



ЗА ТВОЯ КОСМОС

Българин
откри как
да се изхрани
планетата
и обясни
началото на
еволюцията с

Бактерии на ток

4,96



Одигтирано
издание

100 г. от първата : Лечебната сила на : Прадяго ми,
беседа на Учителя : природните аромати : змеят Добри



Мистичната на вид ръждива река Рио Тинто

Бактерии с батерии

*Инженерът биотехнолог проф. Димитър
Караманев показва как може да се реши
световният проблем с глада,
като храним микроорганизми с ток*

Георги Владимиров

Много ще е практично някой ден, вместо да губим време в готвене и чревоугодничество, просто да бръкваме за кратко в контакта и да се зареждаме...

Не, моля ви, на този етап не опитвайте, защото ние, живите същества, не можем така да ядем ток. Или поне не всички. Но пък първите „зверове“, които се хранят директно с електричество, са намерени. При това от българин! Откритието, че има същества, които „похапват“ ток, може да промени из основи учебниците по биология, както и да ни даде непознати перспективи. На първо място, ако се върнем на храненето – откритието дава възможност да се реши световният проблем с глада! Електричеството би могло да се превърща в евтина, енергийна и безопасна храна, без да има нужда от безкрайни селскостопански масиви. Технологиите може да отключи новите енергийни източници и дори... да ни даде още информация за това как е започнал еволюцията си животът на Земята.

Любопитно ви е как едно откритие може да помогне за решаването на няколко от най-големите глобални проблеми? Как следващите стъпки от него ще станат оръжие за победа във вечната до днес битка с глада? Или в търсенето на нови енергийни източници?

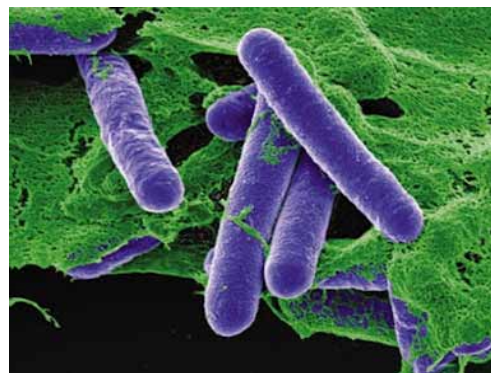
Имайте малко търпение – за да стигнем до безкрайно интересните приложения, се налага да започнем доста отдалеч. Запитвали ли сте се: кое е онова едно-единичко нещо, което отличава живата от неживата природа? Не, не е желанието да захлеще съседата, нито способността да пиеш вода.

Общото е енергията. Живата природа се нуждае от нея, за да

съществува. А какво е енергия? Всяко физично изменение на една система – промяна в температура, налягане, местоположение...

СВЕТАИНА В ТУНЕЛА

Оттук нататък вариантите да се осигурява тази енергия са разнообразни. Но не и ако погледнем с очите на химията, там всичко може да се обясни с едно определение – окислително-редукционни процеси – окислителните реакции произвеждат електрони, а редукционните ги консумират. Макар да звучи сложно, съвсем не е така. Например – всяка храна, която ние, хората, приемаме, се превръща в глюкоза. Разтваря се



Acidithiobacillus ferrooxidans

в кръвта и с нейна помощ циркулира из цялото тяло. Същото се случва и с кислорода, който си „взимаме“ от въздуха. След това двата важни компонента се ползват за всяко нещо, което правим. Ако стегнем някой от

мускулите си, глюкозата реагира с кислорода и се получава енергията, необходима, за да прелистите следващата страница. Докато се замисляте за този пример – и в мозъка ви се случва същият процес. Или пък, ако ви е хладно, докато четете и тялото трябва да се затопли...

Преведено на езика на химията, случващото се са две не твърде сложни формули. При първата глюкозата и водата в тялото създават въглероден диоксид и електрони (окислителна реакция), а втората комбинира кислорода с получените от първата заредени частици и електрони (редукционна). Ако двете се сумират, се получава, че глюкозата и кислородът в кръвта се превръщат във вода, CO_2 и най-важното – енергия. На практика двете реакции се случват заедно, но биха могли да бъдат разделени. За кратко след първата се получават електрони, които се консумират във втората, или с други думи – тече електрически ток от едната реакция към другата.

Същото нещо се случва и с представителите на животинския свят. А в по-широк план и с всички живи същества на Земята. Те се делят на две в зависимост от това кое използват като първичен източник на енергия. Половината представители на живата природа се наричат хемотрофи, което ще рече, че използват химическа енергия (трофѝ на гръцки означава „храня се“). Тук сме и ние, хората, и животните, всеки, набавящ си с храната нужната енергия. Другата група е на фототрофите

(„хранещи се със светлина“) и в нея попадат „почитателите“ на фотосинтезата – растенията и някои микроорганизми, които вземат от енергията на светлината и отново със сходни окислително-редукционни процеси я използват. И това е всичко – две групи, отговарящи на двата вида използвана първична енергия, в които се разделят всички живи същества на Земята и могат да се видят в безброй учебници по биология...



Пирит

КОНТАКТ

Или не точно. Ето че дойде време да ви представим главния герой на този материал и неговите миниатюрни, но съвсем не маловажни помощници.

Проф. Димитър Караманев е добре познат на отдавнашните читатели на Списание 8. В брой 1/2010 г. ви разказахме за изведението от него формули за изчисляване на скоростта на свободно падане на телата, които по същество допълват формулите на самия Нютон. Инженерът биотехнолог повече от две десетилетия живее и работи в Канада, макар да не прекъсва по никакъв начин и връзките си с България – поне по веднъж годишно не пропуска да се върне тук, много от докторанти-

те му също са българи.

Замисляйки се за всичко, което вече ви обяснихме, той решава да провери дали пък наистина всички организми се делят на хемо- и фототрофи, или има и трети вариант. Избира за експериментите си едни добре познати на науката, а и на самия него микроорганизми, носещи аристократичното название *Acidithiobacillus ferrooxidans*, или „на галено“ – просто тиобацилус.

ЗВЕЗДИ В КОЛБАТА

Те са част от по-голямо семейство, наречено бацили, за което е характерно, че има формата на цилиндрични пръчици. Доста компактни – с габарити едва от по 1-2 микрона. За сравнение: дебелината на човешкия косъм е около 50 микрона. Не са особено капризни към температурата, но предпочитат да им е топло – най-добре виреят при 25-30 градуса. Симпатични, но и кисели – даже доста буквално, защото любимото им рН е със стойност около 2, което може да се сравни с унищожителното за храната ниво, осигурявано от солната киселина в собствените ни стомаси.

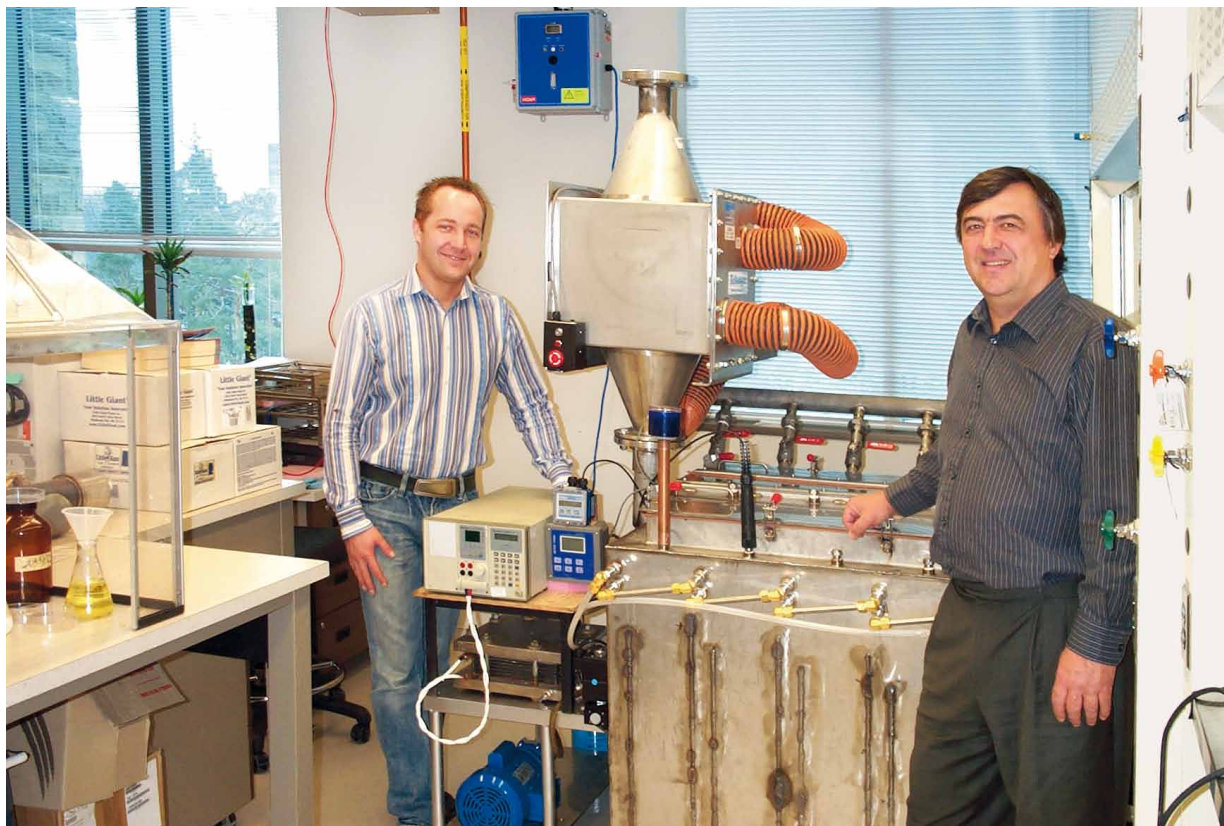
Познаваме ги меко казано отдавна – без да го подозират, хората са използвали малкия приятел още преди 2000 години, „впрягайки“ го във важната роля да помага за добива на метали. В самия югозападен край на Испания се намира Рио Тинто, или ръждивата Червена река. Гледката край нея е на първ поглед постапокалиптична – искрящо огнени брегове и вода, никаква растителност, никакъв живот... освен нашите симпатични микроорганизми. Тук обаче няма нищо антиекологично,

или поне нищо неестествено – просто въпросните тиобацилуси са правили точно това, за което се използват най-често, още от времето на Римската империя. Правят го на места, където рудата на определен метал е с ниска концентрация и единственият вариант за добиването е биологически - с помощта на малките приятели. Образно казано, те я похапват от скалите и ни я дават в готова форма. Тъй като край Рио Тинто обаче са помагали за събирането на мед, а освен нея са окислявали и желязо – именно този метал се натрупва по реката и не се отразява особено благотворно на живота край нея. „Помага“ му и високата киселинност.

Начинът, по който тиобацилусите „похапват“, определено има отношение към нашата тема, затова и ще ви го разкажем по-подробно. Наричат се литотрофи, което ще рече, че любимото им „ястие“ са камъните (λίθος на гръцки означава „камък“) – неорганичните вещества им помагат да си осигурят нужната енергия. Предпочитат пирита, познат и като „златото на глупаците“, защото външно много прилича на благородния метал и някога бил повод за подигравки сред прословутите американски златотърсачи. Добре известна е историята за пълния с пирит кораб, който Жак Картие, един от първооткривателите на

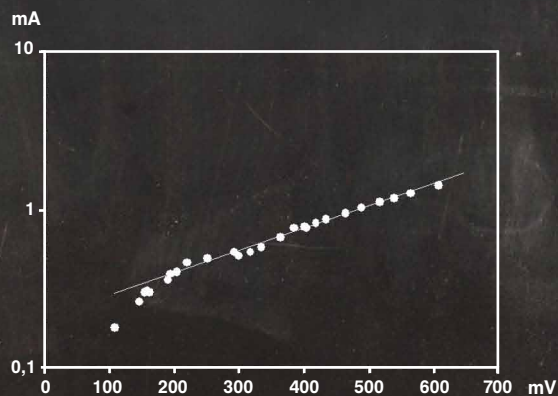
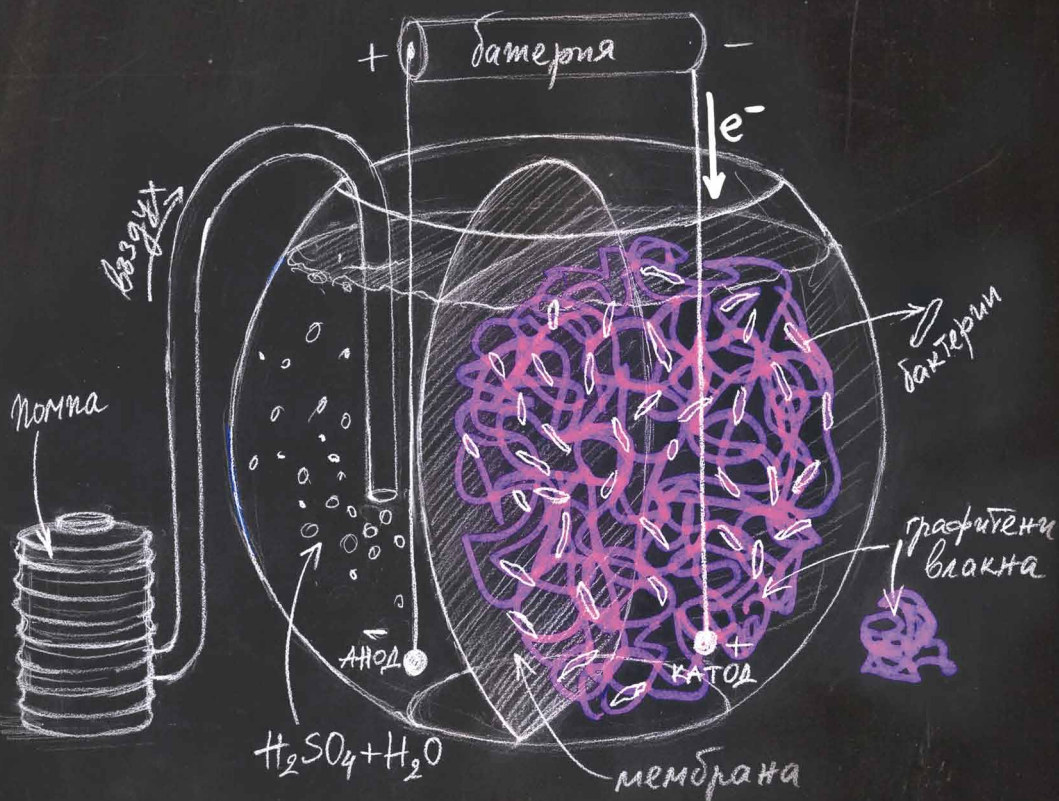
канадските зебри, дал имената на Канада и на Монреал, гордо откарал от Северна Америка в родната си Франция, а щом разбрал грешката, крал Франсоа I не само лишил Картие от доброто си отношение, но и изоставил изследването на тази част от света за половин век...

За да растат, тиобацилусите улавят атмосферния въглероден диоксид, осигуряващ им неизменния за всички живи същества въглерод. Общо взето, почти същото, което правят и растенията, само че, използвайки слънчева енергия, вместо тази на твърдите скали, за да превърнат въглеродния диоксид в биологична маса. И затова попадат в група

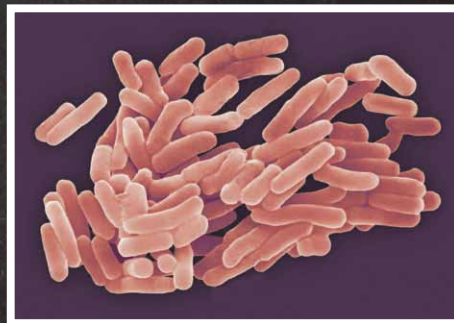


Проф. Караманев (вдясно) заедно с аспирант пред 660-литров електробиореактор, създаващ 120 ампера ток.

Електробиореактор



Изменението на силата на тока при подаването на различен волтаж показва, че бактериите наистина консумират насочените електрони.



Acidithiobacillus ferrooxidans, поленнели по графитените влакна, се хранят с ток в опитната установка и се оказват първите електротрофи.

подгрупа – на автотрофите (или „самояди“ от гръцки).

Ако се взгледаме по-внимателно в химичната страна на въпросното похапване, тя ще изглежда по този начин: ядейки, те разтварят пирита, представяващ железен сулфид, до железен сулфат и сярна киселина и по този начин си осигуряват енергията. Именно това им качество използваме вече две хилядолетия. Днес основно се случва при нискокачествените руди, които не могат да се оползотворяват по класическия начин, защото съдържат по-малко от 1% мед. Те се ръсят с вода, съдържаща тиобацитуси, които разтварят рудата, превръщайки я в меден и железен сулфат и сярна киселина. Те се оттичат, натрупаното се събира и в него се разхвърлят железни стружки, които обират медта. Случва се на много места, 25% от световния добив на метала е именно по този начин.

Така се добива и злато, което макар и в ниска концентрация също се съдържа и в блещукащия двойник, докарал проблеми на френските си покорители. Бактериите разтварят пирита и освобождават златото, дори то да е в концентрация 10-ина грама на тон. По метода се добиват още и кобалт, никел – многобройни полезни за хората метали. Този метод не изисква сериозни инвестиции, случва се лесно и безопасно, поглъща несравнимо по-малко енергия.

БАКТЕРИИ ВЕСЕЛУШКИ...

Но нещо госта по-различно решил да опита проф. Кара-

манев. За експериментите си българският учен забъркал пикантен коктейл, за да получи възможно най-силния представителен щам, като смесил проби от България – от мините край с. Калугерово, от Желязната планина в Калифорния, от споменатото Рио Тинто.

Използвал важен детайл от храненето на тиобацитусите: че за разлика от сложната реакция, с която ние „зареждаме“ телата си, при тях химическият процес преминава на два госта по-отделени етапа – отново при първия се освобождават електрони, които след това се поглъщат, но всичко не става наведнъж, началният процес се случва извън клетката, а едва вторият, освобождаващ енергията – вътре.

И ако се поставим на тяхно място, лесно ще разберем защо: след като основният им източник на енергия е желязото, няма как да го допуснат вътре в тялото си – пробвайте и вие да похапнете от метала... Но извън шегата – този елемент наистина е вреден и именно затова вътре в клетките влиза не самото желязо, а електроните, освободени от първата част на реакцията. Те се улавят от специални ензими, които ги вкарват в клетката, за да бъде завършен процесът.

Едва там следва редукция на кислорода, получаване на енергия и частите за малката, добре нахранена бактерия.

Ами какво ще стане, ако вместо реакцията отвън се подадат просто насочени електрони, или, с други думи, познатият ни електрически ток? Ще може ли съществото да го

улови, да попадне в тялото му и да го „нахрани“? Този въпрос си задал проф. Караманев и решил да провери.

...СВЕТЯТ КАТО КРУШКИ

Първо възложил задачата на специалист. Няколко месеца младият учен пробвал да създаде опитната установка, но така и нищо не се получило. „Тогава сам започнах необходимите експерименти въщи. Превърнах мазето в лаборатория, където прекарвах по 3-4 часа след работа. Слава богу, че съпругата ми прояви здраво търпение, затова и винаги ѝ благодаря за откритието. Скоро мазето буквално заприлича на Рио Тинто...“, усмихва се ученият.

За опитната установка, както навсякъде, където протича ток, нужни били анод и катод. Използвал вода, в която протича електролиза, водородният йон, произвеждан от анода (снабден със сярна киселина и вода), преминавал през пропускливата мембрана и стигал до катода, представяващ графитени влакна – тънки нишки, приличащи на вълна. По тях полепвали микроорганизмите. Те веднага се закрепват на всяка повърхност, до която се доближат, с изключение на тефлон. Резултатът бил, че микроорганизмът получил на повърхността си насочени електрони.

Цялата установка Караманев нарекъл електробиореактор и макар да звучи госта научно, съвсем не е така – биореактори са дори кацата за „производство“ на кисело зеле и кофичката кисело мляко – всички затворени пространства, в които микроорганизмите са оставени да работят на воля.

Първата част от гумата пък, логично, идва от основната идея – да протича ток.

Когато цялата установка била готова и професорът я включил, се случило именно предпологаното – тиобацилусите започнали спокойно да „похапват“ електричество!

ИМА БАКТЕРИЯ...

В установката се измерва как се променя силата на тока при промяна във волтажа, което показва, че колкото е по-висок, толкова повече електрони „похапват“ бактериите. Правата линия е знак за абсолютно пряка зависимост – тоест електроните наистина се консумират, а бактериите растат и се размножават. Това е сигурно и защото материалите в цялата установка проф. Караманев внимателно подбрал така, че да няма химически вещества, способни да улавят електроните. С две думи: няма бактерии - няма поток на електрони и обратно.

Оттук професорът успява да изведе пръв в света и точни формули – уравнение, обединяващо параметрите между електрическата и биологичната част от системата, както и такова, отчитащо колко ток ще премине и с каква скорост ще растат микроорганизмите. Пряка е връзката и с дишането им – процесът продължава, докато животинките получават кислород от втората част на системата.

И ако всичко дотук ви се струва самоцелно, то това е, защото може би не се досещате за цялото значение на успешния експеримент.

На първо място, вече е ясно нещо, което си струва да бъде

включено на първите страници във всички учебници по биология – че освен хемо- и фототрофите съществува и трети тип организми, които проф. Караманев по аналогия решава да нарече електротрофи заради алтернативно-то им „блюда“ - електроните. Да, много са животните, ползващи тока, включително и ние – гошъл от централата, ни помага да си опечем хляба и индиректно да ядем. Но нашите бактерии са първите същества, които използват ДИРЕКТНО електрическата енергия за храненето си.

...ИМА ТОК

Това обаче съвсем не е всичко, защото по-интересни са потенциалните приложения на откритието. Например: то може да ни помогне съвсем пряко в битката с глада, тъй като наг 40% от тялото на тиобацилуса са чисти протеини. Значи: ако се направи подходящата установка, директно правият ток може да се превръща в храна – нещо, което по друг начин просто не може да се случи. С впечатляваща успеваемост, защото бактерията се дели на всеки 10 часа, след още толкова пак... и така експоненциално получавате огромен обем чисти протеини. Изсушеният тиобацилус от хранителна гледна точка е подобен на пилешкото месо. Мъничката са доказано нетоксични, а се срещат и в природата – това, че са създадени с помощта на ток, по никакъв начин не променя структурата им, защото всичко, различно от обичайното им хранене – а именно, подаването на електроните, се случва извън самите клетки.

Разбира се, в ранните етапи

е трудно да се каже дали тиобацилусното блюдо би могло да се приема от хората, но и в този му вид е ясно, че е идеално например за храненето на риба или други животни в стопанствата.

Идеите за микробни протеини били особено актуални през 80-те, но след това позагълхнали. Причината - по онова време микроорганизмите били хранени с метанол или петролни фракции и било много трудно и скъпо едноклетъчната протеинова маса да се пречиства достатъчно безопасно. В нашия случай нито един груг микроорганизъм освен тиобацилусите няма да може да се въди вътре и средата ще стане самостерилизуема, няма токсични химически вещества, нито микроорганизми. Днес, заради възможността всичко да се случва само с ток, е реално тази идея да изживее ренесанс до степен, че да реши огромните глобални проблеми с изхранването.

БАЦИЛИ ЧИПОВЕ

Още едно цяло ново направление, което вече граничи с идеите на научната фантастика, е микробната електроника. Основата на всичките многобройни чипове, които ни заобикалят отвсякъде, е отново движението на електрони по полупроводници. В повечето случаи те провеждат електричеството само в една посока. Ами ето че вече знаем: точно същото могат да правят и тиобацилусите. Защо да не им поверим тази роля, след като ще е евтина технология, даваща съвсем различни възможности в сравнение с досегашните материали? Разбира се, докато се стигне до такъв

етап, има много работа, но нима редица днешни изобретения не са изглеждали толкова далечни само преди десетилетие...

Нещо, за което пропуснахме да похвалим симпатичните бактерии, е, че са едни от най-елементарните форми на живот на планетата ни, също така използват най-простите възможни химически реакции, за да се развиват. Затова мнозина еволюционни биолози са на мнение, че тиобацилите са сред първите същества, населявали планетата ни. Ами ако в началните фази на еволюцията стои именно храненето им с ток? Ако например статичното електричество е било блядото на бактериите грядовци и е провело по някакъв начин последвалото им развитие? Защото електротрофията е още по-прост процес и по логиката на еволюцията съвсем възможно е да е предхождала останалите...

Разбира се, и това са въпроси, на които учени от други области тепърва ще имат възможността да отговорят. Но за да завършим с още едно от важните евентуални последици от направеното откритие, ще се върнем отново към електричеството. Защото проф. Караманев е категоричен, че както процесът „поглъща“ електроенергията, така би могъл не особено сложно да бъде променен и да започне да я произвежда – ако от лявата страна на биореактора се подава водород, то химичната реакция се обръща. По този начин енергията на водорода се трансформира в електрическа. Разбира се, за момента става дума за съвсем слаб ток от порядъка на милиампери, но все

нак и тази идея е в началото си и един ден би могла сериозно да се доразвие.

ПОХОДЪТ НА БАКТЕРИИТЕ

Проф. Караманев прави въпросните експерименти през 2003 г. Оттогава ги е докладвал на два световни конгреса по биотехнологии – в Дубай и Торонто. Успяват да привлекат вниманието на широк кръг специалисти от различни области. Например перуански учен казва, че електротрофията може да помогне сериозно в обясняването на процесите на фотосинтезата.

Колегите му от Канада пък започват на шега да наричат тиобацилуса „булгарикус“.

Така или иначе досега никои не излиза с особени възражения и не оспорва откритието.

За съжаление, много по-трудно то стига до широката аудитория. През юни 2003 г. ученият защитава временен патент в САЩ и предлага статията си за публикуване в световното списание „Нейчър“. Практиката там е материалите да се дават на трима рецензенти – водещи и безспорни имена в съответната област, които обаче остават анонимни. Двамина отказват и един гласува позитивно. Аргументите на първия са, че не става дума за изменен метаболизъм на тиобацилуса – вътре в клетката всички механизми работят по същия начин, и затова откритието не може да бъде признато. Вторият рецензент пък заявява, че всъщност нищо ново не е намерено, защото не е видно в природата бактериите да похапват ток. „Написах писмо

– извинявайте, но почти всички елементи в периодичната таблица след уран никъде ги няма в природата, обаче се броят за открития, нали?“, разказва специалистът.

Обратен отговор не последва, но няколко месеца по-късно – през септември, друг учен публикува изключително подобно изследване и предизвиква фурор в професионалните среди – малката разлика е, че не използва тиобацилус, а други микроорганизми с много сходно на тяхното устройство. Дори използва същия термин – електротрофия! Авторът се нарича Дерек Лавли и е световноизвестен специалист от Масачузетския университет.

Всъщност според проф. Караманев и авторството в случая не е толкова важно, колкото самото откритие, предлагащо толкова много перспективи. Оттогава електротрофията е доказана и при други сходни микроорганизми, постепенно влиза и в специализираните учебници.

За съжаление, през 2003 г. проф. Караманев решава да изостави тази област на проучвания и при това не поради някоя от обичайните поне по нашите ширини причини – липса на пари или перспективи. А защото открива нещо също толкова важно, но много по-близко до промишлено внедряване в една сходна област – за производството на ток, отново с помощта на микроорганизми, което значително по-скоро би могло да промени енергийната система... но за него, а и за първите на Земята бляда, печени на скара с ток, създаден непосредствено от живи същества, ще ви разкажем в следващ брой.