

Биолуминисценцията – чудото на живите организми

Васил Големански

Така Великият Чарлз Дарвин описва първата си среща с явлениято биолуминисценция (студеното светене на живи организми) по време на плуването си с легендарния кораб

„Бигъл“ през далечната 1839 г. Но това не е първото наблюдение и описание на чудното свойство на разнообразни живи организми да образуват и излъчват светлина в пространството, което обитават. Съществуват сведения, че светене на различни живи организми е описано още преди Новата ера от древногръцкия философ Аристотел (384 – 322 пр.н.е.) и римския учен Плиний Стари (23 – 79 пр. н. е.). Без съмнение, поради широкото му разпространение, то е било добре познато и на нашите гревни предшественици, които обаче не са познавали писмото и са ни оставили само ползвани от тях сечиба и предмети. Светенето на някои изоставени в гората пълнове и гъби, на летящите све-

„В една тъмна нощ, когато плувахме малко по-на юг от Ла Плата, морето представляваше удивително и прекрасно зрелище...Пред носа на кораба, пресичащ вълните, се пръскаха две струи като че ли от течен фосфор, а отзад се проточваше огнена дуря, напомняща Млечния път. Докъдето се виждаше, навсякъде светеха гребените на морските вълни...”

тулки или на цветните морски вълни, са били приемани от гревните ни предшественици като странни „природни чудеса“ и вероятно често са предизвиквали уплаха или суе-

верен страх у техните наблюдатели.

Тук веднага трябва да поясним, че не всяко студено светене или излъчване на светлина в природата се дължи винаги и само на биолуминисценцията, т.е. светлина, отделяна от живи или мъртви организми. Биолуминисценцията е само един от видовете студено светене или „студена светлина“ в природата, което е познато под общото понятие луминисценция. Днес са известни и други форми на сутнено излъчване на светлина, като например хемилуминисценцията или светене в резултат на естествени химически процеси. Класически пример за хемилуминисценцията е светенето на минерала фосфор при бавно окисление в природни условия. Това явление е по-

знато по-конкретно и под името *фосфоресценция*. Друга известна форма на люминисценция, позната като *флуоресценция*, е наблюдавана при минерала флуорит и пр. Когато говорим за *биолуминисценция* трябва винаги да помним кратката дефиниция за това природно явление, а тя е „произвеждане и излъчване на светлина от живи организми“.



Биолуминисценция на крайбрежни морски вълни

Въпреки, че биолуминисценцията вероятно е била позната на човека още от времето на появата му като биологически вид, тя дълги хилядолетия е била загадка за него. Приема се, че началото на научното изясняване на това явление е свързано с името на английския зоолог Джо Бейкър (Joe Baker), който още през 1753 г. успял да открие, че светенето на крайбрежните морски вълни се дължи на непознат едноклетъчен организъм, който той описал и нарекъл „*светлоносно животно*“ (*luminous animal*). А през следващият XIX век били открити и описани на книга и множество нови случаи на морски и сухоземни животни, които отделяли разнообразни по цвят и интензивност светлини. Първи сериозен научен опит за обобщаване на всичко известно за биолуминисценцията до началото на XX в. дължим на американския зоолог и физиолог Едмънд Нютън Харви (Edmund Newton Harvey) и неговата забележителна книга *The Nature of Animal Light* (1920 г.). До края на живота си той остава последователен изследовател на биолуминисценцията и издава още две фундаментални книги,

посветени на това явление – *Living Light* (1940) и *Bioluminescence* (1950).

Днес в науката са познати вече над 800 вида живи организми, които излъчват студена светлина, огромната част от които са обитатели на топлите и умерени региони на земята. Между тях преобладават морските обитатели – над 70%, които живеят както в повърхностните слоеве на морето, така и в неговите дълбини с вечен мрак. Светещи организми има както от огромното царство на бактериите, така и на растенията, а особено многобройни са те между едноклетъчните и многоклетъчни безгръбначни животни (протисти, водни гъби, мещести, червеи, мекотели, бодлокожи, членестоноги и др.), включително между рибите и земноводните от гръбначните животни.

На какво се дължи познатата сред толкова много и твърде различни организми биолуминисценция? Многогодишните изследвания върху това явление, извършени основно през втората половина на XIX и през XX век, убедително показват, че образуването на квантите на



Морска медуза с множество фотофори по тялото и пипалата

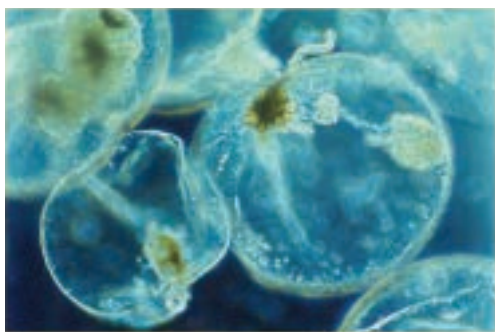
живата студена светлина е резултат на вътреклетъчно окисление на една сложна органична молекула, наречена луциферин, от специален ензим – луцифераза, в условията на достатъчно кислород в клетките. Но освен тези основни и продължителни елементи – луциферин-луцифераза-кислород за излъчване на студена светлина е установено още, че при познатите на всички ни светулки от класа на насекомите, например, е необходимо и наличието на аденозинтрифосфат (АТФ), както и присъствие на магнезиеви молекули в клетките. Енергията, която се освобождава при хидролизата на АТФ, активира системата луциферин-луцифераза и осигурява периодичното изпускане на красивата жълтозелена светлина от светулките. Периодичността на излъчването на светлина при различните организми варира в широки граници – от 0,1 сек. до 10 сек. при някои морски дълбоководни обитатели. Очудващо висока е и ефективността на биолуминесценцията и някои автори съобщават, че тя достига до 100% използване на енергията на химичната реакция в клетките. С подобен висок процент на превръщане на енергията в светлина не могат да се сравняват никои други източници на светлина, създадени от човека и до днес.

Тук трябва да отбележим още, че луциферинът, както и луциферазата не

са еднакви по структура и свойства при всички организми, произвеждащи и излъчващи студено. Те се различават по химична структура и свойства. В тялото на бактериите и на едноклетъчните животни са разпръснати в клетките, но при многоклетъчните организми те са концентрирани най-често в определени органи, наречени фотофори. Те при познатите ни светулки са разположени обикновено на задната долна страна на коремчето, но при много от светещите главонози, червеи, риби и групи морски обитатели те са на различни места – по техните пипала, гръбната страна на цялото тяло или само на определени органи. Бактериалният луциферин, например, който се открива разпръснат в клетките на слабо светещи бактерии, представлява редуциран рибофлавин фосфат, свързан с дълго верижен алдехид и осигурява постоянно и продължително светене. Такива светещи бактерии са открити в тъканите на някои морски главонози (калмари) и риби, които излъчват слаба, но постоянна светлина. Близък до него по интензитет и продължителност на светене, но по-различен по структура луциферин, наречен, цоелентеразин, е установен при много медузи, ракообразни, риби и



Светеща бентосна морска полихета от Индийския океан



Светенето на морските вълни се причинява най-често от едноклетъчното водорасло *Noctiluca miliaris*

гр. Той е образуван от особен вид протеин – екварин, а животните излъчват приятна синя светлина. Едноклетъчните водорасли от рода *Noctiluca*, които често причиняват светене на вълните и по нашето крайбрежие на Черно море, също притежават по-различен гинофлагелатен луциферин, за който се счита, че е произведен от близкия по състав растителен хлорофил. А луциферинът на някои мигени рачета и дълбоководни морски риби, които излъчват приятна и продължителна синя светлина, е наречен варзулин и представлява химическо съединение със сложното име имидазо-пиразион. Кой знае колко много са още видовете и разновидностите на луциферина, тъй като ежегодно в научните списания и медии се появяват сведения за нови светещи организми от различен таксономичен ранг.

Един от първите широко разпространени и добре проучени едноклетъчни организми, който често причинява оцветяване на моретата в особено големи мащаби, е представител на едноклетъчните водорасли, описан под научното име *Noctiluca miliaris* през XVIII в. от немския учен Кристиан Еренберг (Christian Ehrenberg). Това вероятно е същото „светлоносно животно“, което е наблюдавал почти 100 години

по-рано и Джо Бейкър. По-късно се оказало, че Ноктилука има космополитно разпространение, тялото ѝ е сравнително едро – с диаметър до 1.2 мм., живее в планктона на топлиите и умерени морета, вкл. и в Черно море и е видима и с нормално човешко око. Поради това, че се размножава много бързо по безполов път, Ноктилука се е способна за броени часове и дни да причини нежно синьо оцветяване на повърхностните води. Особено при леко вълнение, при преминаване на плавателен съд или риби, морето свети в продължение на часове и особено вечер представлява загадъчно красива гледка.

Но биолуминисценцията не е свойствена само за морските организми. Днес се знае, че над 70 вида базидиеви гъби от разряда на ядливите гъби (Agaricales), също излъчват студена светлина в гората, особено когато има значителна гниеща дървесина. Между биолуминисциращите гъби съществуват и видове, които светят с ярка зеленикава, жълтеникава или изумрудена светлина с дължина на вълната до 530 нм. А в горите на о-в Ява се срещат и сравнително високи до 50 см гъби от рода *Dictyophora*, познати и с популярното име „Дамата с воал“. Тяното светещо тяло е защитено под



Dictyophora („Дамата с воала“) е чест обитател на горите на о-в Ява



*Калмарите от род *Histioteuthis* често образуват светещи плуващи ята в океана*

прозрачно леко покривало като воал, а гъбите светят с различни цветове.

Особено висок е и броят на видовете светещи бактерии, обитаващи топли морета и най-вече районите с богати коралови колонии. Според някои морски микробиолози броят на видовете бактерии, които излъчват студена светлина в различни нежни цветове, достига до 60% от общото количество микроорганизми, обитаващи тези рифове. Голяма част от тези бактерии живеят в симбиоза с групи многоклетъчни обитатели на рифовете – червеи, мекотели, водни гъби и гр., които също излъчват светлина, продуцирана от биолуминисцентните бактерии и често са причина за феерия от цветове, присъщи на кораловите колонии.

Най-впечатляващи със своята способност за биолуминисценция са безспорно по-едрите морски обитатели от рода на морските многочетинести червеи, на ракообразните, главоногите (сепии, калмари, октоподи) и рибите. Ето как описва своята първа среща със светещ калмар от вида *Histioteuthis bonelliana* край брега на град Ница френският зоолог Ж.Верани (Jean Baptiste V  rany) през 1834 г.: „Бях поразен и едновременно пле-

нен от възхитителната гледка на блестящи петна, които се появяваха на различни места по тялото на животното. Ту ме ослепяваше синият лъч на сапфира, ту опаловият на топаза или пък богати на оттенъци цветове се смесваха във великолепно сияние, което обкръжаваше мекотелото... Животното ми се струваше като едно от най-изумителните творения на природата“. И наистина, върху тялото на този светещ калмар са установени по-късно над 200 светещи органи (фотофори) с диаметър до 8 см., които просветват като истински малки прожектори! А между светещите морски ракообразни особено забележителна е океанската скарида *Systelapsis debilis*, която притежава освен фотофори на главата и тялото и специална жлеза до устния отвор, от която при опасност изхвърля облак светеща течност и животното бързо се скрива зад внезапно образувалия се светещ воал пред нападателя!

Много и разнообразни са биолуминисцентните органи и тъкани, открити и изучени досега в известните над 800 вида светещи организми от съвременния жив свят на Земята. Очакванията са, че броят на тези организми вероятно е значително по-голям и ще нараства и в бъдеще с развитието на науката. Не по-малко интересен и важен е и въпросът за ролята и значението на това странно явление – биолуминисценцията в живота на организмите, които го притежават?

При много от светещите сухоземни насекоми, към които спадат и добре познатите ни светулки, безспорно е установено, че издаваните от тях светлинни сигнали са за привличане на половете по време на размножителния им период. Между насекомите обаче съществуват и видове, чиято излъчвана светлина е доста силна и те са използвани в мина-

лото и за осветление от човека. Така напр., в някои южни страни на Американския и Азиатския континент се срещат доста едри бръмбари от рода *Pyrophorus*, които достигат до 4 см. дължина и излъчват студена светлина, на която може да се чете и вестник или книга. А в оризовите полета в Япония се развиват ларвите на една водна светулка, които притежават достатъчно силни светещи органи и могат да се наблюдават как осветяват и се придвижват във водата или по тинестото дъно в търсенето и улов на гребни водни охлювчета или червеи, с които се хранят.

При някои морски калмари и сепии, които често се придвижват в големи стада на сравнително голяма дълбочина, където светлината е оскъдна или липсва, чрез светещите органи се осъществява комуникация между индивидите и поддържането на груповото им



Хищната риба *Bufovertebrata* има дълга примамка с фитофор за привличане на жертвите си

движение. А при някои видове морски скариги, както в посочения вече случай със *Sistelapsis debilis*, изхвърлянето на светеща течност и създаването на искрящ облак пред тях им позволява бързо да избягват от мястото на среща с морските хищници. При този вид са установени и втори вид светообразуващи органи (фотофори) на коремната страна на животните, които улесняват привличането между половете. Съществуват сведения, че по време на войни в далечното минало, японските войници са използвали такива сушени скариги, които при намокряне започвали да отделят светлина и им служели като електрически фенерчета? Но съществуват и някои странни случаи, например при земния червей *Diplocardia longa*, при който е установено странно и безпричинно светене на вътрешно телесната му течност по време на движение?

Биолуминисценцията или студеното светене на организмите все още крие много загадки пред учените. То е едно от чудните изобретения на живата природа в процеса на еволюцията, което все още поставя много въпроси и очаква науката да разкрие неговите тайни и възможности за приложения и от човека. ■



Обикновената светулка излъчва периодични светлинни сигнали за привличане на противоположния пол