



Бавноходките – рекордьори по издръжливост

Васил Големански

Тези чудновати на външен вид микроскопични животни, които често се срещат във водоемите и разнообразни влажни места навсякъде около нас, са открити почти 100 години след конструирането на микроскопа от холандския нотариус Антони ван Льовенхук (Antonie van Leeuwenhoek) през 1675 г.

Но истинският откривател, съобщил за първи път в науката за тяхното съществуване, е немският пастор Йохан Гьоце (Johan August Ephraim Goeze), роден в малкото германско градче Ашерслебен. Йохан Гьоце завършил теология в Хале, но живо се интересувал и изучавал природата и живота около него. През 1773 г., когато преглеждал прясно събрани влажни мъхове под примитивния си микроскоп, за негова голяма изненада случайно попаднал на невиджани дотогава животинчета, които бавно се придвижвали с помощта на късите си крачка, подобно на малки мечета. Поради тази прилика Й. Гьоце ги нарекъл *Bertierchen* (животни-мечета). Само четири години по-късно, през 1777 г., те били наблюдавани и от известния италиански пастор и биолог-експериментатор Лазаро Спаланцани (Lazzaro Spallanzani), който им дал научното латинско име *Tardigrada* заради бавната им походка. Името, което всъщност е съставено от 2 думи – *tardi* – бавно и *gradior* – стъпвам, е запазено и до днес в зоологическата класификация като

име на самостоятелен и доста своеобразен тип животни, интересът към който не стихва през изминалите повече от 2 столетия след откриването им. Поради своята външна форма

и своеобразен начин на придвижване те са получили различни популярни имена, напр. на английски език ги наричат *water bears* – водни мечета или *moss piglets* – мъхови прасенца, на руски – *тихоходки*, на френски – *tardigrades*, а на български са известни като *тардигради*, или *бавноходки*.

Бавноходките са едни от най-гревните животни на нашата планета, останали почти непроменени морфологично повече от 500 милиона години. Техни останки са намирани в скали, формирани още през палеозойската ера и по-точно през камбрий, чиято възраст се изчислява на около 530 милиона години. Имат късо и дебело телце с дължина средно около 0,5 мм, покрито с еластична кутикула, а на коремната му страна се намират 4 чифта къси крачка. Някои видове тардигради имат на гръбната си страна метамерно разположени щитчета, които

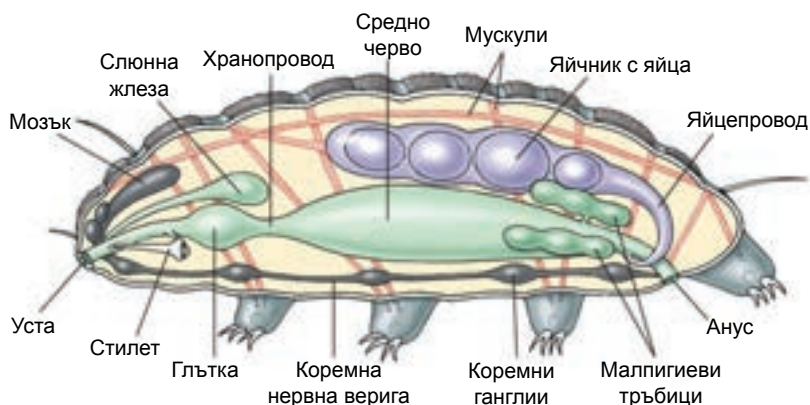
наподобяват членчетата на прешленестите червеи, но това е външна, лъжлива сегментация на тялото. Животните се движат („пристъпват“) само с първите 3 чифта крачка, а последният чифт се намира на задния край на тялото и е в услуга главно на размножаването и прикрепването към субстрата. Трите чифта двигателни крачка са снабдени с по 4 – 8 здрави нокътчета, подобни на ноктите на мечките, и имат бавни, независими движения върху субстрата. Най-едрият познат досега бавноходки рядко надминават 15 мм дължина и може би затова толкова дълго са останали непознати на човека. На предния край на тялото се намира устата на животните, която има обикновено кръгла форма и е снабдена с няколко твърди зъбчета. С тяхна помощ бавноходките могат да пробиват обвивката на водни растения, мъхове и лишеи и да изсмукват растителни сокове, с които обикновено се хранят. Малко видове са хищници и използват за храна по-дребни от тях едноклетъчни животни, ротатории, ларви на червеи и др. Някои бавноходки имат на предния край на тялото и чифт прости очи, разположени над устата, с които вероятно различават само светло и тъмно, но не и движение на обекти около тях

Вътрешното устройство на бавноходките е доста опростено поради липсата на дихателна и кръвоносна система. Обмя-



Различни видове бавноходки

ната на кислорода се извършва през меката еластична кожеста обвивка на тялото. Храносмилателната им система е отворена, т.е. след устата и глътката имат предно, средно и задно черво, завършващо на задния край с анус, а нервната им система се състои само от няколко нервни ганглии (центрове) в тялото, от които излизат нервни разклонения за вътрешните органи,



Вътрешно устройство на бавноходките



Сканираща фотография на предния край на мъхова бавноходка (*Macrobiotus*)

кожната обвивка, краката и множеството сетивни четинки (цири), разположени главно върху крайниците. Отделителните им органи наподобяват Малпигиевите тръбици на много по-сложно устроените от тях членестоноги животни (паякообразни, насекоми и др.).

А това, което гоближава в родствено отношение тардиградите до някои групи червеи, напр. ротаториите, гастротрихите и др., е, че тялото им е изградено от постоянен брой клетки за всеки вид. При повечето бавноходки тялото им е образувано средно от около 40 000 клетки, но има

и видове, чийто постоянен брой телесни клетки не надминава 20 000 през целия им живот. Поради тази особеност бавноходките се отнасят към групата на т.нар. *еутелни животни* (*euthelic animals*), т.е. животни с постоянен брой клетки през целия си жизнен цикъл.

Интерес от биологично гледище представлява и размножаването на тардиградите. Повечето познати видове са разделнополови и имат по една полова жлеза – мъжка или женска, разположена над средното черво. Отворите на половите им жлези са на задния край, в близост до ануса. Обикновено

съзряването на половите жлези съвпада с линеенето на животните и яйцата се снасят от женските в отделената стара кожеста обвивка на тялото, която остава за известно време свързана със задната им част. Там става оплождането на яйцата от мъжките, т.е. оплождането е външно, както и развитието на ембрионите. Там ембрионите нарастват, достигат дефинитивния брой клетки за тялото и могава се отделят от майката, напълно годни за самостоятелен живот.

Посочените морфологични и биологични особености характеризират бавноходките като своеобразен самостоятелен тип животни, с неизяснени родствени връзки с останалите типове безгръбначни животни. Досега в науката са открити и описани около 1000 вида тардигради (според някои учени – 1150 вида), които обитават както сладководните водоеми и влажни биотопи на сушата – мъхове, водорасли, лишей, горска настилка, влажни почви и др., така и моретата и океаните. Понастоящем е установено, че те населяват всички континенти, включително ледения континент Антарктида, и се чувстват добре както на Хималаите на височина около 6000 м, така и в океанските дълбини до 8000 – 10 000 м. Но това, което най-ярко ги отличава от останалите типове животни, е тяхната издръжливост към екстремни условия на средата, а това дава основание на някои автори на популярни издания да ги определят като „пришълци от други планети“, „гости от Космоса“, „абсурдни създания“ и пр. Те могат да бъдат намерени целогодишно както на антарктически ледници, така и в горещите извори на Исландия при температури около 50 °C, където други животни трудно биха издържали едва няколко секунди или минути.

Изследвания на японските биофизици К. Секи и М. Тойошима (K. Seki, M. Toyoshima), публикувани през 1998 г. в известното международно списание *Nature*, показали, че тардиградите отлично понасят атмосферно налягане от около 300 атм., което при-

чинява бързо разрушаване на клетките и прекратяване на жизнения метаболизъм на много други едноклетъчни и многоклетъчни животни. В експериментални условия с използването на специални контейнери те установили, че тардиградите могат да понасят атмосферно налягане до 6000 атмосфери, което е около 5 – 6 пъти по-високо от налягането в най-дълбоката Марианска падина в Тихия океан.

Още през миналия век експериментално е установено, че бавноходките могат да живеят до 30 години в неактивно състояние, или *анабиоза*, след почти пълно изсушаване на тялото им. По данни на американския биолог Мат Саймън (Matt Simon) (2014) в изсушено състояние, без храна и вода, те могат да изгубят над 95 % от водното съдържание на тялото си и отново да оживяват при поставянето им в нормални условия във влажна среда. В популярната литература съществуват сведения, че тардигради са „оживели“ и след 120 години престояване в напълно изсушен мъх, но подобни данни се нуждаят от експериментално потвърждение.

Учудваща е способността на бавноходките да издържат твърде високи, както и твърде ниски температури. Поставени в състен течен въздух, те издържат до 20 дни при температура -193 °C, след което успешно оживяват. Съществуват публикации и в интернет данни, че могат да преживяват до 10 дни и при температура, близка до абсолютната нула -272 °C! (*Water bear-http://www. Wired.com/2014/03/absurd-creature-week-water-bear*). Експериментално е доказано, че бавноходките могат да понасят висока температура до 60 – 65 °C в продължение на 10 часа, както и почти вряща вода (100 °C) в течение на 1 час! По данни на японски изследователи някои видове тардигради са оживявали в техните лаборатории и след 20 години в среда с постоянна температура от минус 20 °C.

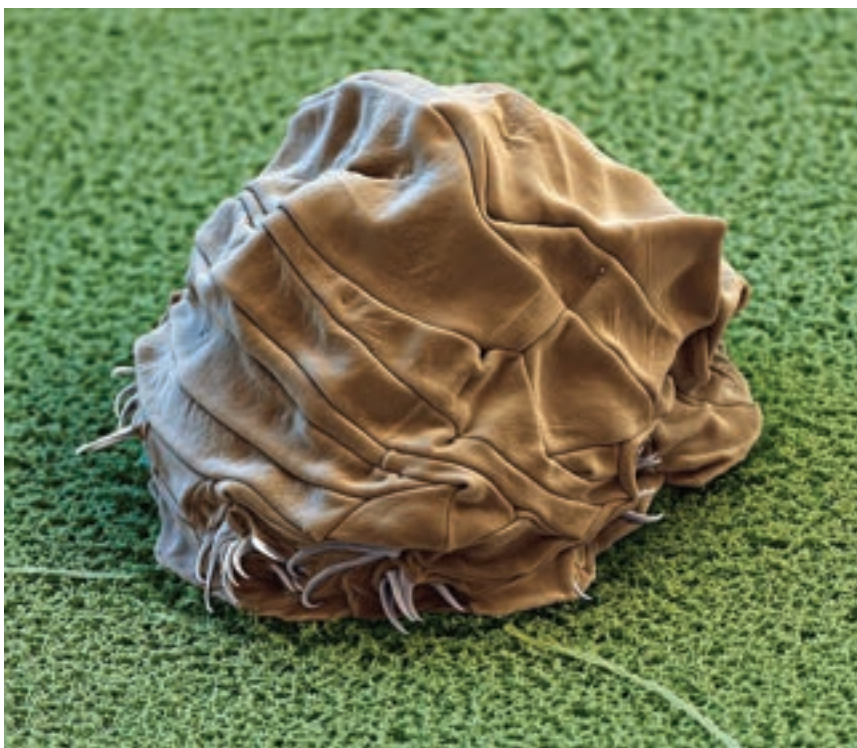
Поради поносимостта на бавноходките към екстремни условия на средата през 2007 г. те са използвани и в космически експерименти с „FOTON-M 3“, по време на

които са били излагани за различно време в условията на пълен вакуум в космическото пространство и при висока радиация. Оказало се, че след 10-дневен престой в условията на космически вакуум и след завръщането им на Земята 68 % от експерименталните животни се съживявали отново само за около 10 минути при нормални жизнени условия, развивали се напълно нормално и даже снасяли жизнеспособни яйца и ембриони. По данни, публикувани от НАСА (Американската аерокосмическа агенция) през 2013 г., тардиграти с редуцирано водно съдържание в тялото им могат да понасят до 1000 пъти по-висока радиация от много други животни и да се възвръщат отново към живот в нормални земни условия. Подобни данни са получени и от италиански учени през 2011 г. по време на полета на космическата совака ENDEAVOUR.

Изследванията за изясняване на необикновената способност на бавноходките да преживяват висока радиация, убийствена за другите животни, продължават и понастоящем. Съвременни генетични изследвания върху тардигратите показват, че в техния геном съществуват т.нар. чужди гени от екстремофилни археи, бактерии и др. протисти, които са известни като обитатели на екстремни местообитания. По-подробни изследвания на японски генетици от Токийския университет върху генома на бавноходката *Ramazzotius varieomatus*, публикувани в сп. *Nature communications* през 2015 г., показват, че „чуждите“ гени в този вид са около 1,2 % от генома му. Японските учени под ръководството на проф. Такеказу Куниеда (Takekazu Kunieda) твърдят, че са открили и специален ген, наречен от тях DZUP, който най-вероятно осигурява



Черноморска бавноходка (*Echiniscoides*)



Бавноходка в анабиоза след изсушаване

високата издръжливост на животните към радиация. Но механизмът на тази защита, ако тя наистина се осъществява именно от този ген, остава неясен засега.

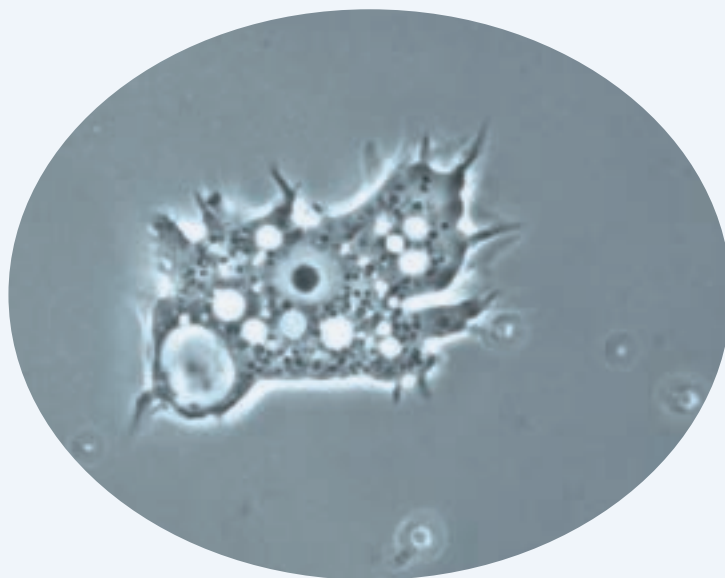
Много са въпросите, които възбужда необикновената издръжливост на бавноходките към екстремни условия на средата, убийствени за много други животни, населяващи същите местообитания с тях. Това навежда на мисли, че в процеса на тяхната над 500-милионна еволюция те са придобили някакви специфични биологични адаптации към екстремни условия на жизнената среда, които остават неразгадани от човека досега, но представляват изключителен интерес не само от фундаментално, но и от практическо гледище, предвид стремежа на човечеството да завоюва нови космически територии или екстремни земни местообитания. Необикновените морфологични и биологични

особености на тези своеобразни животни затрудняват зоолозите и досега да изяснят техните филогенетични отношения с близките до тях безгръбначни животни, поради което те остават и понастоящем като самостоятелен тип в животинското царство, с неясен произход и родствени отношения.

Ще завърша предлагания разказ с мисълта на руския учен г-р Ю. Джикаев за необикновените тардигради, изказана през 2000-та година на страниците на руското списание „Природа“: „...Нашият герой-съвременник (тардиградите – б.а.) е вече доста старичък, но съвсем не одъртял, и демонстрира чудеса с адаптациите си. Защо му е било нужно да се приспособява и към условия, които никога не съществуват в природата? И ако този уникум не е пришълец от Космоса, то той е напълно подготвен спътник за далечните полети към други светове“.

НОВИНИ ОТ НАУКАТА

Амеби оживяват
след 10 000 години в анабиоза!



Акантамеба с псевдоподи – активен стадий

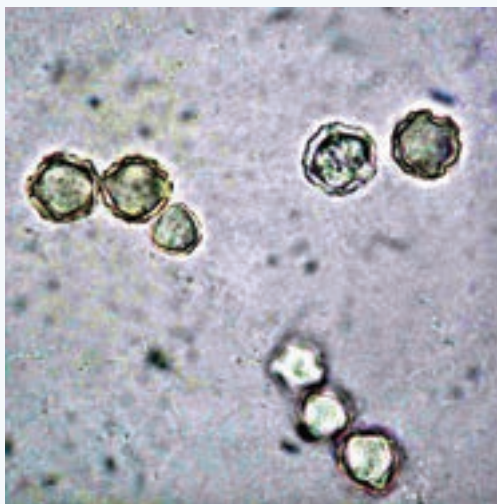
Едни от най-просто устроените едноклетъчни обитатели на нашата планета са познатите ни още от училището голи амеби. Тялото им се състои само от една клетка с микроскопични размери и едно ядро, а придвижването им във водната среда се осъществява с помощта на временни образувания от различни участъци на клетката, които се наричат лъжливи крачка, или псевдоподи. Познати са стотици видове, които имат космополитно разпространение както в сладките води, влажните почви и мъхове, така и в полусолени водоеми, морета и океани. Десетки видове амеби са и опасни паразити на човека и животните, които причиняват тежки заболявания като амебен менингоенцефалит, амебна дизентерия, кератит и др. Една от основните биологични особености на амебите, която им позволява да преживяват влошаването на жизнените условия (напр. пресъхване

на водоемите, понижаване или повишаване на температурите и др.) е способността им да се инцистират и изпадат в анабиоза до ново подобряване на жизнените им условия. Цистите се образуват след отделяне от тялото на част от клетъчната течност, силно намаляване на обема, закръгляне на тялото и обвиването му със здрава полупропусклива клетъчна обвивка. Като цисти амебите осъществяват минимален обмен на кислород с външната среда и в състояние на вита минима или анабиоза преживяват месеци и години, разнасят се от вятъра или животни в нови местообитания, а когато попаднат в благоприятна влажна среда, от тях отново излизат жизнеспособни амеби.

Едно от изненадващите открития на руски учени от Института по физикохимически и биологически проблеми на почвознанието край Москва, публикувано

през 2016 г. в „Палеонтологическият журнал“, е откриването на амебни цисти във вечно замръзналите почви на крайния Север, които оживели в лабораториите след повече от 8 – 10 хиляди години престой в тежките легени условия! Цистите били намерени в напълно замръзнали почви от полуостровите Гайдан в Карско море и Биковский в морето на Лаптев. Възрастта на почвите е изчислена на повече от 10 – 12 000 години, тъй като част от тях са образувани в края на плиоцена, а други – в началото на холоцена. Намерени били цисти на различни видове амеби, между които преобладавали цистите на амеби от рода *Acanthamoeba* (Акантамеба), които имат широко разпространение и днес в сладките води и почвите. Ще припомним, че някои видове от рода Акантамеба са причинители на смъртоносният първичен амебен менингоенцефалит на човека, когато случайно попаднат в носогълтката. Други широко разпространени цисти във вечно замръзналите почви били на амебите от род *Phalansterium* (Фаланстериум). Учените почвоведи поставили част от цистите на Фаланстериум в нормални условия на влажност и температура в лабораторията и те скоро... оживели и започнали активни движения.

Но експериментите с оживелите амеби след 8 – 10 000 години не спрели дотук. Част от намерените в замръзналите арктически почви цисти на амебите от рода Акантамеба били включени и в космическия експеримент „Екзобиофрост“ на космическия спътник „Бион – М1“. След престоя им в околоземна орбита един



Цисти на амеби от род Акантамеба

месец, около 90 % от цистите – космически пътешественици, отново... оживели и започнали нормално придвижване с псевдоподите си за търсене на храна!

Изненадващи са възможностите не само на примитивните амеби за преживяване на екстремни условия на живот за толкова продължително време. Подобни случаи на изключителна издръжливост към засушаване и залежаване, на дългогодишна анабиоза и ново връщане към живота са познати и при други видове безгръбначни животни, напр. при Бавноходките, или Тардиградите. Явлението анабиоза е констатирано от съвременната наука и при много други представители на животинския свят, но за съжаление, неговите биологични механизми остават все още неизяснени на науката.

По Палеонтологическият журнал

