



МАТЕРИАЛЫ

научно-практической молодежной
конференции

*«Экологические проблемы Азово-
Черноморского региона и комплексное
управление прибрежной зоной»*

Севастополь, 2014

Литература:

1. Glantz, M.H., 1998: A La Nina Summit: A Review of the Causes and Consequences of Cold Events. Executive Summary of the workshop held 15-17 July 1998 in Boulder, Colorado. Environmental and Societal Impacts Group, NCAR: Boulder, Colorado;
2. Rayner, N. A., D. E. Parker, E. B. Horton, C. K. Folland, L. V. Alexander, D. P. Rowell, E. C. Kent, and A. Kaplan (2003), Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century, *J. Geophys. Res.*, 108(D14), 4407, doi: 10.1029/2002JD002670;
3. Ropelewski, C.F., Jones P.D.(1987), An extension of the Tahiti-Darwin Southern Oscillation Index, *Monthly Weather Review*, 115(9), 2161-2165, doi:10.1175/1520-0493(1987)1152.0.CO; 2.

O. V. Marchukova, E. N. Voskresenska

Marine Hydrophysical Institute, Sevastopol, Russia

La Nina events: classification and its basin hydrometeorological characteristics

Using HadISST data sets of the sea surface temperature (SST) and the Southern Oscillation Index (SOI) the cold episodes (La Nina events) of the El Nino – Southern Oscillation phenomenon to the Pacific region were separated for 1870-2013. Their typical characteristics were described. It was the basis for the further La Nina events classification, taken into account the temporary variability of three main characteristics: an intensity, a duration and a maximal value of SOI.

Машукова О.В.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, г. Севастополь, Россия

Суточная ритмика светонизлучения *Mnemiopsis leidyi* A.Agassiz (Ctenophora: Lobata)

Свет является одним из важнейших абиотических факторов среды, который влияет на функциональное состояние гидробионтов.

Характеристики суточных ритмов биолюминесценции некоторых морских организмов достаточно хорошо изучены (Битюков, 1968; Гительзон и др., 1992; Евстигнеев, Битюков, 1986; Bode et al., 1963; Haddock et al., 2010). Однако суточные ритмы биолюминесценции гребневика *Mnemiopsis leidyi* A.Agassiz, являющегося массовым планктонным биолюминесцентом и играющего важнейшую роль в экосистеме Чёрного моря, до сих пор не определены. Вместе с тем, достаточно хорошо исследованы эколого-физиологические параметры его жизнедеятельности (Финенко и др., 1995; Шушкина и др., 2000). Исследование суточной ритмики свечения гребневика, обитающего преимущественно в фотическом слое и совершающего суточные вертикальные миграции, может способствовать оценке природы его светоизлучения (Гительзон и др., 1992; Hastings, 1995). В связи с этим поставлены два параллельно проводившихся эксперимента по выяснению суточной изменчивости характеристик биолюминесценции *M. leidyi*. Для выявления экзогенной ритмики свечения в течение суток одну группу гребневиков содержали в условиях постоянного освещения. Эндогенную природу ритма свечения исследовали путём экспозиции ктенофор в лаборатории 24 ч при полной темноте, т.е. при изоляции организмов от внешних побудителей, могущих навязать свою периодичность.

Результаты исследований показали наличие у *M. leidyi* циркадной ритмики биолюминесценции вне зависимости от типа её стимуляции. Так, у гребневиков, содержащихся на свету, выявлены 2 пика интенсивности светоизлучения: первый в 13 ч с амплитудой высвечивания до $300,17 \pm 15,01 \cdot 10^8$ квант $\cdot$ с $^{-1}$ $\cdot$ см $^{-2}$ при химической стимуляции и $250,29 \pm 12,51 \cdot 10^8$ квант $\cdot$ с $^{-1}$ $\cdot$ см $^{-2}$ – при механической. Второй максимум светоизлучения, при котором амплитуда достигает максимальных значений, наблюдается в 01 ч местного времени и достигает $763,86 \pm 38,19 \cdot 10^8$ квант $\cdot$ с $^{-1}$ $\cdot$ см $^{-2}$ при химической стимуляции и $470,98 \pm 23,54 \cdot 10^8$ квант $\cdot$ с $^{-1}$ $\cdot$ см $^{-2}$ – при механической. При этом в ночное время регистрируется значительное усиление свечения по амплитуде и энергии при применении химического стимула в отличие от такового при механической стимуляции. При механической стимуляции у *M. leidyi* чувствительность организмов к данному стимулу снижена, но при химической, сопровождающейся гибелью организма, выявляется весь биолюминесцентный потенциал гребневиков (Токарев и др., 2008).

При выдерживании *M. leidy* в темноте ритмика сохраняется и при обоих типах стимуляции амплитуда свечения практически одинакова. Минимальные значения интенсивности светового излучения, как на свету, так и в темноте, регистрируются у особей между 07 и 10 ч, значения амплитуды при химической стимуляции гребневику при этом составляют около $42,59 \pm 2,12 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² при содержании на свету и $35,06 \pm 1,72 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² – в темноте. С течением времени при содержании особей в темноте амплитуда их светового излучения постепенно нарастает, достигая максимума в 01 ч – до $1831,50 \pm 86,57 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² – при химической и $1682,10 \pm 81,12 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² при механической стимуляции. Максимальный уровень интенсивности светового излучения в ночные часы при содержании гребневику в темноте отличается от дневного в 3,5 раза ($p < 0,05$). Содержание гребневику при разных условиях освещённости существенно влияет и на изменение длительности их сигналов.

Так, наиболее продолжительные сигналы *M. leidy* зарегистрированы в обоих экспериментах в ночное время (в 01 ч): длительность свечения при содержании на свету достигала $3,02 \pm 0,15$ с при механической и $3,48 \pm 0,17$ с при химической стимуляции, а при содержании животных в темноте – $3,50 \pm 0,17$ с (механическая стимуляция) и $3,63 \pm 0,18$ с (химическая стимуляция). Минимальную длительность светового излучения наблюдали в 10 ч.

В условиях постоянного освещения она составляла $1,19 \pm 0,05$ с при механической и $1,21 \pm 0,06$ с при химической стимуляции, а при экспозиции гребневику в темноте – $1,33 \pm 0,06$ с при механической и $1,42 \pm 0,07$ с при химической стимуляции.

Суточная ритмика биолюминесценции *M. leidy* обусловлена суточным ритмом его питания и дыхания, первый максимум которого приходится на 01 ч, второй – в 13-14 ч, при минимуме в 10 ч (Минкина, Павлова, 1995).

Результаты исследований показали чётко выраженное фотоингибирующее действие света на биолюминесценцию этого гребневику. Фотоингибирование вызывает, прежде всего, снижение ночного пика амплитуды светового излучения у особей, содержащихся на свету, по сравнению с таковыми в темноте, в 2 раза при химической и в 3 раза при механической стимуляции ($p < 0,05$).

А. Л. Верещака выявил, что у *M. leidy*, существуют небольшие, но чётко выраженные суточные вертикальные миграции (Верещака, 2002). Так, в светлое время суток близ полудня *M. leidy* избегает верхнего 4-6-метрового слоя. В ночные часы (21 – 05 ч) основная часть популяции остаётся у поверхности, но рассредоточивается на глубинах от 0 до 10 м. Таким образом, дневное погружение животных связано с избеганием слишком высокого уровня радиации в поверхностном слое. По данным наших наблюдений, у гребневиков, содержащихся в 13 ч при освещённости до 1,5 тыс. лк, отмечается активное движение с избеганием поверхностного слоя аквариума с частым погружением на дно, а ночью в 24 – 01 ч, напротив, перемещение особей наблюдалось в основном в поверхностном слое аквариума.

Наряду с этим, у *M. leidy* выражен эндогенный ритм биолуминесценции, связанный с суточными изменениями в функциональном состоянии гребневиков (Финенко и др., 1995), репродуктивным циклом (Машукова и др., 2010) и суточным колебанием субстрата биолуминесцентной реакции (Lapointe, Morse, 2008; Shimomura, 2006). Подобные циркадные ритмы отмечаются у *N. scintillans*: уровень её светоизлучения в ночные часы отличается от дневного не более чем в два раза (Битюков, 1968, Токарев, 2006). Таким образом, эндогенный элемент биолуминесцентной активности исследованного вида гребневика является определяющим и обусловлен суточной биоритмикой процессов его жизнедеятельности.

Литература:

1. Битюков Э. П. Характеристика суточного ритма биолуминесценции *Noctiluca miliaris* // Зоол. журн. – 1968. – 47, вып. 1. – С. 36 – 41.
2. Верещака А. Л. Особенности микромасштабного распределения желетелого макропланктона в Чёрном море у побережья Геленджика (август 2000 г.) // Океанология. – 2002. – 42, № 1. – С. 91 – 97.
3. Гительзон И. И., Левин Л. А., Утюшев Р. Н. и др. Биолуминесценция в океане. – С.- Петербург: Гидрометеиздат, 1992. – 283 с.
4. Евстигнеев П. В., Битюков Э. П. О суточной ритмике биолуминесценции морских копепод и влиянии на неё температуры // Экология моря. – Киев, 1986. – Вып. 24. – С. 87 – 92.

5. Машукова О.В., Ханайченко А.Н., Токарев Ю.Н., Василенко В.И. Изменение характеристик биолюминесценции черноморского гребневика-вселенца *Mnemiopsis leidyi* А. Agassiz в онтогенезе // Морской экологический журнал. – 2010. – 9, № 4. – С. 76-85.
6. Минкина Н. И., Павлова Е. В. Суточные изменения интенсивности дыхания гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Чёрном море // Океанология. – 1995. – 35, вып. 2. – С. 241 – 245.
7. Токарев Ю. Н. Основы биофизической экологии гидробионтов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 342 с.
8. Токарев Ю. Н., Машукова О. В., Василенко В. И. Биолюминесценция черноморских гребневиков-вселенцев *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* при механической и химической стимуляции // Экология моря. – Киев, 2008. – Вып. 76. – С. 61 – 65.
9. Финенко Г. А., Аболмасова Г. И., Романова З. А. Питание, потребление кислорода и рост гребневика *Mnemiopsis mccradyi* в зависимости от концентрации пищи // Биология моря. – 1995. – 20, № 5. – С. 315 – 320.
10. Шушкина Э. А., Мусаева Э. И., Анохина Л. Л. и др. Роль желетелого макропланктона: медуз аурелий, гребневиков мнemiопсиса и берое в планктонных сообществах Чёрного моря // Океанология. – 2000. – 40, № 6. – С. 859 – 861.
11. Bode V. C., Desa R., Hastings J. W. Daily rhythm of luciferin activity in *Gonyaulax polyedra* // Science. – 1963. – 141. – P. 913 – 915.
12. Haddock H. D., Moline A., Case F. Bioluminescence in the Sea // Annu. Rev. Marine. Sci. – 2010. – 2. – P. 443 – 493.
13. Hastings J. W. Bioluminescence: similar chemistries, but many different evolutionary origins // Photochem. Photobiol. – 1995. – 62. – P. 599 – 600.
14. Lapointe M., Morse D. Reassessing the role of a 3'-UTR-binding translational inhibitor in regulation of circadian bioluminescence rhythm in the dinoflagellate *Gonyaulax* // Biol. Chem. – 2008. – 389. – P. 13 – 19.
15. Shimomura O. Bioluminescence: Chemical principles and methods // World Scientific, 2006. – 470 p.

O.V. Mashukova

Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Sevastopol, Russia

**Circadian ritmic of light-emission *Mnemiopsis leidyi* A.Agassiz
(Ctenophora: Lobata)**

Light-emission circadian rhythmic of ctenophore *Mnemiopsis leidyi* A.Agassiz 1865 – recent alien to the Black Sea has been researched. 2 peaks of light-emission intensity are revealed: in 01 h nights and day in 13 h. The bioluminescence amplitude of ctenophores under mechanical and chemical methods of stimulation achieves the maximal values in 01 h and minimal in 10 h. Under the conditions of ctenophores in the dark the night peak of their light-emission intensity 2.5 times exceeds the day. Presence of light-emission photoinhibition of ctenophores was revealed. Energy of light-emission in 01 h is maximal at the individuals contained in the dark, and 5 times more that ones of individuals contained in the light. The substantiated conclusion that the light-emission endogenous rhythm of ctenophore can be caused as daily changes of their nutrition, metabolism and reproduction, as circadian fluctuation of their bioluminescent reaction substratum.

Медведева А. В.

Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Севастополе, г. Севастополь, Россия

Современные технологии изучения апвеллинга на примере использования термокосы

Апвеллинг представляет собой процесс подъема подповерхностных вод и является характерным явлением для прибрежной зоны. Для теплого времени года в качестве основного способа выявления апвеллинга служит мониторинг температуры воды с помощью инструментальных измерений или дистанционного зондирования. Один из современных методов детального исследования вертикальной структуры апвеллинга – это непрерывная автоматическая фиксация температуры на различных глубинах.

В МГИ НАН Украины была разработана комплексная система измерений для мониторинга прибрежных вод – термокоса, которая в конце