

АРКТИЧЕСКАЯ ПОГОНОФОРА *NEREILINUM MURMANICUM* В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ: ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Р. И. Габидуллина, А. В. Голиков, А. Г. Порфирьев, Р. М. Сабиров

ФГАУО ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, РФ,
regi.gabidullina2011@yandex.ru

Френулятные погонофоры *Nereilinum murmanicum* имеют 4 отдела тела, самый длинный – метасома, достигает до 97,5% от всей длины. Тело покрыто мощной кутикулой, под ней располагается эпителий, далее – кольцевой и продольный слои мускулатуры. Последний слой развит сильнее, особенно в мезосоме, а часть его миоцитов – нематоидного типа. Трофосома расположена в центре целома метасомы, окружена перитонеальным эпителием, внутри находятся маленькие округлые бактериоциты.

Ключевые слова: *Nereilinum murmanicum*, погонофоры, морфология, трофосома, гистологическая организация, Баренцево море

Погонофоры – это удивительные глубоководные морские животные, открытие которых явилось одним из самых неожиданных событий в современной зоологии. Эти уникальные организмы лишены пищеварительной системы и существуют исключительно за счет симбиоза с хемоавтотрофными бактериями, что вызывало и вызывает большой интерес биологов самых разных специальностей [1, 2]. Ныне известно около 160 видов, 90% которых относится к подклассу Frenulata [3]. Несмотря на распространенность этого подкласса в Мировом океане, он является в значительной мере слабо изученным, особенно это касается его арктических представителей. Арктические исследования во все времена были в числе важнейших направлений развития российской науки. Баренцево море – один из ключевых районов исследования Арктики [4, 5]. Целью нашего исследования является изучение внешней и внутренней морфологии, морфометрических показателей френулятных погонофор *Nereilinum murmanicum* из Баренцева моря на макроморфологическом и гистологическом уровнях.

Материал и методы. Погонофоры собраны в рейсах двух научно-исследовательских судов, «Смоленск» и «Ф. Нансен», в сентябре 2006 г. в рамках программы бентосной съемки Баренцева моря. Для сбора использовали дночерпатель ван-Вина с площадью захвата 0,1 м². Всего собрано 100 экз. *N. murmanicum*, для морфометрии использовано 74 экз. Измеряли длину и ширину протосомы, длину и ширину мезосомы, ширину в преаннулярной и постаннулярной частях метасомы, длину и ширину опистосомы, ширину шупалец (табл. 1), в ряде случаев – ширину трофосомы. Проведена математическая обработка полученных результатов. Гистологический анализ проведен на 10 экз. Сделано свыше 2500 срезов на ротационном микротоме Carl Zeiss Нугах М25, они окрашены по Маллори и гематоксилин-эозином [Иванов и др., 1981]. Фотографии общего вида погонофор были сделаны на РЭМ Hitachi ТМ-1000 и на цифровом видеомикроскопе Нирох КН-7700. Гистологические срезы снимали на микроскопе Carl Zeiss AxioImager А2.

Результаты и обсуждение. Тело *N. murmanicum* отчетливо делится на четыре отдела: протосома, мезасома, метасома и опистосома. Протосома – передний отдел тела, несколько короче мезосомы (табл. 1). Длина протосомы всегда намного больше ее ширины (соотношение приблизительно 1:10). Протосома включает в себя головную ло-

пасть, выступающую вперед, которая расположена дорсально и имеет срединное положение. Головная лопасть треугольной или конусовидной формы. В целом, форма протосомы цилиндрическая, слегка уплощенная в дорсо-вентральном направлении. Под головной лопастью от протосомы отходят щупальца. Щупальца *N. turmanicum* – это тонкие длинные нитевидные выросты тела, лишенные пиннул. Внутри щупалец находится целомический канал. Все исследованные особи имели по 2 щупальца, расположенные параллельно друг другу. Гистологическое строение: тело снаружи покрыто мощной кутикулой, под ней располагается эпителиальная ткань и тонкий слой кольцевой мускулатуры. В задне-центральной части протосомы боковые головные кровеносные сосуды соединяются и становятся мускульными, исполняя роль сердца. Протосома отделена от следующего отдела, мезасомы, сплошной кольцевидной бороздкой, образующей на спине погонофоры дугообразный изгиб, направленный назад.

Табл. 1 Морфометрия *Nereilinum turmanicum*

Отдел	Промер	Значение, минимум-максимум (среднее±ошибка среднего)
Щупальца	Ширина	0,014 – 0,093 (0,037±0,003) мм
Протосома	Длина	0,199 – 0,912 (0,469±0,031) мм
	Ширина	0,036 – 0,237 (0,111±0,009) мм
Мезосома	Длина	0,237 – 1,291 (0,566±0,039) мм
	Ширина	0,035 – 0,292 (0,111±0,009) мм
Преаннулярная часть метасомы	Ширина	0,032 – 0,249 (0,088±0,007) мм
Постаннулярная часть метасомы	Ширина	0,028 – 0,206 (0,083±0,006) мм
Опистосома	Длина	0,325-0,833 (0,579±0,254) мм
	Ширина	0,066-0,107 (0,087±0,021) мм

Мезосома немного сжата в дорсо-вентральном направлении, но также сохраняет цилиндрическую форму. Длина мезасомы значительно превышает ее ширину (табл. 1). В передней части данного отдела располагается уздечка – утолщенный участок кутикулы в виде пары черных или бурых кутикулярных килей. Кили находятся на эпидермальных валиках небольшой высоты. При передвижении животного внутри трубки, уздечка позволяет цепляться за ее внутреннюю поверхность, или служит для временной фиксации переднего конца тела [7]. Позади уздечки имеется кожное железистое кольцо, продолжающееся в виде пары лентовидных железистых полосок. Они тянутся по брюшной поверхности мезосомы. На спинной и брюшной поверхности мезосомы имеются медиальные бороздки. На большей части тела *N. turmanicum*, начиная от мезосомы включительно, под кольцевой мускулатурой располагается и продольная. В мезосоме кольцевая мускулатура развита слабее продольной, ее клетки имеют хорошо оформленные ядра. У продольной мускулатуры в ряде случаев ядродержащие части клеток вынесены в полость тела. Можно сделать вывод, что у *N. turmanicum* часть мускулатуры нематоидного типа. В центральной части среза располагается мезоцель, состоящий из двух параллельных целомических мешков, разделенных мезентерием с сосудами внутри. В мезоцеле располагаются многоклеточные тубипарные железы, они сообщаются с внешней средой с помощью характерных длинных тонких протоков.

Метасома – это очень длинное туловище погонофор, самый большой отдел тела. Между мезасомой и метасомой есть небольшая выпуклая бороздка, которая позволяет

четко отделить одну часть тела от другой на макроморфологическом уровне. На гистологическом уровне этот переход характеризует хорошо выраженная поперечная мускульная диафрагма [7]. Следует отметить, что в метасоме мускулатура развита гораздо слабее, чем в предыдущем отделе. Сохраняются и кольцевая, и продольная мускулатура, толщина слоя последней подвергается особенно заметной редукции. В метасоме хорошо различимы две области – передняя, преаннулярная, заканчивающаяся поясками, и задняя, или постаннулярная, идущая после них. На протяжении этих областей метасома заметно изменяется. Преаннулярная часть метасомы, в свою очередь, состоит из метамерного и неметамерного отделов, внешне различающихся характером расположения папилл.

Метамерный отдел преаннулярной части несет упорядоченно расположенные папиллы на дорсальной стороне тела, сгруппированные в два продольных, параллельных друг другу ряда. Папиллы имеют многочисленные тубипарные железы грушевидной формы. После метамерного расположен неметамерный отдел преаннулярной части, где папиллы расположены беспорядочно. Дополнительно, здесь имеются кутикулярные пластинки, так же расположенные беспорядочно. По литературным данным [2], на вентральной стороне тела в этом отделе должен быть расположен нейротрох, или так называемая зона сгущения. Далее следуют пояски, пара покрытых щетинками нитевидных утолщений в виде полуколец. В преаннулярной части целом, метацели, разделены между собой диссипиментами. Внутри метацелей располагаются органы половой системы *N. turmanicum*. У самок в передней части метамерного отдела метасомы располагались яйцеводы, у самцов – семяпроводы, набитые сперматофорами. Сперматофоры имели типичное для вида строение (сравнивались с данными [7]).

После поясков начинается постаннулярная часть метасомы, которая характеризуется заметным сужением к заднему концу. Данная область тела сильно извитая, но все же сохраняет цилиндрическую форму. На всем протяжении этой части туловища располагаются железистые щитки эпидермиса и папиллы. Папиллы и железистые щитки располагаются друг напротив друга, папиллы с дорсальной стороны тела, щитки – с вентральной. Папиллы, расположенные в постаннулярной части метасомы, в сечении – треугольные. Они сложены из мощных разрастаний рыхлой соединительной ткани. С вентральной стороны постаннулярной части метасомы находятся железистые щитки, состоящие из двух овальных половин. Щитки представляют собой сильно развитый железистый эпителий. В преаннулярной части метасомы находится трофосома. Она имеет центральное положение внутри тела червя. Ее ширина 43-48 мкм, площадь сечения – от 1875 до 2250 мкм². Трофосома покрыта перитонеальным эпителием, внутри находится большое количество рыхлой ткани – внутренний эпителий трофосомы, бактериоциты. В этих клетках располагаются хемосинтезирующие симбиотические бактерии, окисляющие сероводород [8]. Они имеют маленькие округлые ядра, гораздо меньшие, чем у внешнего эпителия трофосомы. С помощью флуоресцентной микроскопии обнаружены внутреннее пространство по центру трофосомы и трофоциты, наполненные хемосинтезирующими бактериями. С дорсальной и вентральной сторон постаннулярного отдела метасомы располагаются кровеносные сосуды, из которых дорсальный всегда большего диаметра.

Нами впервые обнаружена опистосома у *N. turmanicum*. Отмечена только у двух экземпляров. Ее столь редкое нахождение и отсутствие литературных данных объясняется высокой степенью травматичности заднего конца тела погонофор при их

добыче. Она представляет собой самый короткий, овально-вытянутый отдел тела. При этом она так же изогнута, как и постаннулярный отдел метасомы.

Трубки *N. murmanicum* имеют цилиндрическую форму. По составу они представляют собой сочетание хитина и белка. При росте надстраиваются и с верхнего, и с нижнего концов [2]. В образовании трубки участвуют железистые эпидермальные клетки и многоклеточные тубипарные железы. Так как обмен веществ между погонифорой и окружающей средой происходит лишь при выдвигании животного из трубки [9], можно сказать, что трубка имеет значение барьера. Трубка исследуемого вида лишена сегментов. Самый передний конец имеет вид прозрачной пленки. На остальной части трубки хорошо заметны коричневатые кольца. Обладая кольчатым орнаментом, цвет трубки меняется от начала к концу. В начале трубки расположены более темные и плотно окрашенные кольца, в конце же трубки – светлые, почти прозрачные. Толщина трубки варьировала в пределах 2 – 3,3 мм.

В сборах также найдены молодые особи *N. murmanicum*. Помимо меньшего размера, отличаются от взрослых прозрачными трубками без следов сегментации или окраски. Пропорции отделов тела у них близки к дефинитивным.

1. Southward A.J., Southward E.C., Dando P.R., Barret R.L. Ling R. Chemoautotrophic function of bacterial symbionts in small Pogonophora // *J. Mar. Biol. Assoc. UK*. 1986. V. 66. P. 415-437.
2. Смирнов Р.В. Класс Pogonophora – Погонифоры // *Иллюстрированный определитель свободноживущих беспозвоночных евразийских морей и прилежащих глубоководных частей Арктики, т. 2*. - М.-СПб: КМК, 2010. С. 114-131.
3. Southward E.C., Schulze A., Gardiner S.L. Pogonophora (Annelida): form and function // *Hydrobiologia*, 2005. V. 535. P. 227-251.
4. Кленова М.В. Осадки Баренцева моря // *Доклады АН СССР*, 1940. Т. 26, № 8. С. 803-807.
5. Терзиев Ф.С. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Баренцево море. Т. 1, вып. 1*. - М.: , 1990. 280 с.
6. Иванов А.В., Полянский Ю.И., Стрелков А.А. *Большой практикум по зоологии беспозвоночных (Простейшие, губки, кишечнополостные, гребневники, плоские черви, немуртины, круглые черви)*. - М.: Высшая школа, 1981. 504 с.
7. Иванов А.В. *Погонифоры. Фауна СССР, № 75*. – Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1960. 271 с.
8. Southward E.C. Bacterial symbionts in Pogonophora // *J. Mar. Biol. Assoc. UK*. 1982. V. 62. P. 889-906.
9. Буруковский Р.Н. *Зоология беспозвоночных: учебное пособие*. - СПб.: Проспект Науки, 2010. 960 с.

ARCTIC POGONOPHORA NEREILINUM MURMANICUM IN THE BARENTS SEA: MORPHOLOGY AND HISTOLOGICAL STRUCTURE

R. I. Gabidullina, A. V. Golikov, A. G. Porfiriev, R. M. Sabirov

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, RF, regi.gabidullina2011@yandex.ru

Nereilinum murmanicum (Pogonophora: Frenulata) have a body of 4 segments, metasome is the longest one reaching 97.5% of the total length. Body is covered by a thick cuticle with underlying epithelium. Underneath the epithelium circular and longitudinal muscle layers lay. The latter one has a stronger development, especially in the mesosome. Its myocytes are partly of nematoid type. The trophosome has a central position in metasome's coelom. The trophosome is covered by peritoneal epithelium and has small round bacteriocytes inside.

Key words: *Nereilinum murmanicum*, Pogonophora, morphology, trophosome, histological structure, the Barents Sea