

УДК: 573.6+ 59.01/.08

## Тема: *Clione limacina* как экспериментальный модельный объект в биологии

Вечкитов Р.С., Доронина Е.В., Махринов Д.Д.

ФГБОУ ВО ВолГМУ Минздрава Российской Федерации - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Волгоградский государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоград, e-mail: [rodion.sergeewich@gmail.com](mailto:rodion.sergeewich@gmail.com)

**Ключевые слова:** *Clione limacina*, Морской ангел, клион, экспериментальный модельный объект, брюхоногие, моллюски

**Актуальность:** Брюхоногие моллюски одни из известнейших модельных объектов в биологии. Работы с их участием, в роли модельного объекта, можно встретить практически во всех областях биологических наук: нейрофизиологии, нейроэтологии, изучении процессов регенерации, экологических сферах и изучении влияния медицинских препаратов. Клион, также известный как *Clione limacina* или морской ангел, является одним из самых популярных моллюсков, которые используются в исследованиях как российских, так и иностранных ученых. Связано это с его интереснейшими морфофункциональными особенностями и удобным ареалом обитания. Клион обладает ярко выраженным гигантизмом нейронов, что позволяет вести работу по их анализу и продолжению линии экспериментов по их изучению, что является ключевой особенностью необходимой в сфере нейронаук. Помимо этого они обладают прозрачным телом, большой живучестью, высокой плодовитостью и неприхотливостью, что делает их великолепными модельными объектами для исследований. В этой работе будут освещены основные морфофункциональные, репродуктивные характеристики, которые привлекают внимание научных коллективов, условия содержания в лабораторных условиях, а также немного будет затронута история открытия клиона для биологии.

# Clione limacina as an experimental model object in biology

Vechkitov R.S., Doronina E.V., Makhrinov D.D.

FSBEI IN VolGSMU of the Ministry of Health of the Russian Federation - Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Medical University” Ministry of Health of the Russian Federation, Volgograd, e-mail: rodion.sergeewich@gmail.com

Keywords: Clione limacina, Sea angel, clion, experimental model object, gastropods, mollusks

Relevance: Gastropods are one of the most famous model objects in biology. Works with their participation, in the role of a model object, can be found in almost all areas of biological sciences: neurophysiology, neuroethology, the study of regeneration processes, environmental spheres and the study of the influence of medicines. Clion, also known as Clione limacine or sea angel, is one of the most popular mollusks that are used in research by both Russian and foreign scientists. This is due to its most interesting morphofunctional features and convenient habitat. Clion has a pronounced gigantism of neurons, which allows us to work on their analysis and continuation of the line of experiments on their study, which is a key feature necessary in the field of neuroscience. In addition, they have a transparent body, great vitality, high fertility and unpretentiousness, which makes them excellent model objects for research. In this work, the main morphofunctional, reproductive characteristics that attract the attention of research teams, conditions of detention in laboratory conditions will be highlighted, and the history of the discovery of the clion for biology will also be touched upon a little.

## Введение

Торпедообразное по форме тело морских ангелов практически прозрачно. Его длина обычно составляет 2—2,5 см, иногда достигает 4 см. Хорошо отграниченная от туловища голова несёт две пары щупалец. Первая пара находится по бокам от расположенного на переднем конце тела рта. Вторая, несущая рудиментарные глаза, — на спинной стороне головы, ближе к её заднему краю. Как и другие Gymnosomata, морские ангелы лишены раковины, мантийной полости и жабр. Нога претерпевает значительную редукцию: от неё сохраняются лишь пара локомоторных выростов (параподиев) и небольшое образование на брюшной стороне тела сразу позади головы, так называемые крылья.

Размножение происходит на протяжении практически всего года, однако пик нереста приходится на весну — начало лета. В искусственных условиях интенсивность размножения не сильно изменяется в течении времени. Морские ангелы — гермафродиты с перекрестным оплодотворением и для появления их потомства не нужно наличие особей двух полов. В течение суток после завершения процесса оплодотворения морской ангел производит кладку яиц прямо в воду. Кладка

представляет собой студенистую жидкость с множеством мелких вкраплений, она свободно плавает в толще воды. Из одной такой кладки выходит большое число личинок.

Вылупившиеся из яиц личинки-велигеры с тремя маленькими щупальцами сразу поднимаются к поверхности воды, где находится большое количество зоопланктона. Потомство морского ангела активно питается и уже через несколько дней превращается в стаю хищников – политрохных личинок. Их рацион полностью меняется, они начинают охотиться на молодяк морского черта, а затем, по мере роста, и на взрослых особей. Политрохная личинка – это маленький прозрачный бочонок с несколькими рядами ресничек, размер которого не превышает нескольких миллиметров[1][2][6].

Нервная система у моллюсков, в частности у клиона, разбросанно-узлового типа. При этом у клиона, так и в принципе у многих других продвинутых представителей наблюдается концентрация большинства нейронных элементов в передней части тела, то есть голове. Но общая информация, самое важное заключается в том что большая часть нейронов переднего отдела имеют ярко-выраженный гигантизм. Эти нейроны заменяют большую часть своих малых собратьев раскиданных по всему телу и участвуют в большинстве типов локомоторных и поведенческих реакций. По-видимому, функциональное значение гигантизма заключается в усиленном синтезе и транспортировке материалов для выполнения расширенной пресинаптической функции. Гигантские нейроны иннервируют большие участки периферии; интернейроны и сенсорные нейроны увеличены в меньшей степени, вероятно, до такой степени, которая обеспечивает согласование нагрузки с периферическими эффекторами. Нейрональный гигантизм может быть адаптацией к иннервации периферии у крупных животных с простым поведением и несложной сенсорикой, эта адаптация обеспечивает рост тела и ЦНС без пропорционального увеличения числа нейронов. Из-за их большого размера их можно легко идентифицировать и проводить замеры электрохимического потенциала. А это уже позволяет соотносить активность тех или иных участков нервной ткани с различными типами движения и поведения. По-видимому, функциональное значение гигантизма заключается в усиленном синтезе и транспортировке материалов для выполнения расширенной пресинаптической функции. Гигантские нейроны обнаружены у более крупных улиток, где они иннервируют большие участки периферии; интернейроны и сенсорные нейроны увеличены в меньшей степени, вероятно, до такой степени, которая обеспечивает согласование нагрузки с периферическими эффекторами. Нейрональный гигантизм может быть адаптацией к иннервации периферии у крупных животных с простым поведением и несложной сенсорикой, эта адаптация обеспечивает рост тела и ЦНС без пропорционального увеличения числа нейронов[3][4].

### Особенности содержания

Содержание морского ангела не сильно хлопотное занятие и не несет проблем в экономическом и трудовом плане. Для их успешного развития нужны аквариумы с поддерживающимся током воды с пониженной температурой, так как клион обитатель

северных широт. Кормом для клиона выступают другие моллюски - Морские черти, запас которых можно удобненько устроить в соседнем аквариуме и фитопланктон. Собственно, фитопланктон нужен для кормления личинок клиона и нужно его не сильно много, где то 800 г на 70 литров водообъема аквариума. С учетом интенсивности его роста и неприхотливости в окружающей среде, будет достаточно еще одного оборудованного аквариума, но уже в котором будет расти планктон. Жизненный цикл длится около года, за который в искусственных условиях клионовая группа сможет самоподдерживать свое существование. Кладка клиона достаточно крупная, специального места для ее созревания не нужно, клион просто выпускает ее в водное пространство где она будет дрейфовать до их вылупления[5].

## Направления использования

Клион используется как модельный объект еще с 2000х годов во всех направлениях нейронаук. Вообще использование клиона как модельного объекта является своеобразным ответом иностранным исследовательским проектам. Около 2000х годов Грэм Хойл и Дэннис Уилоуз начали использовать в качестве модельного объекта своих работ *Tritonia diomedea* после работ Д.А. Сахарова, Бориса Николаевича Вепринцева и Игорь Викторович Крацса. Задачей Сахарова, Вепринцева и Крацса было изучение природы полиплоидии и гигантизма нейронов на примере как раз таки Тритонии. В процессе еще были обследованы другие моллюски, в том числе и Клион. Тритония тоже является моллюском и по своим свойствам близка к клиону. Собственно многие российские ученые начали работать именно с клионом.

Например, одна из таких работ за авторством Аршавский Ю.И., Гельфанд И.М., Орловский Т.Н., Павлова Г.А., Панчин Ю.В., Попова Л.Б. в своей работах Регенерация нейронов pedalного ганглия крылоногого моллюска *Clione limacina*.; Нейронный контроль плавательной локомоции: анализ крылообразного моллюска *Clione* и эмбрионов амфибии *Xenopus* и некоторых других работах последовали совету Сахарова в выборе модельного объекта.

## Список литературы:

1. Чесунов А. В. // Киреев — Конго. — М. : Большая российская энциклопедия, 2009. — С. 302. — (Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов ; 2004—2017, т. 14). — ISBN 978-5-85270-345-3.
2. Conover R. J., Lalli C. M. (1972). Feeding and growth in *Clione limacina* (Phipps), a pteropod mollusc. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 9(3), pp. 279—302. doi:10.1016/0022-0981(72)90038-X
3. Zelenin P. V., Panchin Y. V. (2000). Projection pattern and target selection of *Clione limacina* motoneurons sprouting within an intact environment. *Journal of Comparative Neurology*, vol. 423(2), pp. 220—226.

4. Hermans C. O., Satterlie R. A. (1992). Fast-strike feeding behavior in a pteropod mollusk, *Clione limacina* Phipps. *Biological Bulletin*, vol. 182, pp. 1—7
5. Mileikovsky S.A. (1970) Breeding and larval distribution of the pteropod *Clione limacina* in the North Atlantic, Subarctic and North Pacific Oceans. *Marine Biology*
6. Волков А. Ф. Крылоногие моллюски (Pteropoda) Охотского моря: биомасса, численность, запас // Известия ТИНРО. 2003. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/krylonogie-mollyuski-pteropoda-ohotskogo-morya-biomassa-chislennost-zapas> (дата обращения: 14.01.2023).