,010	0,43±0,011	0,41±0,008
$M_o$	0,45	0,31	0,28	0,42	0,45
$\sigma$	0,1	0,108	0,1	0,105	0,077
$K_p$					
$X_{\min}-X_{\max}$	1,21–2,0	1,13–3,05	1,18–2,27	1,14–2,19	1,26–1,99
$X_{\text{ср}}\pm S_x$	1,55±0,018	1,82±0,03	1,71±0,022	1,57±0,019	1,59±0,015
$M_o$	1,47	1,81	1,63	1,54	1,49
$\sigma$	0,178	0,305	0,223	0,192	0,148
$Q_{\text{отн}}$					
$X_{\min}-X_{\max}$	2,36–4,38	2,81–18,3	3,63–37,56	2,56–13,7	3,8–11,6
$X_{\text{ср}}\pm S_x$	3,17±0,045	6,73±0,26	8,90±0,629	4,86±0,147	6,96±0,186
$M_o$	2,94	8,57	4,21	4,65	7,44
$\sigma$	0,453	2,595	6,286	1,469	1,855

Примечание:  $K_y$  — коэффициент сферичности Рилея,  $K_\phi$  — показатель формы,  $K_s$  — показатель эллиптичности,  $K_x$  — показатель вытянутости,  $K_{oy}$  — индекс односторонней удлиненности,  $K_x$  — индекс кругообразности,  $K_p$  — коэффициент расчлененности,  $Q_{\text{отн}}$  — относительная площадь отверстий,  $X_{\min}$  — минимальное значение признака,  $X_{\max}$  — максимальное значение признака,  $X_{\text{ср}}$  — средняя арифметическая,  $M_o$  — мода;  $S_x$  — ошибка средней арифметической,  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение.

Таким образом, расположение мезентерия не всегда может быть использовано в качестве диагностического признака.

Строение и расположение репродуктивной системы кукумарий не является видоспецифичным признаком. Отличия у разных видов могут проявляться лишь в окраске репродуктивной системы и половых продуктов, а также в размерах и строении яиц и сперматозоидов. Так, значительные отличия в строении яиц и сперматозоидов *C. japonica* и *C. conicospermium* отмечены сотрудниками Дальневосточного государственного университета и Института Биологии моря ДВО РАН (Тюрин, 2000; Тюрин, Дроздов, 2002).

Одним же из важнейших в таксономическом отношении признаков является строение скелетных элементов. Скелет голотурий сильно редуцирован по сравнению с таковым в других классах иглокожих и представлен микроскопическими известковыми телами — спикулами, располагающимися в коже тела и стенках ряда внутренних органов, и макроскопическим окологлоточным кольцом.

Форма пластинок глоточного кольца может довольно сильно различаться в зависимости от состояния животных перед препарированием, а также их возраста. В связи с указанными особенностями использование строения этого образования для каких-либо таксономических выводов в пределах рода невозможно. Представляется нецелесообразным обсуждать и приводимые в неко-

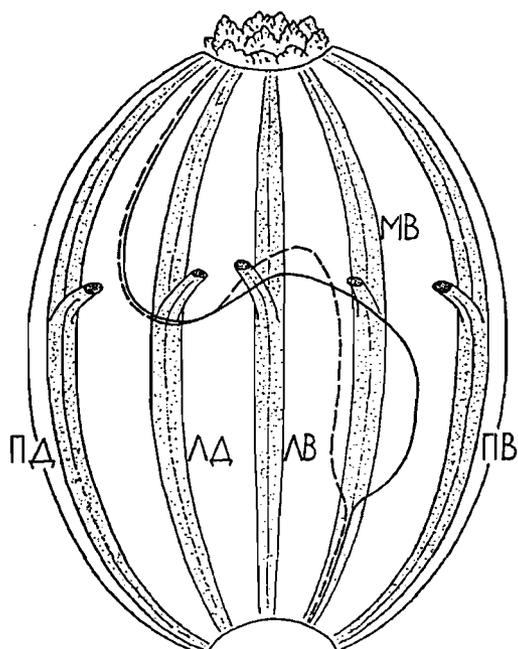


Рис. 1. Расположение мезентерия у *Cucumaria japonica* (сплошная линия) и *C. frondosa* (штриховая линия). Радиусы: ЛВ, ПВ, МВ — левый, правый и срединный вентральный; ЛД и ПД — левый и правый дорсальный (Левин, Гудимова, 1997).

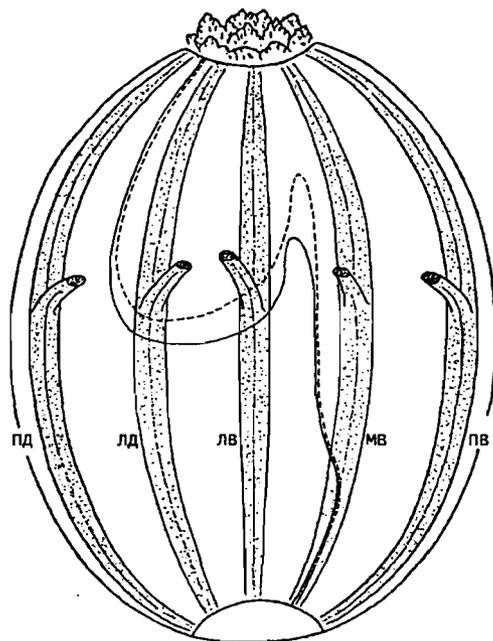


Рис. 2. Расположение мезентерия у *C. conicospermium* (сплошная линия) и *C. levini* (штриховая линия). Радиусы: ЛВ, ПВ, МВ — левый, правый и срединный вентральный; ЛД и ПД — левый и правый дорсальный.

торых работах различия в степени развития окологлоточного кольца у рассматриваемых видов, поскольку этот признак также подвержен сильной возрастной и индивидуальной изменчивости.

Проведенный компьютерный анализ формы спикул кожи тела *C. japonica*, *C. savelljevae*, *C. djakonovi*, *C. conicospermium* и *C. levini* показал, что наибольшей степенью перфорированности обладают спикулы *C. japonica* (коэффициент  $Q_{отн}$  в среднем ниже, чем у других видов), наименьшей степенью перфорированности обладают спикулы *C. djakonovi* (табл. 1). Наибольшей степенью удлиненности обладают спикулы *C. djakonovi* (коэффициенты  $K_y$  и  $K_\phi$  в среднем ниже, а коэффициент  $K_z$  в среднем выше, чем у других видов), наименьшей степенью удлиненности обладают спикулы *C. japonica* и *C. levini*. Коэффициенты, характеризующие степень односторонней удлиненности и расчлененности спикул не отражают видимых различий между рассматриваемыми видами.

Ниже рассмотрены морфологические отличия пяти видов дальневосточных кукумарий.

### *Cucumaria japonica* Semper, 1868

*C. japonica* отличается от других представителей рода строением спикул кожи тела, ротового диска, интроверта и ножек, а также формой линии прикрепления мезентерия.

Характерными спикулами кожи тела *C. japonica* являются суженные к одному концу пластинки с шиповатым краем, множеством округлых отверстий и большим количеством бугорков на поверхности (рис. 3).

Кроме того, встречаются изогнутые, удлиненные, округлые и расщепленные перфорированные пластинки, а также палочковидные спикулы без отверстий, покрытые бугорками. Значение коэффициента формы  $Q_{отн}$  спикул кожи тела, характеризующего степень их перфорированности, колеблется от 2,36 до 4,38, что значительно ниже, чем у других дальневосточных кукумарий (табл. 1).

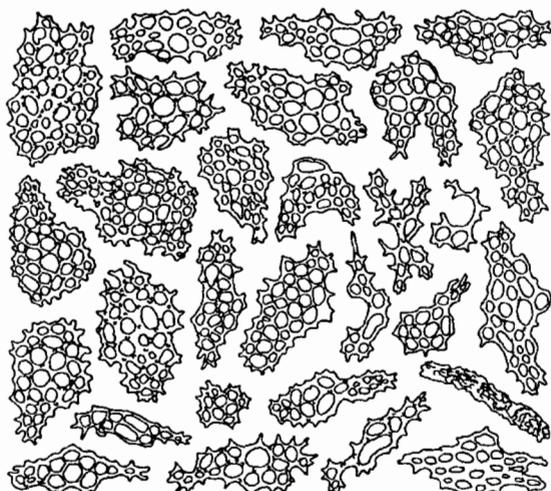


Рис. 3. Спикулы из кожи тела.

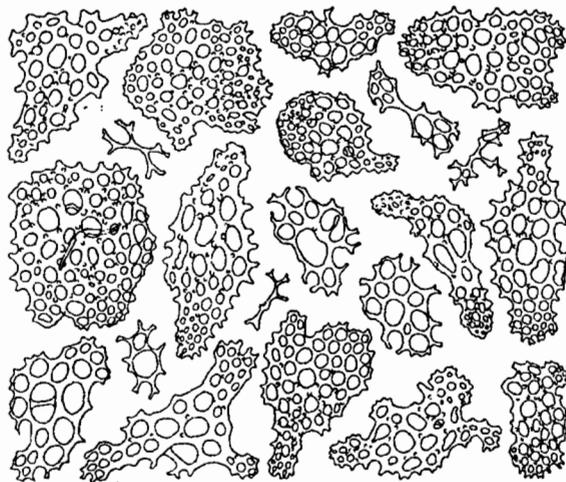


Рис. 4. Спикулы из ножек.

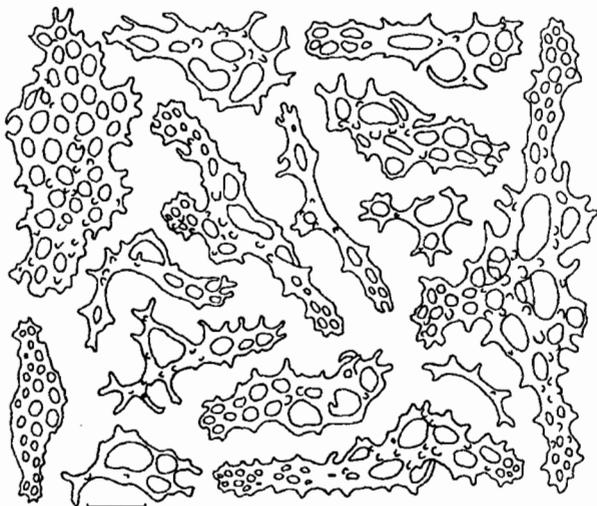


Рис. 5. Спикулы из ротового диска.

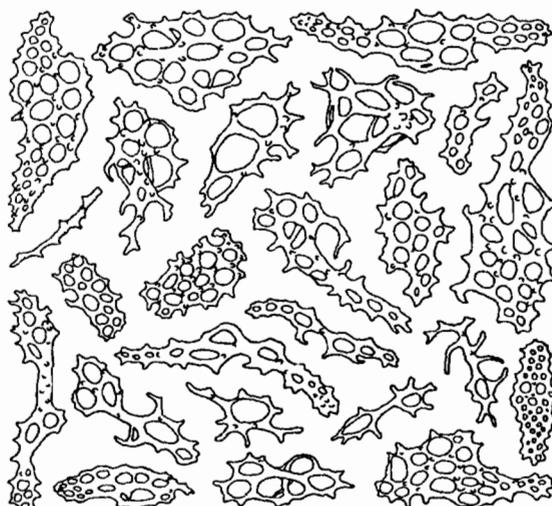


Рис. 6. Спикулы из интроверта.

Спикулы ножек сходны с таковыми стенок тела, но чаще встречаются рассеченные перфорированные пластинки (рис. 4). На поверхности пластинок зачастую имеются мостики и выросты различной формы.

В ротовом диске и интроверте встречаются решетчатые пластинки разной формы с зубчатым краем (рис. 5, 6). По мере развития спикул они утолщаются, на их поверхности появляются «мостики», шиповатые выросты (последние могут образовываться в любом месте пластинки, а не только в средней части, как отмечал Осима (Ohshima, 1918)), чего не наблюдается у других дальневосточных кукумарий. Удлиненные пластинки по мере развития могут преобразовываться в объемные решетчатые веретеновидные или конические структуры.

У *S. japonica* отмечено существенное отличие от других дальневосточных кукумарий в прохождении мезентерия кишечника в средне-задней части тела. У этой голотурии мезентерий проходит от переднего конца тела в миддорсальном интеррадиусе, пересекает левую дорсальную, левую вентральную и мидвентральную продольные мышечные ленты у основания соответствующих ретракторов, образует петлю в интеррадиусе и подходит к клоаке по срединной линии мидвентральной ленты (рис. 1); у других дальневосточных кукумарий мезентерий пересекает лишь левую дорсальную и вентральную продольные мышечные ленты и вдоль левой стороны мидвентральной мышечной ленты, а затем срединной ее линии спускается к клоаке (рис. 2).

***Cucumaria savelijevae* Baranova, 1980**

*C. savelijevae* существенно отличается от других представителей рода строением спикул кожи тела, ротового диска, интроверта и ножек.

В коже тела (рис. 7) преобладают удлинённые пластинки с неровным краем и небольшим количеством крупных и мелких отверстий удлинённой, неправильной и округлой формы. Также встречаются ракетковидные, гантелевидные, ромбовидные, лопастные и изогнутые перфорированные пластинки и спикулы без отверстий: прямые, разветвленные или изогнутые палочки. Характерной чертой спикул является наличие очень крупных отверстий удлинённой или неправильной формы, а также длинных сильно разветвленных выступов, зачастую отходящих от края.

Спикулы ножек сходны с таковыми стенок тела (рис. 8).

Спикулы ротового диска (рис. 9) представлены ракетковидными, ромбовидными, удлинёнными и лопастными перфорированными пластинками, как правило, с большим количеством бугорков и отверстий округлой, удлинённой и неправильной формы; край пластинок несет сглаженные шипики. Также встречаются разветвленные спикулы без отверстий.

Спикулы интроверта (рис. 10) представлены ракетковидными, удлинёнными, лопастными и изогнутыми перфорированными пластинками с небольшим количеством бугорков и отверстий округлой, удлинённой и неправильной формы. Также встречаются разветвленные и палочковидные спикулы без отверстий.

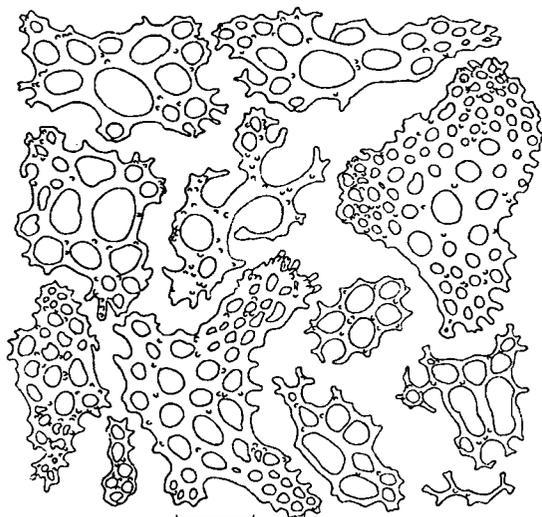


Рис. 7. Спикулы из кожи тела.

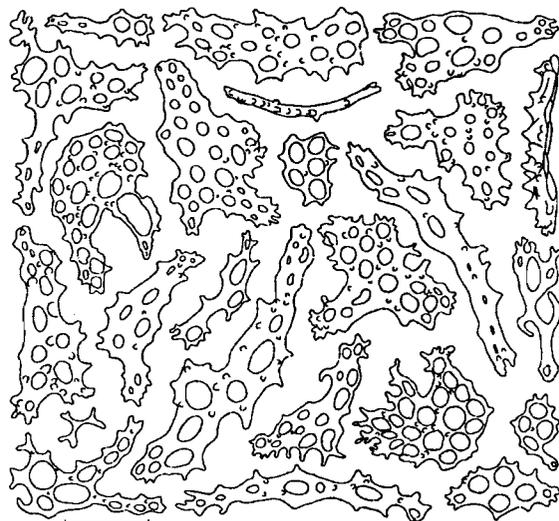


Рис. 8. Спикулы из ножек.

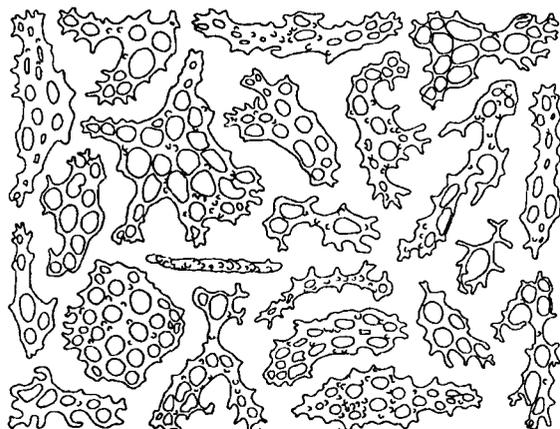


Рис. 9. Спикулы из ротового диска.

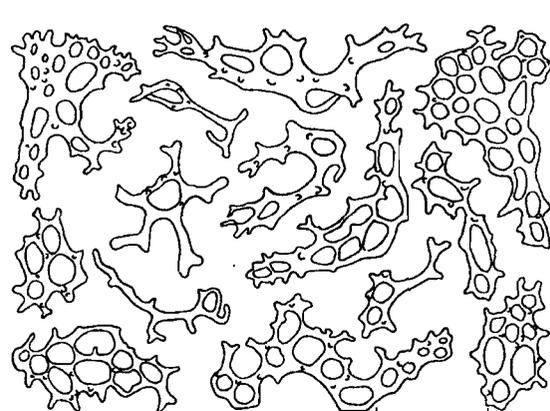


Рис. 10. Спикулы из интроверта.

***Cucumaria djakonovi* Baranova, 1980**

*C. djakonovi* отличается от других представителей рода строением спикул кожи тела, ротового диска, интроверта и ножек.

Характерными спикулами кожи тела и ножек (рис. 11) являются сильно вытянутые пластинки с небольшим количеством бугорков и отверстий округлой, овальной и щелевидной формы (1–2 отверстия в поперечном ряду). Они обладают наименьшей степенью перфорированности (коэффициент  $Q_{отн}$  в среднем выше) и наибольшей степенью удлинненности (коэффициенты  $K_y$  и  $K_\phi$  в среднем ниже, а коэффициент  $K_z$  в среднем выше) по сравнению с другими видами дальневосточных кукумарий (табл. 1).

Также встречаются разветвленные перфорированные пластинки. Амбулакральные ножки с округлой конечной пластинкой, имеющей большое количество отверстий.

Спикулы ротового диска и интроверта (рис. 12, 13) представлены в основном удлинненными, перфорированными пластинками с небольшим количеством бугорков и отверстий округлой и удлинненной формы.

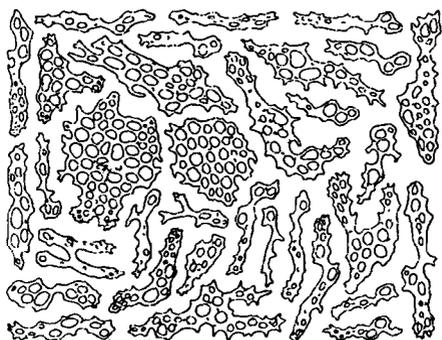


Рис. 11. Спикулы из кожи тела и ножек.

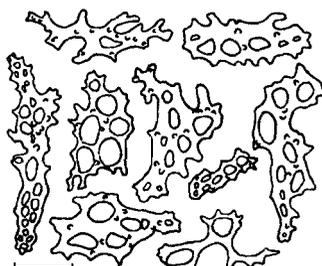


Рис. 12. Спикулы из ротового диска.

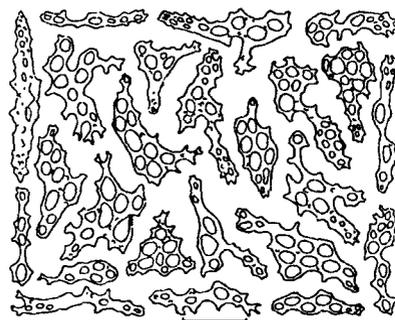


Рис. 13. Спикулы из интроверта.

***Cucumaria conicospermium* Levin et Stepanov, 2002, sp. n.**

Новый вид *C. conicospermium* отличается от других представителей рода формой спикул кожи тела и интроверта.

Преобладающий тип спикул кожи тела — суженные к одному концу и заканчивающиеся острым шипом (шипами) удлинненные перфорированные пластинки с отверстиями, равномерно распределенными по поверхности (1–3 отверстия в поперечном ряду); поверхность пластинок обильно покрыта бугорками, а их край снабжен острыми зубцами (рис. 14). Кроме того, встречаются лопастные пластинки с шиповатым краем и большим числом бугорков на поверхности, палочковидные спикулы без отверстий и удлинненные, изогнутые и «ракетковидные» перфорированные пластинки, край которых, как правило, не несет острых шипов, и отсутствуют бугорки на поверхности.

В интроверте (рис. 15) встречаются овальные и удлинненные пластинки со сглаженным краем, множеством относительно мелких отверстий и дугообразными перемычками, соединяющими бугорки. У других известных кукумарий подобные пластинки встречаются в единичном количестве или же не встречаются совсем. Кроме того, встречаются палочковидные спикулы без отверстий; удлинненные, лопастные и ракетковидные спикулы с зубчатым краем и довольно крупными отверстиями.

Сперматозоиды *C. conicospermium* имеют совершенно необычное для кукумариид строение. Имея бочонкообразное ядро, они обладают конической головкой, что обусловлено наличием большой акросомы (Тюрин, 2000; Тюрин, Дроздов, 2002), тогда как большинство видов голотурий имеют сферическую или эллипсоидную форму сперматозоидов (Дроздов, Касьянов, 1985; Дроздов, Иванков, 2000). Особенности структуры сперматозоидов *C. conicospermium* и их принципиальные отличия от сперматозоидов *C. japonica* подробно рассмотрены сотрудниками Дальневосточного государственного университета и Института биологии моря ДВО РАН (Тюрин, 2000; Тюрин, Дроздов, 2002). *C. conicospermium* отличается от *C. japonica* составом тритерпеновых гликозидов

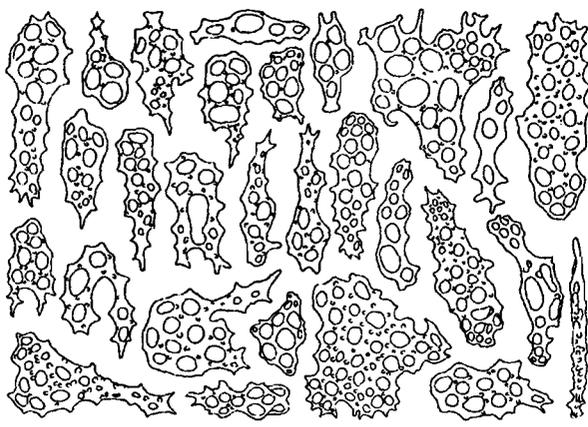


Рис. 14. Спикулы из кожи тела.

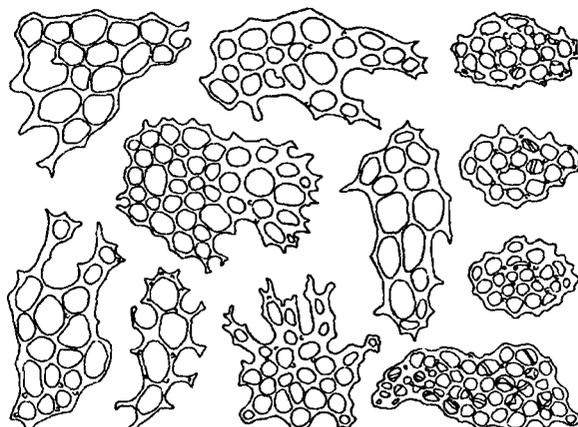


Рис. 15. Спикулы из интраверта.

(Авилов, 2000). Состав тритерпеновых гликозидов прикамчатских видов, к сожалению, пока не установлен. В настоящее время материал обрабатывается сотрудниками Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН.

### *Cucumaria levini* Stepanov et Pilganchuk, sp. n.

Новый вид *C. levini* отличается от других представителей рода формой спикул кожи тела и ножек. Преобладающий тип спикул кожи тела и ножек — массивные рассеченные перфорированные пластинки (рис. 16, 17). Эти спикулы имеют некоторые черты сходства с таковыми у *C. frondosa*, но отличаются по ряду признаков. Так, у нового вида спикулы имеют более зазубренный край, поверхность их в большей степени покрыта бугорками, отверстия значительно отличаются друг от друга по форме и размерам и расположены плотнее, из-за чего в средней части пластинки зачастую приобретают сотообразную форму. На поверхности пластинок не обнаружено «мостиков» и шиповатых выростов, часто встречающихся у *C. frondosa* и *C. japonica*. Степень удлиненности спикул *C. levini* сходна с таковой у *C. japonica*, но степень их перфорированности значительно ниже (табл. 1).

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Форма, размеры, внешняя окраска, окраска внутренних органов и расположение амбулаторных ножек кукумарий сильно варьируют и не могут использоваться в качестве надежных ди-

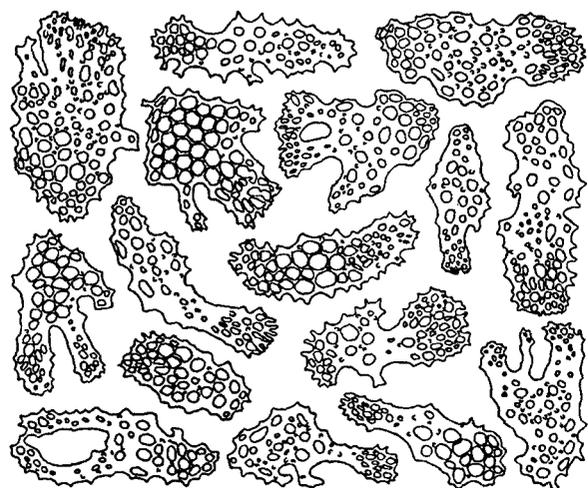


Рис. 16. Спикулы из кожи тела.

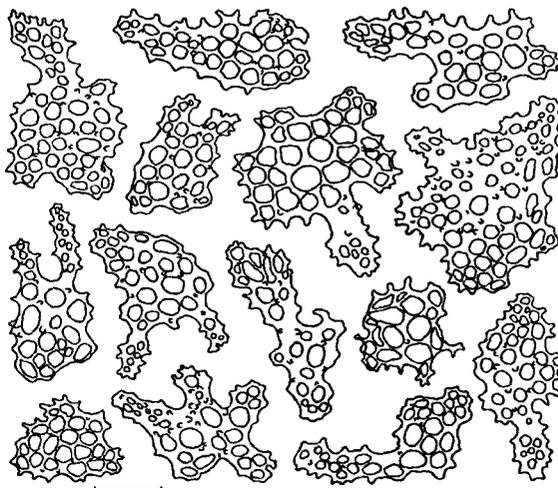


Рис. 17. Спикулы из ножек.

агностических признаков. Не удалось обнаружить различий в форме, расположении и размерах полиевого пузыря, каменистого канала, мышц-ретракторов, гонад и других структур; исключение составляет только расположение мезентерия.

2. В ряде случаев у разных видов наблюдаются отличия в форме линии прикрепления мезентерия. Так, у *C. japonica* отмечено существенное отличие от других дальневосточных кукумарий в прохождении мезентерия кишечника в средне-задней части тела.

3. Разные виды кукумарий зачастую отличаются размерами, формой и строением половых продуктов. Так сперматозоиды *C. conicospermium* имеют совершенно необычное для кукумариид строение. Имея бочонкообразное ядро, они обладают конической головкой, что обусловлено наличием большой акросомы (Тюрин, 2000; Тюрин, Дроздов, 2002), тогда как большинство видов голотурий имеют сферическую или эллипсоидную форму сперматозоидов (Дроздов, Касьянов, 1985; Дроздов, Иванков, 2000).

4. Форма пластинок глоточного кольца может довольно сильно различаться в зависимости от состояния животных перед препарированием, а также их возраста. В связи с указанными особенностями использование строения этого образования для каких-либо таксономических выводов в пределах рода невозможно.

5. Одним из важнейших в таксономическом отношении морфологических признаков является строение спикул голотурий.

6. Разработанная методика компьютерного анализа формы спикул позволила рассчитать количественные показатели формы спикул дальневосточных кукумарий и выявить их отличия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авилов С.А. Тритерпеновые гликозиды голотурий отряда *Dendrochirotida*: Автореф. дис... д-ра химических наук. ТИБОХ ДВО РАН. Владивосток. 2000. 62 с.

Авилов С.А. и др. Тритерпеновые гликозиды голотурии *Cucumaria frondosa* // Химия природ. соединений. 1993. № 2. С. 49–52.

Авилов С.А., Стоник В.А., Калиновский А.И. Строение четырех новых тритерпеновых гликозидов из голотурии *Cucumaria japonica* // Химия природ. соединений. 1990. № 6. С. 787–792.

Баранова З.И. Новые виды голотурий рода *Cucumaria* // Новое в систематике морских беспозвоночных. Исслед. фауны морей. Вып. 25 (33). Л.: Зоол. ин-т. АН СССР. 1980. С. 109–120.

Викторов А.С. Рисунок ландшафта. М.: Мысль. 1986. 179 с.

Гудимова Е.Н. Методы количественного анализа формы спикул голотурий рода *Cucumaria* // Биол. моря. 1991. № 6. С. 80–87.

Гудимова Е.Н. Голотурия *Cucumaria frondosa* (Gunnerus) Баренцева моря: систематика, биология, использование. Автореф. дис... канд. биол. наук. Санкт-Петербург: Зоологический институт РАН. 1999. 21 с.

Калинин В.И., Левин В.С., Стоник В.А. Химическая морфология: тритерпеновые гликозиды голотурий (*Holothurioidea*, *Echinodermata*). Владивосток: Дальнаука. 1994. 284 с.

Левин В.С., Гудимова Е.Н. О таксономических отношениях голотурий *Cucumaria frondosa* и *Cucumaria japonica* (*Dendrochirotida*, *Cucumariidae*) // Зоол. журн. 1997. Т. 76, № 5. С. 575–584.

Левин В.С., Степанов В.Г. *Cucumaria conicospermium* sp. n. (*Dendrochirotida*, *Cucumariidae*) — новая голотурия из Японского моря // Биол. моря. 2002. Т. 28, № 1. С. 66–69.

Савельева Т.С. К фауне голотурий дальневосточных морей СССР / Исследования дальневосточных морей СССР. 1941. Вып. 1. С. 73–103.

Степанов В.Г., Гайдаев В.Э., Левин В.С. Компьютерные методы количественного анализа формы спикул голотурий (на примере рода *Cucumaria*) / Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научных трудов. Вып. 5. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2000. С. 205–210.

Степанов В.Г., Пильганчук О.А. *Cucumaria levini* sp. n. (*Dendrochirotida*, *Cucumariidae*) — новый вид голотурий из Охотского моря // Зоол. журн. (в печати).

Тюрин С.А. Новый вид голотурий рода *Cucumaria* (Holothuroidea, Echinodermata) залива Петра Великого Японского моря / Региональная конференция по актуальным проблемам морской биологии и экологии. Владивосток: ДВГУ. 2000. С. 133–134.

Тюрин С.А., Дроздов А.Л. Ультраструктура сперматозоидов двух видов голотурий рода *Cucumaria* (*Dendrochirotida*, Holothuroidea) Японского моря // Биол. моря. 2002. Т. 28, № 1. С. 70–73.

Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. Л.: Недра. 1969. 248 с.

Lambert P. British Columbia marine faunistic survey report: Holothurians from the Northeast Pacific // Canadian Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1984. № 1234. P. 1–30.

Lambert P. Sea cucumbers of British Columbia, southeast Alaska and Puget Sound. Vancouver: UBC Press. 1997. 166 p.

Mortensen Th. The Godthaab Expedition 1928 // Echinoderms. 1932. V. 79. P. 46.

Ohshima H. Report on the Holothurians collected by the United States fisheries Steamer "Albatross" in the Northwestern Pacific during the summer of 1906 // Proceed. U. S. Nat. Mus. 1918. V. 48, № 2073. P. 213–336.

Panning A. Versuch einer Neuordnung der Familie Cucumariidae (Holothurioidea, Dendrochirota) // Zool. Jarb. Abt. System. Okol. Geogr. Tiere. 1949. Bd. 53. S. 404–470.

Panning A. Bemerkungen über die Holothurien — Familie Cucumariidae (Ordnung Dendrochirota) // Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst. 1955. Bd. 53. S. 33–47.

Solis-Marin F.A., Laguarda-Figueras A. *Cucumaria flamma*, new species of sea cucumber from the central Eastern Pacific (Echinodermata: Holothurioidea) // Proceedings of the biological society of Washington. 1999. 112 (4): 778–786.

## MORPHOLOGICAL DIFFERENCES AMONG FIVE SPECIES OF FAR EASTERN HOLOTHURIANS OF THE GENERA *CUCUMARIA* (ECHINODERMATA: HOLOTHURIOIDEA)

STEPANOV V.G.

*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO)*  
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberejnaya, 18  
Tel., fax: (415-2) 41-27-01; tel.: (415-2) 42-59-53. E-mail: [stepanov@kamniro.ru](mailto:stepanov@kamniro.ru)

Stepanov V.G. Morphological differences among five species of Far Eastern holothurians of the genera *Cucumaria* (Echinodermata: Holothurioidea) / In: [ed] N.V. Varnavskaya, Population Genetics and Systematics of hydrobionts. Proc. KamchatNIRO. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO. 2005. V. 1. P. 386–395.

Comparative analysis of morphological variations of five species of Far Eastern holothurians has been carried out. Range of morphological variations of holothurians has been estimated. Species-valid taxonomic characteristics have been revealed. The computer soft ware was developed to distinguish morphological criteria for taxonomic analysis in holothurians.