

**Особенности питания глубоководного кишечнодышащего (*Hemichordata*, *Enteropneusta*, *Torquaratoridae*) из Берингова моря**

**Научный руководитель – Ежова Ольга Владимировна**

***Трухан Мария Андреевна***

*Студент (бакалавр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра зоологии беспозвоночных, Москва, Россия

*E-mail: masha.truhan@gmail.com*

В начале 2000-х годов глубоководные кишечнодышащие были выделены в новое семейство *Torquaratoridae* [3-5, 7]. Торквараториды существенно отличаются как по строению, так и по образу жизни от других семейств *Enteropneusta*, в основном, обитающих на мелководье [2]. *Torquaratoridae* встречаются на глубинах от 350 до 4000 м и ведут преимущественно эпибентосный образ жизни [3-5, 7]. У представителей мелководных семейств воротниковый отдел цилиндрический, лишённый развитых выростов, тогда как у глубоководных торквараторид воротниковый отдел разрастается в боковых направлениях, формируя широкие латеральные губы, используемые для сбора пищи с поверхности осадка посредством мукоцилиарного механизма [5, 7].

Численность торквараторид на дне обычно не высокая: зарегистрированные ранее максимальные значения на глубине 2712-3954 м составляют около 10 экз. на 100 м<sup>2</sup> [9]. Однако в 2016 году, во время экспедиции НИС «Академик М.А. Лаврентьев» в Беринговом море была зафиксирована неожиданно высокая численность торквараторид - 12 экз. на м<sup>2</sup> [10]. Эта находка была сделана на склоне Массива Вулканологов, в районе подводного вулкана Пийпа на глубине от 1830 до 2290 м. Такой показатель численности на два порядка превышал отмеченные ранее максимальные значения [9]. Кроме того, на этом горизонте глубин торквараториды доминировали в донном сообществе, вытесняя с лидирующих позиций голотурий. Этот экологический феномен заслуживает отдельного внимания, и для его выяснения необходим анализ трофической структуры данного донного сообщества. Поэтому в качестве первого шага нами было исследовано содержимое кишечника *Torquaratoridae* gen. sp.

При исследовании постпечёночного отдела кишечника *Torquaratoridae* gen. sp. с помощью СЭМ и на гистологических срезах видно, что практически весь объём кишечника занимает дисперсная смесь, состоящая из хлопьев детрита и остатков различных организмов (Рис. 2). Минеральные частицы встречаются редко. Чаще всего в содержимом кишечника отмечаются панцири диатомовых водорослей. Панцири встречаются как целиком, так и в виде отдельных фрагментов. Помимо диатомовых водорослей перечисленных родов, обнаружены формы, сходные с *Thalassiothrix longissima* и *Rhizosolenia* sp., которые наряду с *Thalassiosira trifulta* доминируют по численности в поверхностных отложениях на дне Берингова моря [8]. Кроме того, в содержимом кишечника встречаются мелкоперфорированные обломки панцирей планктонных инфузорий *Parafavella* sp. (рис. 1Д), отдельные спикулы демоспонгиевых губок: микросклеры (рис. 1Е) и обломки макросклер (как гладкие, так и снабжённые шипиками), элементы известкового скелета голотурий и офиур (рис. 1Ж). Иногда обнаруживаются фекальные пеллеты других животных (рис. 1З).

Те же основные компоненты пищевого комка отмечены ранее у различных видов глубоководных голотурий и других детритофагов в Беринговом море [15]. Торквараториды из нашего материала, вероятно, занимают трофическую нишу, близкую к эпибентосным

голотуриям [11] и, судя по исследованному содержимому кишечника, относятся к детритофагам с высокой специализацией к фитодетриту - наиболее высококалорийной пище для глубоководных детритофагов [9]. Пока трудно сказать, какие особенности биологии малоизученных торквараторид обеспечивают их доминирование, пусть и в узком вертикальном диапазоне, в конкуренции с голотуриями, повсеместно преобладающими на мягких осадках на больших глубинах в океане [1]. После пика весеннего развития фитопланктона в Беринговом море формируется интенсивный поток органического вещества из поверхностных горизонтов на дно. Повышенное содержание фитодетрита на дне сохраняется на протяжении нескольких месяцев [11] и обеспечивает питанием многочисленные популяции детритофагов, в том числе кишечнойдышащих.

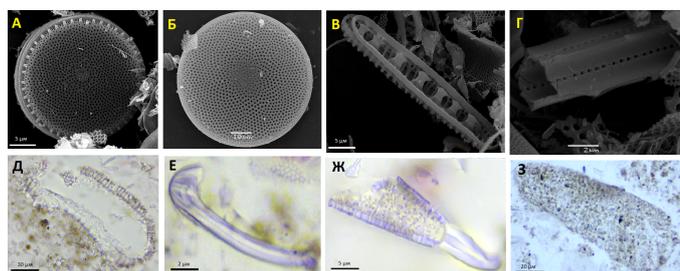
Проведённые нами данные и результаты исследования опубликованы [14].

### Источники и литература

- 1) Billett D.S.M. Deep-sea holothurians // *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 1991. Vol. 29. P. 259–317.
- 2) Hyman L.H. Smaller Coelomate Groups. In: «*The Invertebrates*». 1959. New-York: McGraw-Hill Book Company. V. 5. P. 72–154.
- 3) Holland N.D., Clague D.A., Gordon D.P., et al. ‘Lophenteropneust’ hypothesis refuted by collection and photos of new deep-sea hemichordates // *Nature*. 2005. Vol. 434. P. 374–376.
- 4) Holland N.D., Jones W.J., Jacob E., et al. A new deep-sea species of epibenthic acorn worm (Hemichordata, Enteropneusta) // *Zoosystema*. 2009. Vol. 31. № 2. P. 333–346.
- 5) Holland N.D., Kuhnz L.A., Osborn K.J. Morphology of a new deep-sea acorn worm (class Enteropneusta, phylum Hemichordata): A part-time demersal drifter with externalized ovaries // *J. Morph.* 2012. Vol. 273. № 7. P. 661–671.
- 6) Jones D.O.B., Alt C.H.S., Priede I.G., Reid W.D.K., Wigham B.D., Billett D.S.M., Gebruk A.V., Rogacheva A., Gooday A.J. Deep-sea surface-dwelling enteropneusts from the Mid-Atlantic Ridge: Their ecology, distribution and mode of life // *Deep Sea Res. II*. 2013. Vol. 98 (B). P. 374–387.
- 7) Jabr N., Archambault P., Cameron C.B. Biogeography and adaptations of torquaratorid acorn worms (Hemichordata: Enteropneusta) including two new species from the Canadian Arctic // *Can. J. Zool.* 2018. Vol. 96. P. 1221–1229.
- 8) Katsuki K., Takahashi K. Diatoms as paleoenvironmental proxies for seasonal productivity, sea-ice and surface circulation in the Bering Sea during the late Quaternary // *Deep Sea Research Part II*. 2005. Vol. 52. P. 2110–2130.
- 9) Osborn K.J., Kuhnz L.A., Priede I.G., Urata M., Gebruk A.V., Holland N.D. Diversification of acorn worms (Hemichordata, Enteropneusta) revealed in the deep sea // *Proc. Roy. Soc. (ser. B)*. 2012. Vol. 279. № 1733. P. 646–1654.
- 10) Rybakova E., Galkin S., Gebruk A., Sanamyan N., Martynov A. Vertical distribution of megafauna on the Bering Sea slope based on ROV survey // *PeerJ*. 2020. 8:e8628.
- 11) Witbaard R., Duineveld G.C.A., Kok A., van der Weele J., Berghuis E.M. The response of *Oneirophanta mutabilis* (Holothuroidea) to the seasonal deposition of phytopigments at the porcupine Abyssal Plain in the Northeast Atlantic // *Prog. Oceanogr.* 2001. Vol. 50. P. 423–441.
- 12) Валовая М.А., Кавтарадзе Д.Н. Микротехника. Правила, приёмы, искусство, эксперимент. 1993. М.: Издательство МГУ. 239 с.

- 13) Галкин С.В., Мордухович В.В., Крылова Е.М., Денисов В.А., Малютин А.Н., Михайлик П.Е., Полоник Н.С., Санамян Н.П., Шилов В.А., Ивин В.В., Адрианов А.В. Исследования экосистем гидротермальных выходов и холодных высачиваний в Беринговом море (82-й рейс научно-исследовательского судна «Академик М.А. Лаврентьев») // Океанология. 2019. Т. 59. № 4. С. 687–690.
- 14) Ежова О.В., Трухан М.А., Лукиных А.И., Крылова Е.М., Галкин С.В., Гебрук А.В., Малахов В.В. Особенности питания глубоководного кишечнодышащего (Hemichordata, Enteropneusta, Torquaratoridae) из Берингова моря // Доклады Российской Академии Наук. Науки о жизни. 2021. Т. 500. № 5. С. 432–436.
- 15) Соколова М.Н. Питание и трофическая структура глубоководного макробентоса. М.: Наука, 1986. 208 с.

### Иллюстрации



**Рис. 1.** Рис. 1. Остатки организмов из кишечника *Torquaratoridae* gen. sp. на СЭМ (А-Г) и на гистологических срезах (Д-З). Расшифровка приведена в таблице 2.

Группа / тип остатков	Роды и виды	Встречаемость на срезах	Рис. 1
Diatomea	<i>Thalassiosira</i>	обильно	1А
	<i>Coscinodiscus</i>	часто	
	<i>Actinocyclus</i>	часто	1Б
	<i>Chaetoceros</i>	часто	1Г
	<i>Neodenticula seminiae</i>	часто	1В
	<i>Grammatophora</i>	часто	
Ciliophora (Tintinnina)	<i>Parafavella</i>	нечасто	1Д
Demospongia (спикулы)	–	часто	1Е
Echinodermata (фрагменты скелета)	–	нечасто	1Ж
Мелкие чешуйки	?	часто	
Фекальные комочки		нечасто	1З
Хлопьевидный детрит		обильно	
Песчинки		редко	

**Рис. 2.** Рис. 2. Остатки организмов и другой материал, обнаруженный в кишечнике *Torquaratoridae* gen. sp.