

ЗАМЕТКИ

УДК 593.8:535

РЕАКЦИЯ ЛИЧИНОК *MNEMIOPSIS LEIDYI* НА ИЗМЕНЕНИЕ ОСВЕЩЁННОСТИ

© 2020 г. Ю. С. Баяндина

Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация
E-mail: sepulturka@mail.ru

Поступила в редакцию 24.12.2019; после доработки 24.12.2019;
принята к публикации 26.06.2020; опубликована онлайн 30.06.2020.

Экспериментально изучены возможные реакции на свет личинок черноморского гребневика *Mnemiopsis leidyi* двух возрастных групп (первые-четвёртые сутки и одна-две недели после вылупления). Личинок помещали в ёмкость с морской водой, в которой с помощью источника света и непрозрачного фона создавали световые две зоны (свет и тень); количество личинок регистрировали в каждой зоне в течение часа после начала эксперимента. Показано, что в среднем 77 % личинок, находящихся на ранних стадиях развития (первые-четвёртые сутки), через час мигрируют в тёмную область. Высказано предположение о наличии отрицательного фототаксиса у ранних личинок *Mnemiopsis leidyi*. Подобные реакции у более взрослых личинок (одна-две недели) не обнаружены.

Ключевые слова: *Mnemiopsis leidyi*, гребневик, личинки, фототаксис, миграции

Гребневика — планктонные хищные желетелые морские животные. Вид *Mnemiopsis leidyi* относится к отряду Лопастеносных, представители которого передвигаются за счёт создания тока воды гребными пластинами, сформированными из ресничек. Синхронное движение ресничек координируется нервной системой [6]. Комплекс аборального органа — основная сенсорная структура гребневика; он контролирует движение и, возможно, является световым сенсором.

Развитие *Mnemiopsis leidyi* — прямое, однако после вылупления личинка проходит цидипидную планктонную стадию (длина тела — от 0,3 см (при вылуплении) до 3 см); личинка обладает парой длинных ветвящихся щупалец и активно передвигается в толще воды (рис. 1). По мере своего развития личинка мнемииопсиса приобретает особенности организации, присущие половозрелой особи (от 3 до 15 см): редуцируются щупальца, появляются характерные длинные лопасти [4].

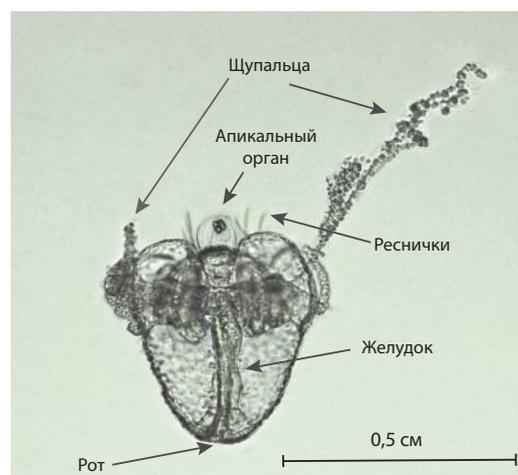


Рис. 1. Личинка *Mnemiopsis leidyi* на первые сутки после вылупления

Fig. 1. *Mnemiopsis leidyi* larvae on the first day after hatching

Современные систематики считают гребневиков «сестринским таксоном» по отношению ко всем остальным многоклеточным животным; развитие их нервной и мышечной систем уникально [3]. Выявление наличия поведенческих реакций личинок гребневиков на изменение освещённости важно для понимания работы этих систем.

Ранее Шницлером с соавторами [5] проведён всесторонний анализ генов, участвующих в производстве и поглощении света у личинок *Mnemiopsis leidyi*; показано, что экспрессия генов опсина, участвующих в восприятии света, происходит в апикальном сенсорном органе, а именно в нервных цилиарных клетках. Также выявлена совместная локализация экспрессии генов фотопротеина и двух генов опсина в развивающихся фоточитах *Mnemiopsis leidyi*. Авторы предположили, что существует связь между биолюминесценцией и фототаксисом у гребневиков, и фоточиты, вероятно, не только излучают, но и воспринимают свет [5].

По результатам исследования [1], высказано предположение, что одним из факторов, стимулирующих *Mnemiopsis leidyi* к совершению вертикальных миграций, является избегание яркого света (свыше $10 \text{ мкЭ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$). Установлено, что миграции в толще воды совершают только мелкие гребневики (до 22 мм). Авторы считают, что животные поднимаются в верхние слои лишь в тёмное время суток вслед за пищевыми объектами, а в дневные часы опускаются ниже, избегая солнечного света.

Сведений о лабораторных экспериментах по исследованию реакций гребневиков на свет в литературе нами не обнаружено.

Цель данной работы — изучить влияние освещённости на поведение личинок гребневика *Mnemiopsis leidyi*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Взрослых особей *Mnemiopsis leidyi* отбирали в море с причального сооружения аквариального корпуса ФИЦ ИнБЮМ на выходе из бух. Карантинная (г. Севастополь) в сентябре 2019 г. Животных доставляли в лабораторию, помещали в 5-литровые ёмкости с морской водой (5–7 особей на одну ёмкость) и оставляли на ночь в затемнённом помещении. Наутро наблюдали появление яиц и личинок. В первые сутки после вылупления личинок перемещали с помощью пипетки в отдельные стеклянные стаканы объёмом 0,5 л. Эксперименты проводили на личинках на ранних стадиях развития (возраст — от одних до четырёх суток). Их содержали в морской воде комнатной температуры (+22 °С); кормовые объекты не вносили. Для каждого следующего опыта отбирали личинок, не участвовавших в экспериментах ранее.

Над источником света на матовое стекло помещали малую чашку Петри (диаметр — 10 см, высота — 1 см), заполненную фильтрованной морской водой. В качестве источника света использовали светодиодный элемент, установленный на расстоянии, при котором вода в чашке не нагревалась. Под чашку подкладывали чёрный непрозрачный фон так, чтобы одна её половина была затемнена, а вторая оставалась полностью освещённой (рис. 2). На границе свет — тень устанавливали непроницаемую перегородку из пластика. Помещали 20 личинок мнемииопсиса со стороны освещённой части, затем убирали перегородку. Наблюдали за поведением личинок в течение часа после начала эксперимента, подсчитывали их количество в тёмной и освещённой частях чашки. Эксперименты проводили в течение четырёх дней после вылупления личинок, по 5 повторностей в каждые сутки; всего — 20 экспериментов.

В 110-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (4–20 октября 2019 г.) в Азовском море планктонной сетью удалось отобрать более крупных личинок, размером от 1 до 2 см (предположительный их возраст — 1–2 недели). Изучение реакций на свет проводили при тех же условиях эксперимента в лаборатории биоразнообразия и функциональной геномики Мирового океана (далее — БиФГМО) на борту судна; всего — 10 экспериментов.

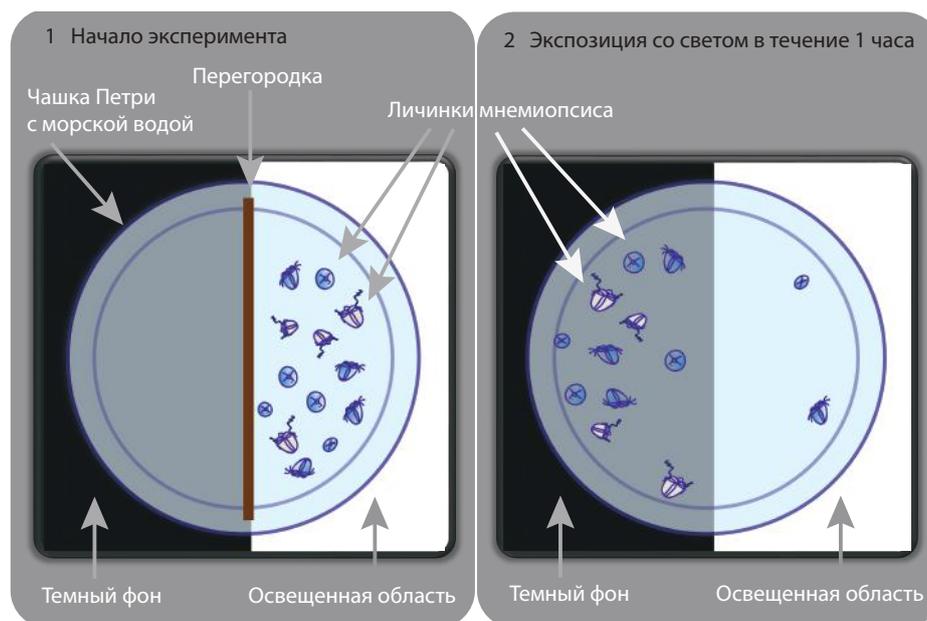


Рис. 2. Схема эксперимента. 1 — начало эксперимента: чашка Петри с морской водой помещена над источником света, под половину чашки подложен тёмный фон, на границе свет — тень установлена перегородка, личинки мнемииопсиса помещены в светлую область. 2 — экспозиция личинок в чашке без перегородки в течение часа после начала эксперимента

Fig. 2. Scheme of the experiment. 1 – start of the experiment: the Petri dish with seawater is placed above the light source, a black opaque background is placed under one half of the dish, a partition is installed at the light – dark border, *Mnemiopsis* larvae are placed in the light area. 2 – exposure of larvae in a dish without partition for one hour after the start of the experiment

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдения за поведением личинок, находящихся на ранних этапах развития, в течение часа после начала эксперимента показали, что на протяжении первых 30 минут личинки мигрируют по всему объёму чашки, а через 1 час около 77 % уходят в затемнённую область, избегая яркого света (табл. 1).

Таблица 1. Доля личинок, находящихся в тёмной зоне чашки Петри через 1 час после начала экспериментов

Table 1. Percentage of larvae in the dark area of the Petri dish within one hour after the start of the experiments

Возраст личинок, сутки	<i>n</i>	Доля личинок, находящихся в тёмной зоне, %
1	5	85
2	5	64
3	5	76
4	5	83
За всё время	20	77

Реакция на изменение освещённости у личинок, находящихся на ранних стадиях развития, проявляется не мгновенно, а с течением времени. Резкое изменение освещённости запускает каскад внутренних физиологических и биохимических процессов животного, на которые затрачивается определённое время. Известно, что механизм фототаксиса всех эукариот включает три основных этапа [2]: 1) поглощение света и первичные реакции в фоторецепторах; 2) преобразование стимулов и передачу сигналов к двигательному аппарату; 3) изменение движения.

Таким образом, можно предположить, что личинки *Mnemiopsis leidyi* на ранних этапах развития обладают отрицательным фототаксисом.

Для более взрослых личинок не удалось достоверно установить наличие реакции на свет. В одних экспериментах практически все личинки мигрировали в тёмную область чашки в течение часа, в других — занимали весь объём чашки и не перемещались даже по прошествии двух часов после начала эксперимента.

В связи с тем, что личинки *Mnemiopsis leidyi* совершают выраженные вертикальные миграции в водной толще, возможно, более крупным личинкам для свободного перемещения не хватает объёма воды в чашке Петри. Для выявления их вероятных реакций на изменение освещённости необходимы другие условия эксперимента.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по темам «Структурно-функциональная организация, продуктивность и устойчивость морских пелагических экосистем» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020790229-7) и «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890074-2).

Благодарность. Автор благодарит вед. инженера лаборатории БиФГМО ФИЦ ИнБЮМ Кирина М. П. за отбор и доставку в лабораторию взрослых особей гребневиков; сотрудника отдела планктона ФИЦ ИнБЮМ Доценко В. С. — за отбор личинок мнемииопсиса в 110-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий»; с. н. с. лаборатории БиФГМО к. б. н. Кривенко О. В. — за ценные рекомендации при написании заметки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Haraldsson M., Båmstedt U., Tiselius P., Titelman J., Aksnes D. L. Evidence of diel vertical migration in *Mnemiopsis leidyi*. *PLoS One*, 2014, vol. 9, iss. 1, article e86595 (10 p.). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086595>
2. Jekely G. Evolution of phototaxis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, vol. 364, iss. 1531, pp. 2795–2808. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0072>
3. Moroz L., Kevin L., Kocot M., Citarella M. R. et al. The ctenophore genome and the evolutionary origins of neural systems. *Nature*, 2014, vol. 510, no. 7503, pp. 109. <https://doi.org/10.1038/nature13400>
4. Rapoza R., Novak D., Costello J. H. Life-stage dependent, *in situ* dietary patterns of the lobate ctenophore *Mnemiopsis leidyi* Agassiz, 1865. *Journal of Plankton Research*, 2005, vol. 27, no. 9, pp. 951–956. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbi065>
5. Schnitzler C. E., Pang K., Powers M. L., Reitzel A. M., Ryan J. F., Simmons D., Tada T., Park M., Gupta J., Brooks S. Y., Blakesley R. W., Yokoyama S., Haddock S. H. D., Martindale M. Q., Baxevanis A. D. Genomic organization, evolution, and expression of photoprotein and opsin genes in *Mnemiopsis leidyi*: A new view of ctenophore photocytes. *BMC Biology*, 2012, vol. 10, pp. 107. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-10-107>
6. Tamm S. L. Cilia and the life of ctenophores. *Invertebrate Biology*, 2014, vol. 133, iss. 1, pp. 1–46. <https://doi.org/10.1111/ivb.12042>

RESPONSE OF MNEMIOPSIS LEIDYI LARVAE TO LIGHT INTENSITY CHANGES

Iu. S. Baiandina

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation
E-mail: sepulturka@mail.ru

A possible response to light of larvae of Black Sea ctenophore *Mnemiopsis leidyi* of two age groups (first to fourth day and one-two weeks after hatching) was experimentally studied. The larvae were placed in a Petri dish with seawater, in which two areas (light and dark) were created using a light source and a black opaque background. The number of larvae in each area was recorded for an hour after the start of the experiment. It was found that on average 77 % of the early stage larvae (first to fourth day) migrated to the dark area after an hour. We hypothesized that *Mnemiopsis leidyi* early stage larvae have negative phototaxis. Similar response of the older larvae (one-two weeks) was not recorded.

Keywords: *Mnemiopsis leidyi*, ctenophore, larvae, phototaxis, migration