

A.V. Marinets

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

THE PECULIARITIES OF THE MORPHOFUNCTIONAL ORGANIZATION OF PHYTOOVERGROWTHS IN THE DANUBE AVANDELTA AND ODESSA COAST

The morphofunctional organization of phytoperiphyton communities of the Danube avandelta in comparison to the Odesa coast shows a lower species diversity of phytoperiphyton, however there is a much higher ecological activity of the phytoperiphyton and higher intensity of the production process.

Key words: phytoperiphyton, morphofunctional indices, eutrophication, Danube avandelta, Odesa coast

УДК [591.148:574.52:593.8(262.5)]

О.В. МАШУКОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

**СЕЗОННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
ЧЕРНОМОРСКОГО ГРЕБНЕВИКА-ВСЕЛЕНЦА *BEROE OVATA*
MAYER 1912 (STENOPHORA: BEROIDA)**

Выявлена сезонная динамика характеристик светоизлучения гребневиков *Beroe ovata* Mayer 1912. Наиболее высокие амплитудные показатели биолюминесценции наблюдаются у гребневиков в летний и осенний периоды. Зимний и весенний периоды характеризуются низкими показателями интенсивности светоизлучения берое. Сезонные различия в биолюминесценции гребневиков обусловлены как сезонной динамикой их биохимического состава, связанной со степенью обеспеченности их пищей, так и сезонными колебаниями температуры, а также сезонной динамикой потребления ими кислорода.

Ключевые слова: амплитуда и длительность светоизлучения, сезонная динамика, зоопланктон, Чёрное море

Успешное вселение *Beroe ovata* Mayer 1912 в Чёрное море оказало существенное влияние на изменение в пелагической экосистеме этого региона [2, 9, 12]. При этом сохранение популяции *B. ovata* в прибрежных водах – биотопе, где обитают их жертвы *M. leidy* [1], во многом обусловлено сезонной динамикой вида. Учитывая это обстоятельство, а также то, что биолюминесценция является экспрессивным показателем физиологического состояния организма [3], целью наших исследований явилось изучение сезонной изменчивости характеристик биолюминесценции гребневика *B. ovata* за период 2007–2009 гг.

Материал и методы исследований

Экспериментальные исследования провели с июня 2007 г. по октябрь 2009 г. в отделе биофизической экологии ИнБИОМ НАНУ. Одноразмерных (40 мм) гребневиков собирали вертикальными ловами сетью Джеди в прибрежной зоне г. Севастополя. Для экспериментов отбирали только неповреждённых особей без содержимого в гастровакулярной полости. Свежевыловленных гребневиков помещали в ёмкости с профильтрованной (диаметр пор мембранных фильтров 35 мкм) морской водой объёмом 3–5 дм³, адаптируя в течение 2 ч в лаборатории к температуре, близкой к таковой *in situ* в данный период.

Для изучения биофизических характеристик *B. ovata* использовался приборный лабораторный комплекс “Свет” [5]. Биолюминесценцию ктенофор исследовали методом механической и химической стимуляции в дневное время при полной темноте [6].

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ сезонной динамики характеристик светоизлучения *B. ovata* показал, что в весенний период амплитуда их биолюминесценции при разных видах стимуляции минимальна, составляя в мае не более $35,96 \pm 1,79 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² (рис. 1). В летнее время наблюдается повышение интенсивности их биолюминесценции до $537,6 \pm 26,88 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻², максимум которого зарегистрирован в июле. Амплитуда сигналов берое при этом достигала $1382,25 \pm 69,11 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻². Вместе с тем,

необходимо отметить, что в летний период интенсивность светозлучения гребневиков при механической стимуляции в 1,5 раза выше ($p < 0,05$) таковой при химической.

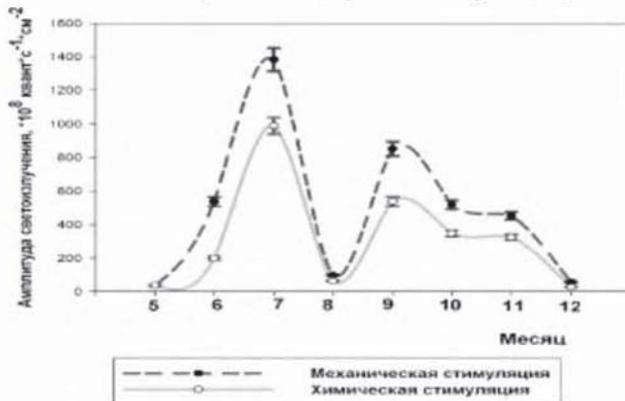


Рис. 1. Сезонная динамика амплитуды светозлучения *V. ovata* при механической и химической стимуляции

Однако уже в августе амплитудно-энергетические показатели биолюминесценции гребневиков снижаются: до $98,75 \pm 4,93 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻². В осенний период интенсивность светозлучения гребневиков вновь возрастает, формируя в сентябре максимум интенсивности биолюминесценции с амплитудой, достигающей $852,56 \pm 42,62 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻². Следующее после этого постепенное снижение интенсивности свечения достигает к декабрю почти 15-ти кратного уменьшения амплитуды по сравнению с осенним пиком, составляя $56,7 \pm 2,83 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² при механической стимуляции и $27,01 \pm 1,35 \cdot 10^8$ квант·с⁻¹·см⁻² при химической.

Длительность сигналов гребневиков *V. ovata* в различные сезоны при обоих методах стимуляции также существенно изменялась (рис. 2). При этом наиболее короткие сигналы наблюдались у ктенофор в мае ($1,06 \div 1,27$ с) и в декабре ($0,9 \div 1,36$ с), а более продолжительные – в июле-августе, составлявшие $2,54 \div 2,86$ с ($p < 0,05$).

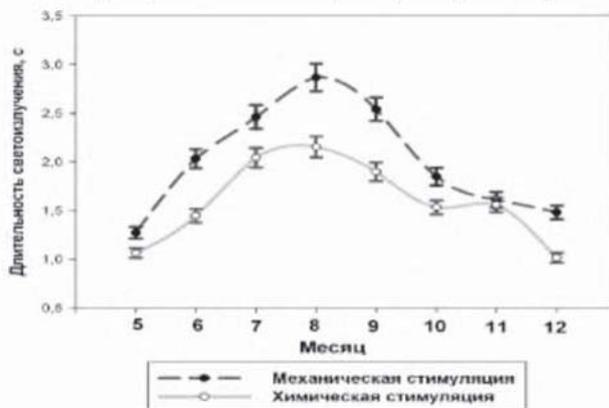


Рис. 2. Сезонная динамика длительности светозлучения *V. ovata*

Причинами сезонной изменчивости характеристик биолюминесценции гребневиков, на наш взгляд, являются особенности сезонной динамики их химического состава, обусловленные разной обеспеченностью гребневиков пищей. Так состояние берое в зимне-весенний период в связи с значительным сокращением концентрации их пищи следует оценить как угнетённое [7]. Именно в данные периоды амплитуда светозлучения гребневиков имеет самые низкие показатели. Однако, в раннеосенний период, особенно в сентябре, пищевые условия *V. ovata* наиболее благоприятны [11], когда происходит усиление биолюминесцентной активности ктенофор.

Другой причиной, объясняющей динамику интенсивности биолюминесценции гребневиков на протяжении года, является сезонное изменение их численности и биомассы, связанное с колебаниями температуры воды в Чёрном море. *V. ovata* по сравнению с другими желетельми является видом, более чувствительным к перепадам температур [12]. Так, в зимний период наблюдается снижение температуры воды – до 6–7 °С. Поскольку эта температура является неблагоприятной для жизнедеятельности гребневиков, численность берое в этот период начинает монотонно уменьшаться до следующего периода размножения [11]. Именно в данный период по результатам наших исследований наблюдается снижение амплитудно-энергетических параметров светозлучения берое.

Повышение температуры воды в весенний период (в мае до 16–18 °С) приводит к раннему появлению берое в пробах, однако показатели биолюминесценции гребневиков весной всё ещё низкие. В летний период: в июле повышение температуры до 20±2°С является благоприятной для увеличения численности и иных показателей жизнедеятельности берое [2], что обуславливает максимальные показатели его биолюминесценции.

При последующем увеличении температуры воды в летний период до 24–26°С, увеличивается численность популяции жертвы берое – мнемипсиса [8], максимальное значение которой наблюдается в августе [4], когда амплитуда светоизлучения берое резко снижается. В связи с снижением к осени температуры воды до 20°С в сентябре происходит второе увеличение численности популяции берое [2]. Именно в этот период регистрируется второй по интенсивности пик биолюминесценции этого гребневика. В период с середины октября по ноябрь, когда размножение берое достигает максимума, состояние гребневика можно оценить как угнетённое. Этому способствует снижение запаса пищи и массовый перест берое. Эти факторы неблагоприятно сказываются как на функциональном состоянии *B. ovata*, и, как следствие, обуславливают снижение показателей его биолюминесценции в ноябре по сравнению с сентябрём в 2,5 раза ($p < 0,05$).

В позднеосенний период и до конца декабря, когда низкая биомасса жертвы берое – мнемипсиса не может обеспечить потребности *B. ovata* на поддержание и воспроизводство популяции, численность и биомасса популяции *B. ovata* резко снижается вплоть до полного исчезновения в планктоне [2, 7]. Именно в данный период амплитудно-энергетические показатели биолюминесценции *B. ovata* имеют самые низкие значения.

Выводы

Зарегистрированные нами сезонные отличия характеристик биолюминесценции гребневиков могут быть обусловлены также особенностями потребления ими кислорода, определяемые вариабельностью температур в различные периоды. Можно предположить, в частности, что наиболее интенсивное свечение у свежельвовленных гребневиков в июле и второй пик в сентябре (когда температура воды достигает 20±2°С), обусловлены тем, что уровень потребления ими кислорода при данной температуре достигает максимальных значений [10]. При понижении температуры воды до 8±2°С в зимний период, снижается интенсивность потребления кислорода гребневиками *B. ovata*, что сказывается на уменьшении параметров их биолюминесценции в данный период до минимальных значений.

1. Верещака А.Л. Особенности микромасштабного распределения желетелого макропланктона в Чёрном море у побережья Геленджика (Август 2000 г.) / А.Л. Верещака // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 1. – С. 91–97.
2. Востоков С.В. Эколого-физиологические характеристики гребневика *Beroe ovata* в прибрежной зоне Чёрного моря: численность, биомасса, размерная характеристика популяции, поведение, питание и метаболизм / С.В. Востоков, Е.Г. Арашкевич, А.В. Дриц [и др.] // Океанология. – 2001. – Т. 41, № 1. – С. 109–115.
3. Машукова О.В. Вариабельность характеристик биолюминесценции черноморского гребневика *Beroe ovata* (Stenophora: Beroidea) в связи с условиями питания / Машукова О.В., Токарев Ю.Н. // Экология моря. – 2009. – Т. 77. – С. 23–7.
4. Романова З.А. Стратегия размножения *Mnemiopsis leidyi* в прибрежных водах Чёрного моря / З.А. Романова, Г.И. Аболмасова, Г.А. Финенко // Морська гідробіологія. – 1991. – Т. 31, № 2. – С. 197–198.
5. Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов / Ю.Н. Токарев. – ЭКОСИ: Гидрофизика. – Севастополь, 2006. – 342 с.
6. Токарев Ю.Н. Биолюминесценция черноморских гребневиков-вселенцев *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* при механической и химической стимуляции / Ю.Н. Токарев, О.В. Машукова, В.И. Василенко // Экология моря. – 2008. – Т. 76. – С. 61–65.
7. Трофические взаимоотношения в планктонном сообществе Чёрного моря на современном этапе / [Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И., Аннинский Б.Е.] // Экология моря. – 2006. – Т. 71. – С. 50–54.
8. Хорошилов В.С. Сезонная динамика черноморской популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* / В.С. Хорошилов // Океанология. – 1993. – Т. 33, № 4. – С. 558–562.
9. Шушкина Э.А. Роль желетелого макропланктона: медуз аурелий, гребневиков мнемипсиса и берое в планктонных сообществах Чёрного моря / Э.А. Шушкина, Э.И. Мусаева, Л.Л. Анохина [и др.] // Океанология. – 2000. – Т. 40, № 6. – С. 859–861.
10. Anninsky B.E. Effect of starvation on the biochemical compositions and respiration rates of ctenophores *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* in the Black Sea / B.E. Anninsky, G.A. Finenko, G.I. Abolmasova, [et al.] // J. Mar. Biol. Assoc. – U.K., 2005. – Vol. 85, N 3. – P. 549–561.
11. Finenko G.A. Population dynamics, ingestion, growth and reproduction rates of the invader *Beroe ovata* and its impact on plancton community in Sevastopol Bay, the Black Sea / G.A. Finenko, Z.A. Romanova, G.I. Abolmasova [et al.] // J. Plankton Res. – 2003. – Vol. 25, N 5. – P. 539–549.

12. Shiganova T.A. The new invader *Beroe ovata* Mayer 1912 and its effect on the ecosystem in the northeastern Black Sea / T.A. Shiganova, Y.V. Bulgakova, S.P. Volovik [et al.] // Hydrobiologia. – 2001. – Vol. 451. – P. 187–197.

О.В. Мащукова

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

СЕЗОННА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ БІОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ ЧОРНОМОРСЬКОГО РЕБРОПЛАВА-ВСЕЛЕНЦЯ *BEROE OVATA* MAYER 1912 (STENOPHORA: BEROIDA).

Виявлена сезонна динаміка світловипромінювання реброплава *Beroe ovata* Mayer 1912. Найвищі амплітудні показники біоломнесценції спостерігаються в гребневиків у літній і осінній періоди. Зимовий і весняний періоди характеризуються низькими показниками інтенсивності світловипромінювання берое. Сезонні відмінності в біоломнесценції реброплава обумовлені як сезонною динамікою їх біохімічного складу, так і сезонними коливаннями температури, а також сезонною динамікою споживання ними кисню.

Ключові слова: амплітуда і тривалість світловипромінювання, сезонна динаміка, зоопланктон, Чорне море

O.V. Mashukova

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

SEASONAL VARIABILITY OF THE BIOLUMINESCENCE BLACK SEA CTENOPHORE-INTRODUCER *BEROE OVATA* MAYER 1912 (CTENOPHORA: BEROIDA)

Seasonal dynamics of light-emission characteristics of ctenophore *Beroe ovata* Mayer 1912 has been revealed. The highest amplitude parameters of the bioluminescence are observed in ctenophores during the summer and autumn periods. The winter and spring periods are characterised by low indicators of intensity of light-emission beroe. Seasonal distinctions in the bioluminescence of ctenophore are caused as the seasonal dynamics of their biochemical structure in dependence on food supplies, and seasonal fluctuations of temperature, and also seasonal dynamics of consumption by them of oxygen.

Key words: amplitude and duration of light-emission, seasonal dynamics, zooplankton, Black Sea

УДК 52:551:556(262.5)

В.І. МЕДІНЕЦЬ, Н.В. КОВАЛЬОВА, С.М. СНИГІРЬОВ, І.Л. ГРУЗОВА

Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса 65082

ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКИХ ВОД В РАЙОНІ ОСТРОВА ЗМІЙНИЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДЕКСУ TRIX

Приведено результати оцінки стану морських вод біля берегів острова Зміїний з використанням трофічного індексу TRIX, що використовуються в багатьох європейських країнах. Показано, що велику частину року води дослідженої акваторії знаходяться на межі між середнім і високим трофічними рівнями.

Ключові слова: якість морських вод, індекс TRIX, евтрофікація

Упродовж останніх 30 років однією з головних проблем погіршення стану прибережних екосистем багатьох прибережних акваторій районів морів Європи, включно Чорного моря, є евтрофікація [7], що викликана зростаючим рівнем вмісту сполук фосфору і азоту. Для зниження потоків поживних речовин і зменшення евтрофікації Європейською спільнотою здійснюються заходи, спрямовані на виявлення чутливих районів і уразливих зон водних об'єктів відповідно з методологією Водної Рамкової Директиви ЄС (ВРД) [1].

Екологічний стан вод визначається ВРД інтегровано з урахуванням функціонування біологічних угруповань, гідроморфологічних і фізико-хімічних показників. Для інтегрованої оцінки якості морських і прибережних вод у багатьох європейських державах в останні роки широко використовується трофічний індекс TRIX, який був запропонований Vollenweider et. al. [9] для