

УДК 591.148.1:577.472(26)

П. В. Евстигнеев, Л. М. Хлыстова

**СВЕЯЩИЕСЯ ПЛАНКТОННЫЕ ЖИВОТНЫЕ
И ИХ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АТЛАНТИКИ**

За период целенаправленного накопления данных о морских светящихся организмах (Harvey, 1952) собран большой фактический материал по их таксономическому составу. Ряд новых сведений получен в относительно недавнее время (Рудяков, Воронина, 1967; Евстигнеев, Битюков, 1990; Herring, 1978, 1988; Lapota, Losee, 1984). Вместе с тем идентификация светящегося планктона Мирового океана далека от завершения (Гительзон, 1977; Boden, Камра, 1964). Сезонность в проявлении этого феномена, зависимость биолюминесценции от ряда факторов среды, методические трудности работы — все это обуславливает недостаточные знания специфики светоизлучения организмов различных таксонов, их видового состава.

Настоящая работа посвящена исследованию таксономического состава светящихся животных (преимущественно компонентов мезопланктона) в водах центральной Атлантики, сравнительной характеристике его биолюминесценции.

Планктон собирали в период 29 рейса НИС «Профессор Водяницкий» в восточную часть центральной Атлантики (сентябрь—декабрь 1989 г.). Координаты полигонов, на которых проводили работу, соответствовали: I — 20° с. ш., 19° з. д., II — 0—12° ю. ш., 2—8° в. д., III — 10° ю. ш., 10° в. д. Сбор материала проводился в вечернее время тотальными обловами слоя 0—300 м. Сеть Джели выбирали со скоростью не более 0,5 м·с⁻¹ с целью минимального травмирования животных. Свежепойманный планктон отстаивался в разбавленной до 8—10 литров пробе в течение 2 ч. После этого из него отбирали организмы различных таксономических групп и помещали в колбы с фильтрованной водой. Часовая экспозиция в них позволяла освободиться от травмированных форм, адаптировать к условиям лаборатории. Наконец, перед экспериментом отобранные организмы переносили в кюветы для химической стимуляции также с фильтрованной водой. 3-кратное пересаживание организмов объяснялось необходимостью освобождения от возможного прилова (Рудяков, Воронина, 1967; Евстигнеев, Битюков, 1990), способного исказить результаты опытов.

Химическую (30 %-ный этанол) стимуляцию биолюминесценции проводили с использованием лабораторного фотометра (Битюков, Евстигнеев, 1982). Спектральная чувствительность ФЭУ соответствовала спектральному диапазону излучения большинства морских животных (Herring, 1983). Калибровку системы осуществляли по радиолюминесцентному источнику света — кристаллическому фосфору, активированному С¹⁴. Регистрацию биолюминесценции вели на самописце КСП-4; скорость протяжки бумаги составляла 720 мм·мин⁻¹.

Статистическую обработку провели по стандартным программам "Lotus" и "Statgrafic" на IBM PC/AT.

В таблице приведены сводные данные о качественном составе светящегося планктона в исследуемом районе, а также основные характеристики биолюминесценции отдельных видов. Общее число исследованных

Таксономический состав светящихся животных восточной части центральной Атлантики и характеристики его биолюминесценции (L — длительность, A — амплитуда, H — средняя интенсивность, E — интегральная энергия индивидуальных вспышек)

Вид	n	L (с)	A (10^{-4} МКВТ × × см ⁻²)	H (10^{-4} МКВТ × см ⁻²)	E (10^{-4} МКВТ × × см ⁻²)
Radiolaria					
<i>Aulosphaera</i> sp.	1	0,42	4,48	0,84	4,2
<i>Collozoum</i> sp.	1	0,58	20,3	8,40	58,8
<i>Siphonosphaera</i> sp.	1	0,75	1,12	0,48	3,78
<i>Castanidium vari-</i> <i>abile</i>	2	0,13±0,04	0,28±0,14	0,21±0,07	0,28±0,01
<i>Aulocantha scoly-</i> <i>mantha</i>	1	0,33	1,40	0,42	1,68
Siphonophora					
<i>Eudoxoides mitra</i>	1	1,92	10,08	0,98	22,54
Polychaeta					
<i>Lopadorhynchus</i> <i>brevis</i> *	1	0,5	4,48	1,00	5,88
<i>Pelagobia longi-</i> <i>cirrata</i> *	1	0,17	1,12	0,56	1,02
<i>Tomopteris</i> sp.	3	0,61±0,44	2,84±1,66	0,7±0,2	6,62±5,60
<i>T. helgolandica</i>	1	0,67	6,02	0,84	6,72
Ostracoda					
<i>Conchaecia borea-</i> <i>lis</i>	1	0,5	4,48	1,68	10,92
<i>C. clausi</i>	2	0,54±0,37	0,77±0,49	0,35±0,21	2,10±0,97
<i>C. daphnoides</i>	1	0,58	5,46	0,56	6,82
<i>C. elegans</i>	4	0,54±0,21	1,05±0,25	0,46±0,04	3,22±1,54
<i>C. haldoni</i>	1	0,33±0,01	4,34±1,68	1,55±0,49	5,32±1,96
<i>C. hyalophyllum</i>	4	0,65±0,24	3,50±0,70	0,91±0,12	6,02±1,15
<i>C. mulleri</i>	1	0,17	0,42	0,28	0,56
<i>C. pacifica</i>	1	0,33	8,12	2,10	8,40
<i>C. spinirostris</i>	5	0,18±0,03	1,32±0,37	0,56±0,13	1,23±0,39
<i>Conchaecia</i> sp.	1	0,08	0,28	0,14	0,14
Copepoda					
<i>Aegisthus mucro-</i> <i>natus</i>	1	0,25	3,22	0,84	2,52
<i>Acartia danae</i> *	1	0,08	0,28	0,14	0,14
<i>Aetideopsis mul-</i> <i>tiserrata</i>	2	1,42±1,25	9,94±9,50	2,52±2,23	76,44±75,90
<i>A. rostrata</i> f. sp.	1	1,67	1,40	0,42	8,40
<i>Candacia bipin-</i> <i>nata</i>	1	0,58	10,22	2,52	17,64
<i>Clausocalanus</i> <i>farrani</i>	1	0,58	2,80	1,12	7,84
<i>Corycaeus ovalis</i>	1	0,68	7,84	1,54	12,32
<i>C. limbatus</i>	1	0,42	0,70	0,41	2,10
<i>C. typicus</i>	1	4,17	5,32	1,40	70,00
<i>Euaugaptilus lati-</i> <i>ceps</i>	1	1,08	27,3	8,68	112,84
<i>Euchaeta marina</i>	1	0,57	8,96	1,82	12,74
<i>Heterorhabdus</i> <i>spinifrons</i>	4	0,50±0,28	4,13±0,39	0,91±0,17	4,62±1,94
<i>H. abyssalis</i>	2	0,25	4,62	1,12	3,36
<i>H. clausii</i>	2	0,58±0,25	3,43±1,61	0,56±0,02	3,92±1,68
<i>H. papilliger</i>	11	0,55±0,12	3,92±1,29	1,20±0,41	12,21±5,93
<i>Lucicutia ovalis</i>	2	0,50±0,25	3,43±2,73	1,05±0,06	8,61±7,77
<i>L. flavicornis</i>	13	0,39±0,07	6,62±0,93	1,22±0,31	6,58±2,17
<i>L. gemina</i>	2	0,46±0,21	4,90±4,20	0,54±0,41	11,27±9,99
<i>Lucicutia</i> sp.	2	0,66±0,16	11,2±7,70	2,80±1,32	25,2±16,8
<i>Metridia brevi-</i> <i>cauda</i>	1	1,00	5,60	1,54	18,48
<i>Miracia efferata</i>	1	0,42	7,70	1,12	5,60
<i>Oithona</i> sp.	4	0,53±0,18	3,16±2,27	1,33±0,96	11,76±10,08
<i>Oncaea venusta</i>	3	0,18	0,28	0,14	0,28
<i>O. conifera</i>	10	0,83±0,16	2,16±0,65	0,64±0,13	7,76±2,64
<i>O. mediterranea</i>	2	3,25	6,72	1,40	54,6
<i>O. similis</i>	1	0,33	1,54	0,56	2,24
<i>Onchocalanus</i> <i>crustatus</i> *	1	0,17	0,42	0,28	0,56

Вид	n	L (с)	A (10^{-4} мквт \times \times см $^{-2}$)	H (10^{-4} мквт \times \times см $^{-2}$)	E (10^{-4} мквт \times \times см $^{-2}$)
<i>Pleuromamma</i>					
<i>gracilis</i>	27	0,69 \pm 0,07	6,59 \pm 0,73	1,64 \pm 0,19	14,67 \pm 2,53
<i>P. borealis</i>	38	0,66 \pm 0,03	8,08 \pm 0,52	2,34 \pm 0,18	19,46 \pm 1,86
<i>P. xiphias</i>	17	1,48 \pm 0,45	9,77 \pm 2,16	2,77 \pm 0,74	1114,2 \pm 54,80
<i>P. abdominalis</i>	27	0,66 \pm 0,06	8,08 \pm 0,96	2,34 \pm 0,32	19,6 \pm 5,04
<i>P. robusta</i>	11	0,84 \pm 0,26	2,39 \pm 0,64	0,76 \pm 0,17	10,1 \pm 3,98
<i>P. piseki</i>	1	3,50	24,92	6,98	276,40
Amphipoda					
<i>Hyperia schizog-</i>					
<i>neios</i>	1	0,17	0,28	0,14	0,28
<i>Platyscelus serra-</i>					
<i>tulus</i>	1	0,33	3,50	0,70	2,80
<i>Scina crassicor-</i>					
<i>nis</i>	2	0,46 \pm 0,13	7,24 \pm 2,52	1,72 \pm 0,25	9,10 \pm 3,44
Euphausiacea					
<i>Euphausia eximia</i>	1	0,31 \pm 0,23	2,14 \pm 1,51	0,56 \pm 0,09	2,38 \pm 1,98
<i>E. brevis</i>	1	0,50	21,00	4,90	53,20
<i>E. americana</i>	2	1,25	0,98	0,56	8,40
<i>E. juv.</i>	4	0,50 \pm 0,17	0,70 \pm 0,14	0,38 \pm 0,04	2,06 \pm 0,53
<i>E. tenera</i>	1	0,75	2,80	0,56	6,04
Decapoda					
<i>Sergestes</i> sp.	1	0,25	1,54	0,42	1,26
Gastropoda					
<i>Larvae</i>	1	0,42	4,06	0,98	4,90
Appendicularia					
<i>Oikopleura</i> sp.	1	0,50 \pm 0,34	3,85 \pm 3,60	0,56 \pm 0,28	4,48 \pm 3,92
Thaliacea					
<i>Doliolum</i> sp.	2	0,51 \pm 0,08	1,05 \pm 0,35	0,35 \pm 0,07	2,18 \pm 0,77
<i>Dolioloides</i> sp.	2	0,42 \pm 0,19	1,54 \pm 0,14	0,49 \pm 0,07	2,24 \pm 1,12

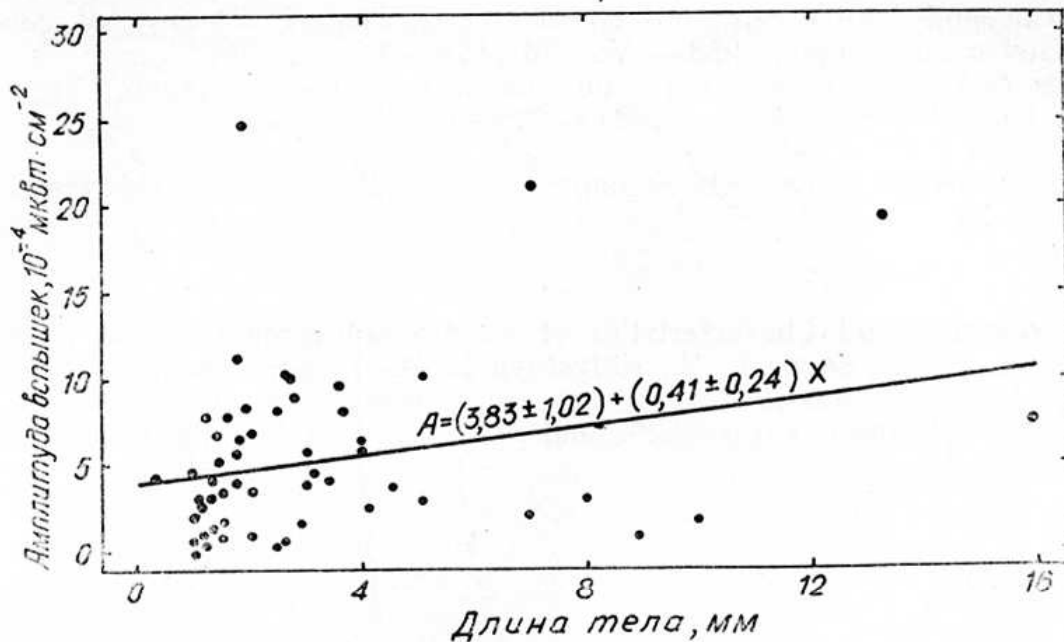
Примечание: звездочкой обозначены виды, свечение которых вызывает сомнение.

на способность к светоизлучению организмов составило около 1000 (160 видов), принадлежащих к 15 крупным таксонам. Представители таких групп, как Bivalvia (*Veliconcha*), Heteropoda (*Atlanta* sp.) и Mysidacea (*Euchaetomera typica*) не ответили эмиссией света на раздражение, что подтверждает ранее полученные данные (Hegging, 1978).

Наиболее многочисленной группой биолюминесценто́в был отряд Сорерода (более 50 % всех светящихся в данном районе видов). Они также наиболее богаты по относительному числу светящихся видов и их численности. Около 60 % исследованных их видов не показали способности к светоизлучению, например, виды родов *Calanus*, *Calocalanus*, *Eucalanus*, *Stenocalanus*, *Lophotrix*, *Lubbockia*, *Pareuchaeta*. Виды родов *Sapphirina*, *Temora*, *Undinula* в данном исследовании также не ответили световой вспышкой на стимуляцию, однако имеются данные о возможной их способности к светоизлучению (Евстигнеев, Битюков, 1990).

Характеристики биолюминесценции. Длительность светоизлучения варьировала от сотых долей секунды (*Polychaeta*) до 5,42 с (*Soropoda*), однако, в среднем была минимальна у амфипод и максимальна у копепод (таблица). Из физических характеристик светоизлучения (амплитуда, интенсивность, интегральная энергия) наиболее варьировала последняя (E). Например, у *Pleuromamma xiphias* коэффициент вариации «E» составил 187,8 %, что может объясняться, по-видимому, различным физиологическим состоянием организмов. Максимальные энергии вспышек зарегистрированы у копепод (до $6,2 \cdot 10^{-2}$ мквт \times \times см $^{-2}$), минимальные — у полихет ($1,0-6,0 \cdot 10^{-4}$ мквт \cdot см $^{-2}$).

Корреляционный анализ (по Спирмену) (Урбах, 1964) показал достоверную ($\alpha=0,04$), хотя и слабую зависимость ($r=0,26$) амплитуды вспышек от общих размеров биолюминесценто́в (рисунок). Связь пара-



Зависимость амплитуды вспышек планктонных организмов различных таксонов от их средних размеров.

метров светоизлучения с массой организмов еще ниже. Здесь, по-видимому, сказываются с одной стороны малые по величине выборки для ряда организмов, а с другой — специфические особенности биолюминесценции отдельных таксонов. Биолюминесцентная реакция исследованных животных включала 2 типа ее экспрессии — внутри- и внеклеточную (Harvey, 1952) и, как минимум, 4 вида химических механизмов (Hastings, 1985). Низкие величины энергетических параметров светоизлучения эвфаузиид, например, объясняются преимущественно внутриклеточным характером их светоизлучения, регуляция которого находится под контролем центральной нервной системы (Herring, 1978). Для веслоногих раков, наоборот, характерна внеклеточная биолюминесценция (выброс светящегося секрета наружу), запускаемая лишь внешним раздражителем (Harvey, 1952). Количество и локализация субстратов биолюминесценции, а также их дифференциальная активность, также способствуют качественному различию кинетики светоизлучения у одномерных, но систематически различных животных (Евстигнеев, 1991).

Дальнейшее углубленное исследование систематического состава морских светящихся животных и выявление качественных и количественных особенностей их светоизлучения позволит лучше понять экологическое и этологическое значение биолюминесценции.

- Битюков Э. П., Евстигнеев П. В. Основные черты светоизлучения и его видовая специфичность у копепод рода *Pleuromma* // Экология моря.— 1982.— Вып. 11.— С. 53—62.
- Гительзон И. И. Биолюминесценция // Биология океана.— Т. 1: Биологическая структура океана.— М.: Наука, 1977.— С. 318—340.
- Евстигнеев П. В. Предварительные итоги исследования активности световых желез планктонных копепод.— Севастополь, 1991, 26 с.— Деп. в ВИНТИ 18.03.91, № 504 — Деп.
- Евстигнеев П. В., Битюков Э. П. Биолюминесценция морских копепод.— Киев: Наук. думка, 1990.— 144 с.
- Рудяков Ю. А., Воронина Н. М. Планктон и биолюминесценция в Красном море и Аденском заливе // Океанология.— 1967.— № 7, вып. 6.— С. 1076—1088.
- Урбах В. В. Биометрические методы.— М.: Наука, 1964.— 416 с.
- Boden B. P., Kamra E. M. Planktonic bioluminescence // Oceanogr. and mar. biol. Ann. Rev.— 1964.— 2.— P. 341—372.
- Harvey E. N. Bioluminescence.— New York: Acad. press, 1952.— 649 p.
- Hastings J. W. Chemistry and control of luminescence in marine organisms // Bull. Mar. Sci.— 1983.— 33, N 4.— P. 818—828.
- Herring P. J. (ed.). Bioluminescence in Action.— New York: Acad. press, 1978.— 256 p.
- Herring P. J. The spectral characteristics of luminous marine organisms // Proc. R. Soc., Ser. B.— 1983.— 220.— P. 183—217.

Herring P. J. Copepod luminescence // Schminke H. K. (eds.). Biology of copepods.— London' Kluwer acad. publ., 1988.— Vol. 167/168.— P. 183—195.

Lapota D., Losee J. R. Observations of bioluminescence in marine plankton from the sea Cortez.// J. Exp. Mar. Biol. Ecol.— 1984.— 77.— P. 209—240.

Институт биологии южных морей АН Украины
(335000 Севастополь)

Получено 15.04.91

Luminous Plankton and Characteristics of its Bioluminescence in the Eastern Part of Central Atlantic. Yevstigneyev P. V., Khlystova L. M.— Vestn. zool., 1992, N 6.— The largest group of luminous planktic organisms are Copepoda (more than 50 % of total luminescents). A list of luminous organisms and parameters of their light emission.

УДК 595.768.1(575+574.5)

И. К. Лопатин

НОВЫЙ ВИД ЛИСТОЕДА (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) ИЗ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Cryptocephalus (Asionus) prasolovi Lopatin, sp. n.

Материал. Голотип ♂, Ю.-В. Казахстан, южн. Прибалхашье, заповедно-охотничье хозяйство «Мынбулак», оазис у родника, 12.05.1990. Паратипы: ♂ с такой же этикеткой; ♂, кордон у р. Или, 16.05.1990. Все 3 экз. из сборов В. Н. Прасолова; голотип в коллекции Зоологического института РАН (Санкт-Петербург).

Относится к группе *Cr. balassogloi* Jcbs., но сразу отличается наличием зубцевидного отростка на анальном стерните брюшка самца, что сближает его только с *Cr. ogloblini* Lop. из той же группы. От последнего вида отличается одноцветно-желтыми надкрыльями без дискальных полос, а также трехлопастным на вершине эдеагусом, в то время как у *Cr. ogloblini* он заканчивается коротким треугольным зубцом (рис. 1, 2).

Тело сильно выпуклое, в 2 раза длиннее своей ширины. Верх слабо блестящий, желтый. Темя, расширенная книзу лобная полоска и надусиковые пятна черные. Переднеспинка и надкрылья с узкой черной базальной каймой, основание и вершина щитка, а также шовный кант надкрылий черные. Точки верха в глубине смоляно-черные. Низ черный, переднегрудь, середина 1-го и окаймление анального стернитов, вершинная кайма пигидия и зубчик на середине базального края анального стернита брюшка желтые. Усики и ноги рыжевато-желтые, вершины 5—11-го члеников усиков затемненные, бедра с беловато-желтыми вершинами.

Лоб почти плоский, с редкими, четкими, довольно крупными, частично зачерненными точками посередине и на черных надусиковых пятнах. Волоски на лбу очень короткие, редкие. Темя в очень густых и глубоких точках. Усики довольно толстые, их вершинный членик доходит до конца первой трети длины надкрылий. Переднеспинка сильно выпуклая, наиболее широкая чуть впереди основания, кпереди заметно и почти прямо суженная, в 1,3 раза шире своей длины. Пунктировка переднеспинки грубая и глубокая, неравномерная, сгущенная на передней и боковых частях диска и сильно разреженная на всех краях, вследствие чего узкие полосы вдоль переднего и базального краев и широкая полоса вдоль бокового края почти лишены точек. Промежутки между точками везде неравномерные. Щиток узкий, с прямо обрезанной вершиной.

Надкрылья в 1,35 раза длиннее своей общей ширины в плечах и в 2 раза длиннее переднеспинки, вдоль середины сильно выпуклые. Пунктировка надкрылий двойная: крупные и глубокие точки (такие же, как и на диске переднеспинки) образуют 10 продольных, местами изогнутых рядов, не считая укороченного и прерванного прищиткового ряда.