

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ РАЗВИТИЯ ЩУПАЛЕЦ И СПИКУЛ ЩИТОВИДНОЩУПАЛЬЦЕВЫХ ГОЛОТУРИЙ ВЕРХНЕЙ СУБЛИТОРАЛИ ИНДОВЕСТИПАЦИФИКИ

В. С. ЛЕВИН

Лаборатория хорологии Института биологии моря ДВНЦ АН СССР, Владивосток 690022

Исследовано относительное развитие щупалец и общее содержание спикул в коже тела и щупальцах массовых видов голотурий (*Aspidochirota*), обитающих на коралловых рифах Индовестпакифики. Величины относительной массы щупалец и медианного диаметра пищевых частиц находятся в обратной зависимости. Относительная масса спикул — характерный для каждого вида признак и может различаться даже у близких видов. Относительная масса спикул в щупальцах связана не с типом питания голотурий, а с общим уровнем развития у них скелетных элементов.

Aspidochirote holothurians of the upper sublittoral of Indo-West Pacific. Comparative study of development of tentacles and spicules. V. S. Levin (Laboratory of Chorology, Institute of Marine Biology, Far East Science Center, Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok 690022)

A relative development of tentacles and relative weight of all spicules both in the body skin and tentacles of holothurians (*Aspidochirota*) inhabiting coral reefs of the Indo-West Pacific were investigated. The values of relative weight of tentacles and median diameter of feeding particles were found inversely proportional. The relative weight of skin spicules was characteristic for each species of holothurians (*Aspidochirota*), it might differ even in closely related species. The relative weight of spicules in tentacles is not determined by the type of feeding of holothurians but by a general development of their skeletal elements.

Общий план строения голотурий и морфологические особенности отдельных структур и органов рассматриваются в ряде статей и монографий. Однако многие важные морфологические признаки остаются неисследованными. Большое значение имеет изучение спикул. Эти образования играют важную функциональную роль — поддерживают стенки тела животных, принимают участие в процессах движения и питания голотурий, а также защищают их от врагов. В то же время количественные данные по содержанию спикул (всего у двух видов) нам удалось встретить в двух работах (Зернов, 1949 — по данным Кларка; Hampton, 1958). В большинстве других работ количество спикул характеризуется неопределенными выражениями: «спикулы многочисленны», «кожа плотно набита спикулами» и пр. Данные по содержанию спикул в щупальцах в литературе отсутствуют.

Длительные подводные наблюдения за процессом питания нескольких десятков видов голотурий на коралловых рифах привели нас к предположению, что относительные размеры щупалец *Aspidochirota* могут быть связаны со специфическими особенностями питания животных, их распределением и образом жизни. Несмотря на то, что строение щупалец голотурий достаточно хорошо изучено, количественных данных по относительному развитию этих органов в литературе найти не удалось.

Нами были исследованы относительное развитие щупалец и общее содержание спикул у массовых видов *Aspidochirota*, обитающих на коралловых рифах.

Материал и методика

Районы и методика сбора голотурий описаны ранее (Левин, 1979а). Было исследовано 36 видов голотурий (около 160 экз.). Для повышения точности использовали величины сухой массы. Отбирали 3—5 экземпляров каждого вида, приблизительно одинакового размера, отделяли щупалец и вырезали 2—4 небольших участка стенки тела в средней части спинной стороны у каждой особи. Целых животных, вырезанные участки стенки их тела и щупалец высушивали в термостате при 55°С до постоянной массы. Для определения относительного содержания спикул участки стенки тела и щупалец декальцинировали 10%-ным раствором HNO_3 и вычисляли потерю массы. Для некоторых видов голотурий с высоким содержанием скелетных элементов предпочтительным оказалось непосредственное взвешивание спикул после предварительного удаления мякоти тканей жавелевой водой.

Для определения степени развития щупалец и содержания спикул в тканях использовали выраженные в процентах отношения: массы щупалец к массе кожно-мускульного мешка, общей массы спикул к массе кожно-мускульного мешка, массы спикул щупалец к общей массе щупалец. По результатам отдельных измерений для каждого вида рассчитывали среднюю и среднюю квадратическую ошибку среднего. Для вычисления средних значений относительных показателей, характерных для подродов и родов, использовали метод объединения выборок (Урбах, 1964). В тех случаях, когда относительные показатели какого-либо вида значительно отличались от соответствующих показателей близкородственных видов, вычисляли также среднюю для группы видов рода (или подрода), исключая данный вид.

Результаты и обсуждение

Относительная масса щупалец. У исследованных видов относительная масса щупалец значительно варьирует (табл. 1). Такие группы в пределах Holothuriidae, как род *Bohadschia* (большинство видов), подроды рода *Holothuria*: *Halodeima*, *Microthele*, *Thymiosycia* — имеют небольшие щупальца с относительной массой до 0,8%. У представителей рода *Labidodemas*, подродов рода *Holothuria* — *Platyperona*, *Selenkothuria* и *Stauropora* — относительная масса щупалец значительно превышает эту величину. Сильно варьирует этот показатель у стихоподид: от 0,6% у *Thelenota ananas* до 2,4% у *Stichopus horrens*. В пределах отдельных таксономических групп имеются виды, значительно отличающиеся по величине щупалец от близкородственных: *Actinopyga* sp., *B. graeffei*, *H. leucospilota*.

Как показывают полученные данные, относительная масса щупалец связана с важными экологическими особенностями голотурий. Так, существует определенная связь между характерной для вида средней величиной пищевых частиц (Левин, 1979б) и относительной массой щупалец. Прослеживается общая тенденция к уменьшению медианного диаметра используемых видом пищевых частиц по мере увеличения характерной для данного таксона относительной массы щупалец (рис. 1). Эта связь наиболее сильно выражена у видов, у которых указанные характеристики значительно отличаются (в ту или иную сторону) от средних характеристик для таксона, т. е. у специализированных видов: *B. graeffei*, *H. difficilis* и *H. leucospilota*.

Сравнение относительной массы щупалец трех видов голотурий не выявило достоверной разницы в величине этого показателя у особей разной массы (табл. 2). Это связано, по-видимому, с однотипностью условий питания молодежи и взрослых животных, обитающих совместно.

Относительная масса спикул. Содержание спикул в тканях разных видов голотурий значительно варьирует (табл. 1). Представители родов *Actinopyga* (большинство видов), *Bohadschia*, подродов рода *Holothuria* — *Halodeima*, *Microthele* и *Semperothuria* имеют невысокую относительную массу спикул; в роде *Labidodemas*, подродах рода *Holothuria* — *Mertensiothuria*, *Platyperona*, *Thymiosycia* этот показатель достигает значительной величины. В пределах ряда родов и подродов имеются виды, значительно отличающиеся по величине этого показате-

Степень развития щупалец и содержание спикул в тканях голотурий

Вид	Относительная масса спикул щупалец, % от их массы	Относительная масса, % от массы кожного-мышечного мешка	
		спикул кожи тела	щупалец
Род Actinopyga			
Actinopyga echinites	0,5±0,1	6,0±0,8	19±4
A. lecanoga	1,1±0,3	6,1±1,1	21±3
A. mauritiana	0,7±0,1	9,3±1,8	15±2
A. miliaris	—	7,0±1,2	—
A. plebeja	1,1±0,3	6,8±1,2	21±2
A. serratidens	—	16,0±3,2	—
В среднем по группе видов	0,7±0,1	6,8±0,5	19±1
Actinopyga sp.	1,7±0,4	28,0±0,2	21±4
В среднем по роду	0,8±0,1	25,1±0,2	19±1
Род Bohadschia			
Bohadschia argus	0,2±0,1	8,7±0,5	17±1
B. marmorata	0,5±0,2	5,0±1,1	20±2
B. paradoxa	0,3±0,1	9,0±0,7	21±3
B. tenuissima	0,2±0,1	3,5±1,3	13±2
B. vitiensis	0,9±0,3	17,1±1,7	39±4
В среднем по группе видов	0,3±0,1	8,4±0,4	18±1
B. graeffei	3,1±0,1	11,5±1,3	26±2
В среднем по роду	1,7±0,1	8,7±0,4	20±1
Род Labidodemas			
Labidodemas rugosum	1,4±0,2	26,0±5,2	20±1
Род Holothuria			
Подрод Н. (Acanthotrapeza)			
Н. (Acanthotrapeza) ruxis	0,5±0,1	13,1±0,4	22±1
Подрод Н. (Halodeima)			
Н. (Halodeima) edulis	0,2±0,1	5,8±1,6	28±8
Н. (Н.) edulis f. rubra	0,5±0,1	4,6±1,0	23±4
Н. (Н.) edulis f. grisea	—	6,5±1,3	—
В среднем по группе форм	0,4±0,1	5,0±0,7	24±4
Н. (Н.) atra	0,6±0,2	10,0±0,5	16±2
В среднем по подроду	0,4±0,1	8,3±0,4	18±2
Подрод Н. (Lessonothuria)			
Н. (Lessonothuria) pardalis	0,8±0,2	15,8±1,1	21±9
Подрод Н. (Mertensiothuria)			
Н. (Mertensiothuria) fuscocinerea	1,0±0,2	22,0±2,1	—
Н. (М.) pervicax	1,1±0,2	24,3±2,0	50±8
В среднем по группе видов	1,1±0,1	23,0±1,4	—
Н. (М.) leucospilota	0,4±0,1	14,0±1,2	20±4
В среднем по подроду	0,8±0,1	18,1±0,9	26±4
Подрод Н. (Metriatula)			
Н. (Metriatula) scabra	—	14,1±3,2	—
Подрод Н. (Microthele)			
Н. (Microthele) nobilis	0,4±0,2	9,5±2,7	30±5
Подрод Н. (Platyperona)			
Н. (Platyperona) difficilis	2,4±0,2	28,9±4,3	60±12
Подрод Н. (Selenkothuria)			
Н. (Selenkothuria) erinaceus	1,1±0,2	23,7±2,0	34±3
Подрод (Н. Semperothuria)			
Н. (Semperothuria) cinerascens	1,3±0,3	16,0±2,9	37±8

Вид	Относительная масса спикул щупалец, % от их массы	Относительная масса, % от массы кожного мышечного мешка	
		спикул кожи тела	щупалец
<i>H. (S.) flavomaculata</i>	0,8±0,2	8,9±3,5	37±14
В среднем по подроду	1,0±0,2	13,2±2,2	37±7
Подрод <i>H. (Stauropora)</i>			
<i>H. (Stauropora) discrepans</i>	—	22,8±2,3	—
<i>H. (Stauropora) sp.</i>	2,2±0,3	15,3±1,3	40±5
В среднем по подроду			
Подрод <i>H. (Thymiosycia)</i>		17,1±1,1	
<i>H. (Thymiosycia) hilla</i>	0,5±0,2	37,1±5,2	41±12
<i>H. (Th.) impatiens</i>	0,4±0,1	64,2±11,5	40±3
<i>H. Th.) strigosa</i>	0,6±0,2	35,1±4,0	36±4
В среднем по подроду	0,5±0,1	36,8±3,0	39±2
В среднем по роду	0,7±0,1	12,3±0,3	26±1
Род <i>Thelenota</i>			
<i>Thelenota ananas</i>	0,6±0,1	—	26±4
Род <i>Stichopus</i>			
<i>Stichopus chloronotus</i>	1,8±2,0	—	31±4
<i>S. horrens</i>	2,4±0,6	—	24±4
<i>S. variegatus</i>	2,4±0,3	—	50±6
В среднем по роду	2,4±0,3	—	32±3

я от близкородственных. В роде *Actinopyrga* таким видом является *Actinopyrga sp.*, в подроде *Holothuria (Mertensiothuria)* — *H. leucospilota*, подроде *H. (Thymiosycia)* — *H. impatiens*. Наибольшая относительная масса спикул отмечена у *H. impatiens* (64,2±11,5%), наименьшая *Behadschia tenuissima* (3,5±1,3%).

Таблица 2

Некоторые морфологические признаки и масса тела голотурий

Вид	Сухая масса тела, г	Относительная масса щупалец, % от их массы	Относительная масса, % от массы кожного мышечного мешка	
			спикул кожи тела	щупалец
<i>Holothuria atra</i>	42,3*	0,6±0,2	2,8±1,1	14±3
»	2,6±0,5	0,6±0,2	16,0±0,5	16±2
<i>H. hilla</i>	4,2±1,3	0,5±0,2	37,1±5,2	41±12
»	1,0±0,2	0,4±0,1	32,4±1,3	38±5
<i>H. impatiens</i>	35,8*	0,4±0,2	24,0±2,4	46±8
»	2,8±0,6	0,4±0,1	64,2±11,5	40±4

* По одному экземпляру.

У трех видов голотурий была прослежена связь относительной массы спикул кожи тела с общей массой тела (табл. 2). У разных видов результаты могут различаться: у очень крупных (старых?) особей *H. atra* и *H. impatiens* масса спикул значительно снижается, тогда как *H. hilla* остается практически постоянной.

Необходимо отметить, что содержание спикул, определяемое весовым методом, значительно отличается от результатов оценки их коли-

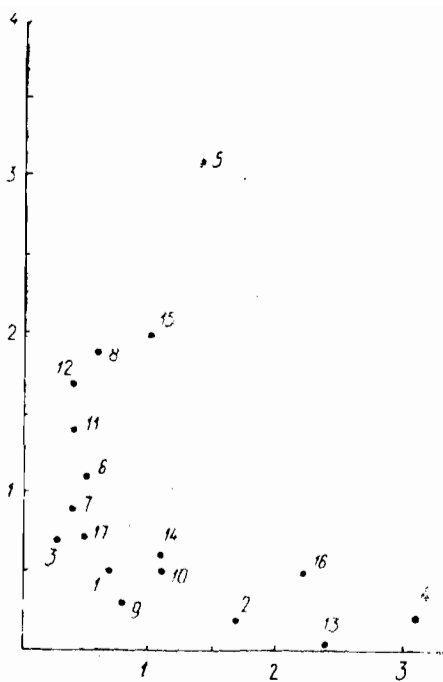


Рис. 1. Медианный диаметр пищевых частиц и относительная масса щупалец голотурий.

Точки соответствуют средним значениям для следующих надвидовых таксонов или групп видов: 1 — Actinopryga sp., 2 — другие виды рода Actinopryga, 3 — Bohadschia graeffei, 4 — другие виды рода Bohadschia, 5 — род Labidodemas. Род Holothuria: 6 — подрод Acanthotrapeza, 7 — H. (Halodeima) atra, 8 — другие виды подрода Halodeima, 9 — подрод Lessonothuria, 10 — H. (Mertensiothuria) leucospilota, 11 — другие виды подрода Mertensiothuria, 12 — подрод Microthele, 13 — подрод Platyprerona, 14 — подрод Selenkothuria, 15 — подрод Semperothuria, 16 — подрод Stauropora, 17 — Thymiosycia. По оси абсцисс — относительная масса щупалец, %; по оси ординат — медианный диаметр пищевых частиц, мм

чества «на глаз». Например, *H. difficilis* с очень мягкими стенками тела имеет высокое содержание спикул, тогда как у *H. nobilis* жесткая, шероховатая на ощупь кожа содержит очень мало спикул.

В связи со значительной ролью щупалец в процессе питания голотурий значительный интерес представляет выяснение степени развития спикул в этих органах. Оказалось, что между содержанием спикул в коже тела и величиной этого показателя в щупальцах отдельных видов имеется прямая связь (рис. 2). Значительное увеличение или уменьше-

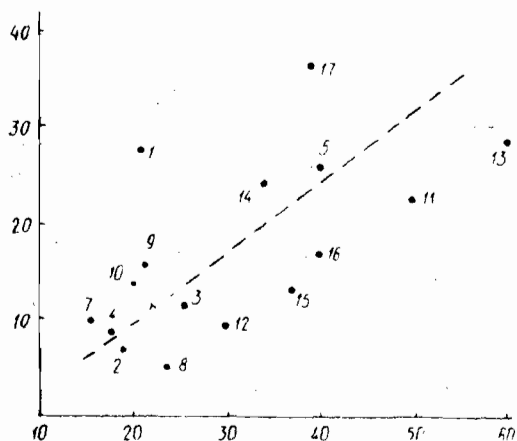


Рис. 2. Относительная масса спикул кожи тела и щупалец.

По оси абсцисс — относительная масса спикул щупалец, %; по оси ординат — то же кожи тела, %. Остальные обозначения как на рис. 1.

ние щупалец у ряда видов, связанное с отклонением медианного диаметра используемых пищевых частиц от среднего для таксона (*B. graeffei*, *H. leucospilota*), не влечет за собой соответствующего изменения массы спикул (табл. 1). Таким образом, рассматриваемый показатель не зависит от типа питания *Aspidochirota*, а связан только с общим уровнем развития скелетных элементов у отдельных видов.

Косвенным показателем обилия спикул может служить величина

потери массы тканей при высушивании. Эта величина с увеличением относительной массы спикул, как правило, снижается. Определение этого показателя позволяет судить о содержании спикул в тех группах голотурий, где его непосредственное определение невозможно (например, у Stichorodidae, ткани которых сильно растворяются при декальцировании в кислоте, маскируя снижение массы от потери извести спикул).

Л и т е р а т у р а

- Зернов С. А. 1949. Общая гидробиология. М. — Л., Изд-во АН СССР: 1—588.
- Левин В. С. 1979а. Видовой состав и распределение щитовидношупальцевых голотурий верхней сублиторали Индовестпацифики. Биол. моря, 5: 17—23.
- Левин В. С. 1979б. Состав пищевых частиц щитовидношупальцевых голотурий верхней сублиторали Индовестпацифики. Биол. моря, 6: 20—27.
- Урбах В. Ю. 1964. Биометрические методы. М., «Наука»: 1—415.
- Hampton I. S. 1958. Chemical analysis of holothurian sclerites. Nature, 181, 4623: 1608—1609.

Поступила 28 VI 1978