

БИОЛОГИЯ

БАВНОХОДКАТА!

Кой е най-екстремният организъм на Земята? Толкова екстремен, че би могъл да оцелее и в космоса без да бъде убит от жестокото звездно ултравиолетово лъчение, нито от пълната липса на въздух (вакуум)? Това е едно същество, което може да оцелее след облъчване с количество радиация 500 пъти по-голямо от смъртоносната за човека доза. И още: температури 3 пъти по-ниски от тези обичайни за полярните области и такива на каквито обикновено готвите във вашата фурна също не поставят проблем за оцеляването на това суперсъщество. И това не е всичко - налягане от 6000 атмосфери няма да му попречи да има поколение, също както и никой от изброените вече екстремни физични фактори. И кое е това всемогъщо създание?

Автор: Мария Атанасова

Що е това бавноходка?

Научното наименование на бавноходката е Tardigrada (от гръцки tardus „бавно“ и gradus „крачещ“). Това е систематично обособена група от около 1000 вида животни, които достигат на размери от 0.05 до 1.2 мм. Те спадат към безгръбначните, но НЕ принадлежат към голямата група на Членестоногите (ракообразни, насекоми, многоножки или паяци), нито към тази на Мекотелите. Еволюцията на бавноходките е мистерия и днес, тъй като тяхното тяло е меко и поради това трудно се запазва като фосил (за да се получи добър фосил е необходимо твърда черупка или твърд външен или вътрешен скелет, такива белези при

бавноходките отсъстват). Все пак има намечени останки на тардигради още от Камбрий, т.е. съществували са още преди 500 млн години!



Как точно изглеждат бавноходките?

Двустраннысиметрично цилиндрично тяло с четири чифта крачета, завършващи с нокти. Имат обособена глава със сложни челюсти, повечето видове имат просто устроени очи. Тялото е разделено на сегменти и може да притежава различен брой нишковидни пипала, които служат като осезателни органи. Могат да са обагрени във всякакви цветове - от черни или бели, до ярки като червени, оранжеви, жълти, зелени, лилави, могат да бъдат и прозрачни. Външната обвивка на тялото съдържа хитин (веществото, от което е изграден външният скелет на членестоногите), но при бавноходките той не е в толкова голямо количество и никога не се втвърдява, като резултат имат мека подобна на кожа телесна обвивка. При нарастване на организма тя се сменя периодично, както при паяците или змиите. Има както растителноядни, така и хищни видове.

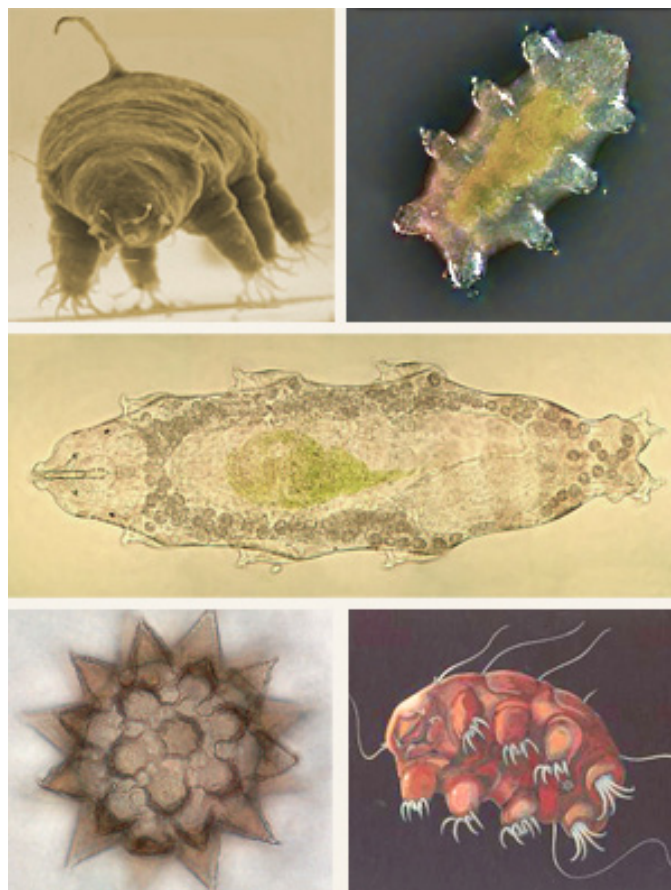
Как се размножават бавноходките?

Изключително интересно е, че при бавноходките се срещат всички възможни начини за полово размножаване. Те са разделнополови или хермафродити, като някои дори могат да се размножат без същинско оплождане, т.е. партеногенетично. Бавноходките снасят яйца, които също са необикновени - имат дебела многослойна обвивка, често снабдена с голям брой шипчета. Функцията на тази обвивка е да предпазва бъдещият организъм от неблагоприятни външни въздействия.

Къде живеят бавноходките?

Бавноходките са широко разпространени - срещат се от Хималаите (на височина до 6 000 м) до морските дълбини (7 000 м под морското равнище) и от полярните ши-

рини до екватора. Има сладководни, морски и сухоземни видове, като на сушата обитават мъхове, лишей, почва, дори ледници. Въпреки разнообразието от хабитати, които те са покорили, където и да се намират, те имат нужда от вода, за да живеят и да се размножават. Морските и сладководните видове нямат проблем с наличието на течна вода, но на сушата е възможно бавноходките да имат достъп до нея само периодично. Ето защо за сухоземните видове е характерно да изпадат в **анабиоза**.



Що е анабиоза?

От гръцки език "връщане към живот". Това е състояние, наричано още мнима смърт, при което организмите прекратяват всякакви жизнени функции и на външен вид изглеждат като умрели. Нямат метаболизъм - не се хранят, не отделят, не дишат и т.н. Особеното в това състояние, отли-

чаващо го от абсолютната смърт е, че то е обратимо. Целта на изпадането в анабиоза е преживяването на неблагоприятни, често смъртно опасни, промени в условия на средата. Когато условията отново станат подходящи за живот, организмът в анабиоза възвръща виталността си и продължава съществуването си все едно никога не го е прекъсвал. Има различни типове анабиоза в зависимост от това какъв климатичен фактор е достигнал критични за живота стойности - липса на достатъчно вода предизвиква изпадане в АНХИДРОБИОЗА, а твърде ниски температури водят до КРИПТОБИОЗА. За Бавноходките са характерни и двата типа анабиоза.

За какво може да ни послужи изследването на анабиозата?

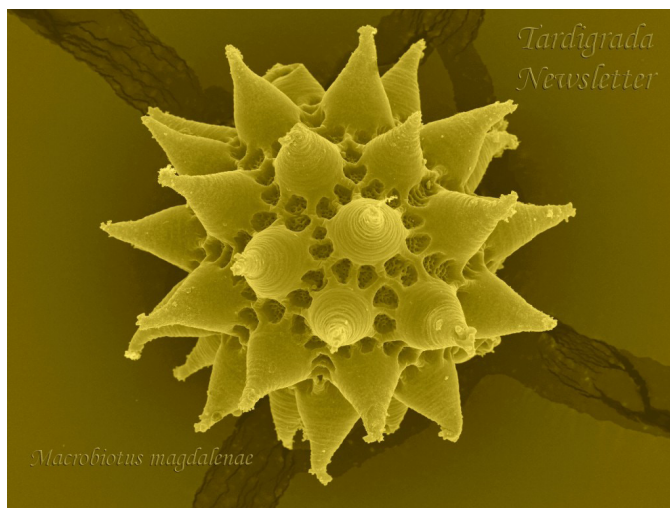
Когато знаем физиологичните и биохимични механизми на изключването и включването на жизнените функции при организми, изпадащи в анабиоза, то ние бихме могли да ги приложим и към други живи тъкани, органи и дори цели организми, за които анабиозата не е естествен процес.

Приложение 1: В съхранението на органи отделени от тялото - удължаване на живота на органите за трансплантация, съчетано с непретенциозност към температурата и влажността на средата в която се пренасят - така ще може да се спасяват човешки животи и в силно екстремни условия - отдалечени места и/или места с невъзможност за поддържане на подходяща ниска температура по време на транспорта.

Приложение 2: В по-далечното бъдеще бихме могли да съхраним цял човек и той да бъде съживен след десетки или дори стотици години, такъв какъвто е бил преди "изключването" му. Защо изобщо бихме искали да го направим? Например космическите мисии до отдалечени на стотици



и хиляди светлинни години от нас звезди и планети биха станали възможни. Една от пречките днес (освен невъзможността да се изстреля кораб с достатъчно количество гориво), е невъзможността човек да доживее края на мисията. Тя би отнела неколкостранно по-дълго време от средната продължителност на човешкия живот в наши дни. Друга причина някой човек да иска да бъде пренесен във времето по този начин е например нелечимо тежко състояние, в което се намира. Ако днес не познаваме лек за него, то може би в близкото бъдеще ще има такъв. Ако на човека му остават няколко месеца живот според постиженията на съвременната медицина, то защо пък да не му се даде шанс да дочака решението на проблема от бъдещите медици и учени? Трета причина - чистото любопитство как ли би изглеждал светът след 100 или 200 години също не е за пренебрегване.



Приложение 3: За съхранение на биологични молекули в сухо състояние, вместо в разтвор. Предимство на този тип съхранение е липсата на необходимост от точно определени температура и влажност при съхранението, а също и по-малкият обем, който заема сухата концентрирана субстанция в сравнение с разтворената. Тези предимства водят до значително поевтиняване на транспорта, а и на крайния продукт, който достига до потребителя. Методът, при който се премахва водното съдържание на биологичен разтвор и привеждането му в прахообразен вид, се нарича лиофилизация. Организмите, изпадащи в анхидробиоза губят водата в тялото си, а при нова поява на вода, си връщат виталното състояние. По аналогичен начин и биологичните молекули си връщат функционалното състояние при повторно добавяне на вода. Това е изключително полезно в транспортирането на различни белтъци между лаборатории в различни градове, държави или дори континенти - по-евтино и по-сигурно. Методът има и медицинско значение - на този принцип са създадени т.нар. сухи ваксини, които могат да се съхраняват много дълъг период от време в температурни граници от -50 до +50 градуса по Целзий. Технологиията се използва и за транспорт на кръвни банки. Пример за приложение на тази технология в нашето ежедневие са многобройните лиофилизирани продукти като кафета и супи на прах. Само им добавяме гореща или студена вода според продукта, и виждаме пред себе си идентичен резултат с прахообразен предшественик. Тъй като живите организми използват анхидробиозата, за да се съхранят такива каквито са били, без да си губят никакви жизнено важни вещества, можем да сме сигурни, че и тази технология, тъй като е заимствана от природата също се стреми да запази първоначалното съдържание на витамини и минерали в прахообразната храна. Те са там, просто са компактизирани, а когато им добавим вода са годни за усвояване от организма, също както и преди лиофилизирането!

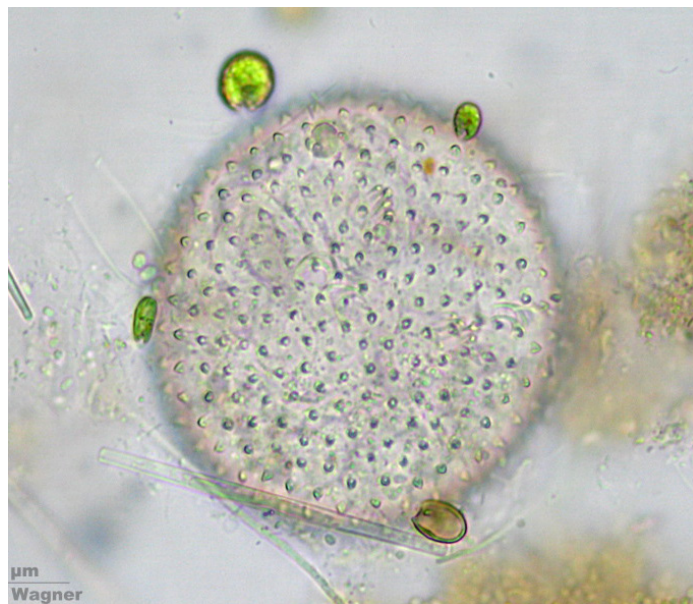
Защо точно бавноходките са по-интересни от всички останали видове, които могат да изпаднат в анабиоза?

За да може един организъм да се замразява и размразява без това да увреди нежните структури на неговите клетки и тъкани, е необходимо да съществува магическо вещество, което да ги защитава. Тъй като при процеса на замразяване бавноходките губят 99% от водата в тялото си, впоследствие те се намират в твърдо и сухо състояние и клетъчните им структури са силно приближени и притиснати една до друга. За да не се слоят безвъзвратно на помощ идва трехалозата. Това е молекула, която при наличие на вода е разтворена и напълно безвредна, а някои организми дори я използват като енергиен резерв вместо глюкоза. Когато обаче водата изчезне от заобикалящата я среда, трехалозата преминава в състояние на гел и обгръща плътно клетъчните елементи, отделяйки ги с тънък защитен слой. След възвръщане на водата в тялото гелът силно набъбва и раздалечава структурите, както са били преди изсушаването.



Какво представлява трехалозата? Това е дизахарид, изграден от две молекули глюкоза. Насекомите например имат "кръвна трехалоза" вместо "кръвна глюкоза", каквато имаме ние хората. За летенето насе-

комите консумират много голямо количество енергия и затова трехалозата е много по-ефективна молекула за складиране и доставяне на енергия, тъй като при разграждането ѝ се получават две глюкози и всяка от тях дава своя дял в енергообезпечаването. Интересното при Бавноходките е, че те нормално имат глюкоза! Тя се превръща в трехалоза само в екстремни условия, т.е. Бавноходките използват само свойството ѝ да защитава клетките в състояние на анабиоза, а не като енергиен източник. Именно затова Бавноходката е желан обект за биохимични изследвания с приложения в медицината - тя най-много прилича на нас в това отношение от всички други "възкръсващи" организми.



Колко екстремни са всъщност бавноходките?

Експериментално потвърдените данни са че:

- могат да издържат при няколкоминутен престой на 150 °С,
- няколко дни при -200 °С,
- няколко часа при абсолютна 0 *
- облъчване с радиационно лъчение с интензивност 5700 Gy (за човека 10-20 Gy са леталната доза)
- налягане 6000 atm (на морското равнище е 1 atm)
- комбинация от вакуум и пълното УВ лъчение на Слънцето - както в лабораторни, така и в полеви условия

**(Забележка: в лабораторни условия е достигната температура от -272,8°С, а абсолютната 0 е -273,15°С, но теоритично тя никога не може да бъде достигната според Третия принцип на Класическата Термодинамика във Физиката)*



Проектът TARDIS 2007:

Европейската космическа агенция (ESA) през 2007 година изведе в орбита няколко вида бавноходки, за да изследва способността им да оцеляват в крайно екстремни условия. Контролните организми са били подлагани на същите физични влияния в лабораторни условия. Изследвано е влиянието на вакуум и на УВ лъчение по отделно и в комбинация върху възрастни организми и върху неизлюпени яйца. Всички са показали, че не се влияят от вакуума, повечето не се повлияли и от самостоятелното прилагане на УВ лъчение. Един от изследваните видове е показал, че дори и комбинираното влияние на двата смъртоносни за повечето земни организми (включително и за хората) фактора не оказва влияние нито на способността възрастните облъчени индивиди да имат жизнеспособно поколение, нито на облъчените яйца да се излюпят и също да дадат свое жизнеспособно поколение. Това е голяма новина в научния свят тъй като дотогава се е смятало , че единствено бактерии са в състояние да оцелеят в суровите космически условия. Бавноходките са най-големите и най-сложно устроените организми, притежаващи такава способност.