

„Цъфтежите“ на морето – поличба или природен феномен?

Васил Големански

„Морето навечер ставаше все по-необикновено. Ту близо, ту по-далече избухваха някакви сини искри, избухваха и бързо изчезваха. Блясъкът на морето ставаше все по-силен, всяка вълна при падането си се разсипваше в огнен дъжд. Водата на носа на нашата лодка искреше и блестеше като сребро. ...За пръв виждах светене на морето... Колкото повече доближавахме пристанището, толкова по-прекрасно ставаше наоколо. Струваше ни се, че плуваме в някакъв лъчезарен поток... Това бе неописуемо зрелище...” – така немският мореплавател К. Тезинг описва през 1896 г. срещата си с едно необикновено природно явление в Неаполитанския залив, добило по-късно международното популярно име „Цъфтеж на морето“ (*Sea Blooming*). А година по-късно, друг немски учен – Е. Келлер (1897) описва още по-картинно светенето на морето така: *„Домът, в който живеех бе на самия бряг и при всеки удар на вълните моята стая се озаряваше с толкова ярка светлина, че аз ясно различавах отделните предмети в нея“*.

Хилядолетия до откриването на микроскопа чудните появи на оцветени в различни цветове морски вълни са вълнували човечеството по крайбрежията на моретата и океаните и са били възприемани като поличби за опасни природни бедствия, смъртоносни епидемии или тежки войни и катастрофи. Те се появявали обикновено през пролетта или в началото на лятото, когато започвало и повишението на температурите на водата, но са известни случаи на появата им в умерените райони и в късна есен или даже през зимните месеци. Споме-

навания и описания за подобни цветни морски вълни и цели морски заливи се намират още в Библията и в Корана, но те са приемани повече като предвестници за божествени наказания, изпратени на нарушителите на религиозните догми. Първите достоверни случаи за необикновени цъфтежи на морето или на някои вътрешни водоеми се съобщават и в други древни източници, например в ръкописи на Плиний (I в. пр.Хр.), Ливий (I в. пр.Хр.), Аристотел (IV в. пр.Хр.) и др., в които обаче природните явления също са били възприемани и представя-

ни в духа на времето като божествени предзнаменования или наказания.

Едва след откритието на микроскопа от нидерландеца Антъни ван Льовенхук (Thonius Philips van Leeuwenhoek) през 1675 г. станало възможно да се разгадаят и част от тайните, свързани с появата на оцветените крайбрежни

води. В неговия феноменален труд, озаглавен „Тайни на природата, открити с помощта на микроскопа“ (*Acrana naturae ope microscopiorum detecta, Delphis 1696.*), били открити и описани главно еноклетъчни организми, намерени в сладки води или паразитиращи в животни и човека. Скоро след Льовенхук подобни микроскопични организми били открити от други учени и в морските води, а това поставило началото на разкритието и на причините за появяването на морските цъфтежи. Днес вече категорично е доказано, че основните причинители за появата на разнообразни оцветявания на морските води са главно различни видове микроводорасли, които населяват океанските ширини на цялата планета. Голяма част от тях са еноклетъчни организми или протисти, но съществуват и множество колониални микроводорасли, чиито колонии са образувани от различен брой еноклетъчни индивиди. Особено широко разпространени са микроводораслите от групата на камшичестите еноклетъчни организми (Flagellata) и на кремъчните водорасли (Diatomea), голяма част от които имат космополитно разпрос-



Крайбрежен цъфтеж на морето, причинен от динофлагелатата *Noctiluca scintillans*

транение в Световния океан. Основна и важна жизнена особеност за всички тях е, че притежават специални органили, наречени пластиди и различни пигменти в тях, които им позволяват да имат самостоятелно хранене чрез фотосинтеза. При наличие на слънчева светлина и на органични вещества в морската вода, на разтворен във водата въглероден диоксид (CO_2), както и достатъчно високи температури, микроводораслите се размножават бързо в огромни количества и понякога достигат до стотици



Така изглежда *N. scintillans* в капка вода при цъфтеж



*Цъфтеж на морето край бреговете на САЩ, причинен от коколитовата форидата *Emiliania huxley**

хиляди и даже над милион клетки в литър вода! Това не са единствените фактори, които обуславят появата на цъфтежите на морските води. Необходими са и други хранителни вещества и елементи, между които особено важни са нитратите и фосфатите, като стимул за появата и масов цъфтеж на морските протисти. А благодарение на наличието в клетките на тези микроводорасли и на разнообразни цветни пигменти като хлорофил, който им придава зелен цвят), фикопирин (жълто-кафяв цвят), хематокром (червен цвят), хризокром (златист цвят) и др. Те често обуславят и съответен цвят („цъфтеж“) на водата, в която се развиват. В зависимост от вида и пигментите на масово развиващите се водорасли водите се оцветяват в различни цветове – зелен или жълто-кафяв, червен или златисто-жълт, тюркоазен и пр.

Колкото любопитно и романтично да е появяването и наблюдаването на разнообразни цъфтежи на морето, особено по време на летните почивки, през последните десетилетия убедително е до-

казано, че тези явления често имат вредоносен характер както за нормалния живот на другите морски обитатели, така и за човека и околната среда. Едно от първите (и не маловажно) вредно последствие от масовото размножаване и цъфтежа на водораслите е намаляването на разтворения кислород във водата. Даже в случаите, когато

микроводораслите не съдържат токсични вещества, в резултат на масовата им гибел започват процеси на гниене, в резултат на които количеството на кислорода във водата значително намалява и води до задушаване на другите организми, живеещи в района на започналия цъфтеж. Жертви на задушаване



Emiliania huxley – снимка със сканиращ електронен микроскоп. Овалните варовикови плочки обвиват едноклетъчното тяло на водораслото

поради недостатък на кислород в районите с цъфтеж стават не само дребните планктонни и бентосни морски обитатели, но и много видове риби, които не успяват да напуснат засегнатия район. В случаите, когато цъфтежите обхващат по-обширни крайбрежни райони, се образуват цели мъртви хипоксически (нискокислород-

ни или безкислородни) райони, които представляват всъщност мъртви зони за другите морски обитатели за различно дълги периоди по време на и след цъфтежния период.

Не по-малко опасни за обитателите на морската екосистема и за човека в районите на цъфтежите на морето, освен изчерпването на кислорода, са и токсините, образувани и отделяни във водната среда от масово размножаващите се микроводорасли. Установено е, че много видове микроводорасли, особено от групите на динофлагелатите (*Dinoflagellata*) и на кремъчните водорасли или диатомеите (*Diatomea*), могат да синтезират и отделят във водите различни видове токсини, често парализиращи или отравящи значителен брой морски животни, дори и човека. Пример за такъв силно токсичен причинител на морски цъфтежи е например динофлагелатата Карения бревис (*Karenia brevis*), която често се появява и масово размножава във водите на Мексиканския залив. Тя синтезира т.н. бревитоксини от групата на невротоксините – ве-



Космическа снимка на Черно море с крайбрежен цъфтеж от микроводорасли

щества, които силно увреждат натриевите канали в мембраните на нервните клетки на широк брой морски животни и главно на гръбначните морски обитатели. По данни на мексикански и американски учени, по време на продължителните морски цъфтежи на Карения бревис през есента на 2017 и лятото на 2018 г., обхванали водите и по западното крайбрежие на Флорида, са загинали 452 броя защитени морски костенурки и над 90 броя ламантини (морски крави). Силно раздразнение на дихателните пътища, очите и кожата били установени и на хора от близките населени места по крайбрежието на двете страни в районите на цъфтежите, а много лица с астма и дихателни проблеми били приети за болнично лечение. Днес вече са известни и други видове от рода *Karenia*, които синтезират и други разновидности на невропаралитични токсини, нанасящи трайни поражения на широк кръг морски обитатели от едноклетъчните до бозайниците. Често срещан причинител на цъфтежи по източното крайбрежие на Китай например е ви-



„Кървав прилив“ по австралийското крайбрежие на Тихия океан.
Крайбрежни плажове, оцветени от червени микроводорасли

гът *Karenia mikimotoi*, който синтезира и отделя специфичен за рибите ихтиотоксин и почти ежегодно от 1998 до 2017 г. причинява масово задушаване и мор на голям брой морски риби по тихоокеанското крайбрежие на страната.

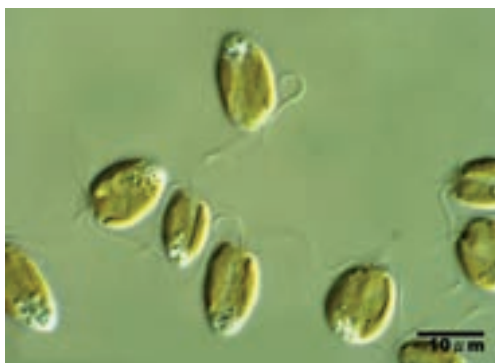
Особено опасни за човека са някои токсини, синтезирани от микроводораслите от род *Alexandrium*, които имат почти космополитно разпространение от Аляска до южните брегове на Чили. Те синтезират т.н. сакситоксин и гониаутоксин, които са особено отровни за рибите, но се оказали смъртоносни и за човека. От отравяния по време на масови цъфтежи на вида *Alexandrium catenella* по южното крайбрежие на Чили през 2005 и 2006 г. в болници са постъпили 7 души, един от които е починал.

Въпреки че двуразделките или диатомите – причинители на токсични отравяния на животни и човек по време на цъфтежи, са значително по-малобройни, те не са по-малко опасни от описаните по-горе динофлагелати. В последните години бе установено, например, че двуразделките от рода *Pseudonitzschia* синтезират и отделят при масови цъф-

тежи домоева киселина, която причинява амнезия (загуба на памет) при човека. Забележително в случая е, че човек се отравя от домоева киселина не директно чрез допир с двуразделките, а след консумация на миди, стриги и други мекотели – филтратори, които се хранят с двуразделките и натрупват (акумулират) в тя-

лото си токсичната домоева киселина. При значителна или многократна консумация на морски мекотели от райони с цъфтежи на Псеудонитчия човек получава в началото пристъпи на дезориентация, епилептични припадъци и кратки загуби на памет, но по-късно изпада и в постоянна амнезия.

Може би любознателният читател ще си зададе накрая и въпроса „а съществуват ли подобни цъфтежи, причинени от микроводорасли и по българското крайбрежие на Черно море?“ Отговорът е „да“, но веднага трябва да отбележим, че поради развитието на нашата морска наука сравнително късно след Освобождението на страната ни, тяхната достоверна регистрация и изучаване започва по-късно в сравнение с другите морски страни от Черноморския басейн – Румъния и Русия. В българската научна и научнопопулярна литература подобни явления по крайбрежието на Черно море също са наблюдавани още през първата половина на XX в., някои от които са съобщавани и в пресата под името „кървави приливи“, поради причиняването им от микроводорасли, синтези-



Prymnesium parvum – единични клетки под микроскоп

ращи червени пигменти от групата на хематохрома. Първо научно документирано съобщение за масово размножаване (цъфтеж) на токсичното водорасло Примнезиум парвум (*Prymnesium parvum*) от групата Примнезиофита (*Prymnesiophyta*) в някои от крайбрежните български езера публикува известният български хигробиолог проф. Александър Вълканов, дългогодишен директор на Аквариума във Варна (1941 – 1965 г.). През септември 1959 г. той е установил, че в 1 литър вода от някои български крайбрежни езера броят на клетките на Примнезиум парвум достигал средно до 64 милиона и от отделяните токсини от водораслото само за 3 – 4 дни умрели около 200 тона риба! Останалите обитатели на езерата – червеи, ракообразни, мекотели и др. също били почти унищожени и животът в езерата започнал да се възстановява едва 2 месеца след пагубния септемврийски цъфтеж. Сравнително често пред българските брегове са отбелязвани и цъфтежи, причинени от космополитно разпространената динофлагелата *Noctiluca scintillans*, но те не причиняват толкова катастрофални щети на морската фауна в районите на техните „кървави приливи“. Значителен принос за изучаване на водорасловите цъфтежи в Черно море има и доц. д-р Вяра Петрова, виден учен алголог от

Аквариума, която през 70-те и 80-те години на миналия век, в продължение на много години изследва и регистрира състава, развитието и динамиката на водораслите в българския сектор на Черно море. Днес тези естествени процеси в черноморската крайбрежна екосистема се следят и подробно изучават от учениците – биолози и еколози в Института по океанология – БАН в гр. Варна. В техните основни ежегодни задачи влиза и извършването на системни екологични наблюдения и ежегодното проследяване на динамиката на развитие и на микроводорасловите съобщества пред нашите брегове.

А случаи на появи на цъфтежи в различни райони от акваторията на Черно море се регистрират почти ежегодно и в последните десетилетия, но поради тяхното регионално разпространение те често остават незабелязани от медиите. По-значителен цъфтеж на Черно море в района на залива на гр. Огеса, например, бе регистриран през есента на 2020 г. Причинител се оказа отново представител на динофлагелатите – *Lingulodinium polyedra*, който е известен с продукцията на йесотоксин,



Цъфтеж на Примнезиум парвум, причинил смъртта на риба



*Масов мор на риба по крайбрежието на Флорида, причинен от цъфтеж на микроводорасли от род *Karenia**

нарушаващ постъпването и усвояването на калция в клетките на засегнатите морски обитатели. Последствията от този цъфтеж обаче бяха минимални главно поради бързото затихване на цъфтежа и възстановяването на екологичното състояние на екосистемата в района след обилни дъждове.

Цъфтежите на морето, както и появяващите се понякога подобни цъфтежи и в някои по-големи вътрешноконтинентални водоеми, са естествени природни феномени, които понякога придобиват характер и на екологични бедствия



*Микроскопска снимка на *Karenia Brevis**

чрез негативното им влияние върху местните природни екосистеми. Затова естествено възниква и въпросът: „а възможно ли е те да бъдат предсказвани, ограничавани или предотвратявани?“ За сега отговорът на въпроса за по-точно прогнозиране и предотвратяване

на морските цъфтежи е негативен. В експериментални условия е установено, че озонирането на морска вода с цъфтеж на микроводорасли в огромни цистерни води да намаляването и даже до прекратяването му. Но прилагането на подобен метод на практика е почти невъзможно. В САЩ и Канада, където микроводораслови цъфтежи на морето – както по източното, така и по западното им крайбрежие – са госта чести, са създадени специални станции за рано оповестяване и предупреждаване на населението за подобни природни феномени и бедствия, които са под ръководството и на специална държавна агенция – *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA-USA)*. Спътникови наблюдения и снимки са основните средства за прогнози и превенция в тяхната дейност, а техните прогнози се публикуват редовно и в средствата за масова информация. Поради нарастващата значимост на екологичните проблеми, свързани с цъфтежите на моретата и океаните в световен мащаб, можем да се надяваме, че и в този случай науката ще намери ефективни решения за тяхната превенция и ограничаване в близките години или десетилетия. ■

Ротатория оживява след 24 000 години в арктическите ледове!

През м. юни, в международното научно списание *Current Biology* бе публикувана сензационна новина: в арктически ледове на възраст около 24 000 години са открити замръзнали представители от класа на ротаториите, които след размразяването им в лабораторни условия отново оживели и започнали нормално движение и хранене! За любознателните ни читатели ще поясним, че ротаториите са своеобразен тип микроскопични многоклетъчни животни (тип Rotatoria), близки по устройство и биология до червеите, които обитават както солените морски води, така и пресноводни водоеми, влажни мъхове и почви и имат космополитно разпространение. Макар и с дребни размери – средно от 0.5 до 2 мм., те са ненаситни хищници и се хранят с по-дребни микроскопични водорасли, бактерии, протозои, гъби и органични частици, които търсят и улавят чрез активно плуване или пълзене в биотопите, които обитават. Днес са познати около 2200 съвременни вида, но ротаториите имат древен произход и водят началото си още от Палеозойската ера. Често се развиват масово в биотопите, които обитават и се използват за храна от разнообразни групи животни, вкл. и от новоизлюпени и погръстващи рибки.

Руски учени, извършващи изследвания на арктическите ледове от Североизточен Сибир на възраст около 30 000 години, открили на около 3.5 м. от повърхността, в замръзналия лед, странини неподвижни организми, които били подложени на бавно лабораторно размразяване. Анализите на леда, в който са намерени, извършени чрез метода

на Accelerator Mass Spectrometry показали, че той е на възраст между 23 960 и 24 485 години. След размразяването на ледените проби, в тях били открити и идентифицирани множество живи ротатории, които бавно възвръщали нормалната си форма и скоро започнали да се движат в ледената вода. А след няколко дни те вече активно плували в стерилните аквариуми с разтопените ледени късове. Нещо повече – след още няколко дни оживелите ротатории започнали и подготовка за размножаване, което при тези организми се извършва и чрез партеногенезис, т.е. безполово оплождане на яйцата им.



Ротаторията Adineta sp. възвръща нормалните си функции след продължителното заледяване в Арктика

Чрез извършването на по-късни морфологични и молекулярно-биологични изследвания било установено още, че оживелите ротатории се отнасят в таксономично отношение към рода *Adineta* и са близки до съвременния вид *Adineta vaga* от Централна Европа.

Ще припомним, че при предишни подобни изследвания на арктически

ледове от Североизточен Сибир са намирани и други организми, преживели хиляди години в тях. Така например, преди години бяха открити свободно живеещи водни нематоди, чиято възраст в ледовете е изчислена на около 30 000 години. Съществуват сведения за намирането и на заледени части от мъхове и семена на висши растения, оживели също след дълги периоди от 400 до около 30 000 години в антарктическите ледове. Новите находки са убедително доказателство за необикновените адаптивни способности и на други съвременни организми за преживяване на екстремни условия в еволюцията на нашата планета.

По Current Biology и Science