

Токсичните метали – един нерешен проблем от древността до наши дни

Петър Остоич, Михаела Белчева

Човешката дейност обаче води до освобождаването на допълнителни количества от тях, предизвиквайки както локални, така и глобални замърсявания. Това е следствие както от рудодобива и металургичните про-

цеси, така и от изгарянето на изкопаеми горива, а понякога – и от нехайното управление на опасните отпадъци. Пример за глобално замърсяване е живакът – през 2014 г. е изчислено, че Световният океан съдържа около 120 хиляди тона от този токсичен метал, като по-голямата част от тях са следствие от човешката дейност през последните две столетия. Както при много други екологични проблеми, най-добрият подход срещу разпространението на тежките метали в природата е предотвратява-

Днес токсичните метали са навсякъде около нас – присъстват в малки количества в атмосферата, почвите и сладководните водоеми, в Световния океан, в растенията и животните, дори в храните. Част от тях присъстват естествено в екосистемите от милиони години – все пак минералите, съставляващи земната кора, съдържат около 25% метали.

нето на тяхното освобождаване още на изхода – при отделянето им вследствие на различни производствени процеси, при изгаряне на горива и др. Веднъж изпуснат, „духът от бутилката“ не може да се

върне обратно. Металите и техните съединения се включват в кръговрата на веществата в екосистемите и циркулират в продължение на десетилетия – детоксикацията на замърсени райони е сложна и трудоемка, а в определени случаи и невъзможна.

И все пак – кои са токсичните метали и какво ги прави опасни за живите организми? Някои токсични метали, в малки количества, са абсолютно необходими за поддържане на живота. Това са т. нар. микроелементи. Такива са ме-

гта (Cu), необходима за синтеза на червените кръвни телца – еритроцитите и **цинкът (Zn)**, който се съдържа в множество ензими, някои от които участват в изграждането на имунната система, а други – в процесите на клетъчно делене и в „поправката“ на увреждания в ДНК. В големи количества обаче и двата метала предизвикват отравяне. Недостигът или излишъкът им води до нарушения в обмяната на веществата. При дози над 30 милиграма на килограм телесна маса при хора, медта води до чернодробна цироза и поражения в мозъка и бъбреците. В много големи дози цинкът може да доведе до анемия. Други метали нямат биологична роля във функционирането на организма и са токсични дори в минимални дози. Такива са **оловото (Pb)**, **кадмият (Cd)**, **арсенът (As)**, **талият (Tl)**, **живакът (Hg)** и някои органични съединения на **калая (Sn)**. Това обосновава забраните за поемането им дори и в малки количества. Понякога погрешно се счита, че само „тежките метали“ (метали с високо атомно тегло и относителна плътност) са токсични. Това обаче не е вярно – сред най-опасните химични елементи е **берилият (Be)**, който е много лек; **алуминият (Al)** и **литият (Li)** също водят до отравяне в големи дози. Дори благородните метали могат да бъдат смъртоносни. **Среброто (Ag)** в големи количества води до „сребърна болест“ (аргирия), при която кожата потъмнява. Въпреки слабата си разтворимост, **златото (Au)** може да



Римски оловни водопроводни тръби от времето на император Веспасиан

унищожи костния мозък. По отношение на такива елементи е добре да си спомним гумите на великия ренесансов лекар и алхимик Парацелз, който казва „дозата прави отровата“. В малки количества някои от изброените метали са жизнено необходими, а в големи застрашават живота.

Откога знаем за тази опасност? Отговорът е смайващ – откакто възниква писмеността в края на бронзовата епоха. Още с древноегипетски йероглифи е записано, че раните, нанесени с медно или бронзово копие заздравяват трудно. Най-страшен пример за отравяне с токсични метали е съдбата на древните римляни. След разгрома на Картаген от римляните (201 г. пр. Хр.) легионите на Републиката превземат по-голямата част от Иберийския полуостров и подчиняват местните племена. В земите на днешна Андалусия римляните откриват един от източниците на картагенската мощ – златни и сребърни рудници с недвижани дотогава мащаби. За съжаление, иберийските руди са много богати и на олово – метал, който



Гл. асистент Петър Остоич е бакалавър по биохимия и клетъчна биология от университета „Якобс“ в Бремен, Германия (2006 г.). Магистър по радиационна биология (UCL, 2007 г.), бивш служител на френския Комисариат по атомна енергия (CEA), 2007-2008 г. Доктор по екология, работи в Института по биоразнообразие и екосистемни изследвания към БАН



Доц. g-р Михаела Белчева завършва Биологическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. През 2004 г. защитава докторска теза по „Екология и опазване на екосистемите“ в Институт по зоология при БАН, чийто наследник е настоящият Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания.

римляните получават, но отначало не знаят как да употребят. В своята „География“ Страбон пише за купищата „сребро, желязо, калай и олово“ които тези земи дават. Много скоро римляните започват да употребяват оловото за производство на покривни плочи и тръби – водостоци, водопроводи. А след като го смесят с киселина, добиват оловен ацетат, използван тогава за подслаждане на вино и гроздов сок. Скоро, подобно на проклетие от унищожения Картаген, римляните са застигнати от тайнствена болест, която те наричат „Сатурнова погазра“ – болки в костите, халюцинации, изблици на ярост, анемия и накрая смърт. Засегнати са както реговите римски граждани, така и аристократи. Счита се, че от болестта е страдал и известният със своята избухливост и ексцентричност император Калигула. Мнозина си отиват от този свят едва 30-годишни. Днес знаем, че това е било оловно отравяне. „Сатурновата погазра“ покосява наред „цвета“ на Рим, пише професорът от Мичиган (САЩ) Джером Нриагу (Jerome Nriagu), автор на книгата „Олово и оловни отравяния в Античността“ (1983). Счита се, че оловното отравяне е един от основните фактори, допринесли за края на Западната римска империя.

Знаели ли са древните римляни за вредите от оловото? Някои източници показват, че са се досещали. „Бащата на архитектурата“ Витрувий (80 – 15 г. пр. Хр.) пише, че най-добрата вода за пиене е гъждовната, а единствените водопроводи, които трябва да се строят, са от глинени тръби. Въпреки това, оловни водопроводи са изградени още дълги векове – акведуктът на Мария Медичи в Париж (1623 г.) е с оловни тръби; по подобен начин са построени и фонтаните в двореца Версай (1668 – 1689г.).

Какво се случва с токсичните метали след древността? В края на Ренесанса лекарите започват да използват разтвори на мед, олово и кадмий за лечение на инфекциозни болести. Въпреки че рядко водят до пълно оздравяване, тези приложения облекчават симптомите, както знаем днес, поради бактерицидните свойства на металите. На 5 декември 1791 г. във Виена на 35-годишна възраст умира композиторът Волфганг Амадеус Моцарт. Погребан е в масов гроб и аутопсия (нещо извънредно рядко в онези години) няма. Въпреки това моментално тръгва мътва, че е отровен от своя конкурент, композиторът Салиери. Тази легенда вече не се приема сериозно, а вероятната диагноза на Моцарт е бъбречна недостатъчност. Днешните изследователи считат, че най-вероятно първопричината е инфекция, но е известно също така, че композиторът се е самолечувал през целия си живот с лекарства, съдържащи метала **антимон (Sb)**, чиято токсичност наподобява тази на арсена и може да доведе до петна по кожата и нефропатия. Каквато и да е истината, светът губи един гений, а медицината печели още един неразрешен спор.

Проблемът с токсичните метали се разраства като мащаби през индустриалната епоха. Все повече хора са изложени на ефектите на оловото. То присъства навсякъде: в печатниците (където линотипите работят с разтопено олово), в металургията, стъкларството, а и в самия въздух на промишлените градове. Железни руди, съдържащи олово, арсен и кадмий, се топят в гигантските доменни пещи и леярни на Шефилд, Манчестър, Бирмингам, Ливърпул, Лийдс и Ковънтри, където постоянният смог, пренаселеността, бедността и изтощението правят човешкия живот груб,

мъчителен и кратък. Манчестър, през 1700 г. селище с една църква и 9 хиляди жители, през 1850 г. е вече град от над един милион души. Реката Ъруел, която минава през центъра му, на практика остава лишена от живот до 50-те години на XX век вследствие на замърсяването. През индустриалната епоха навлиза широко употребата на три токсични метала: **хром (Cr)**, **никел (Ni)** и **молибден (Mo)** като легиращи елементи в стоманата. Освен това оловото, кадмият и медта намират приложение в органични и неорганични багрила и пигменти. През 1842 година британският социален реформатор Едуин Чадуик (Edwin Chadwick) публикува своя „Доклад за санитарните условия на трудещото се население във Великобритания“, в който установява, че средната продължителност на живота на работниците в индустриалните градове не надвиша-



Парацелз, който казва, че „дозата прави отровата“



Индустриалната революция е съпътствана от безмилостно замърсяване на околната среда в раждащите се промишлени центрове

ва 20 години. Основна причина за това са лошите условия на труд, включително липсата на контрол върху вредните вещества. Индустриалната епоха ни е оставила и нещо положително, свързано с токсичните метали – през 1907 година на базата на арсена Паул Ерлих (Paul Ehrlich) създава съединението арсфенамин (Салварсан), което се превръща в първия ефикасен лек за болестта сифилис. На практика това е първият синтезиран антибиотик, предшестващ пеницилина и сулфонамидите с над десетилетие.

Съвременните проблеми с токсичните метали са свързани с тяхното освобождаване в околната среда и въздействието им върху хората, както и въобще върху живите същества. През

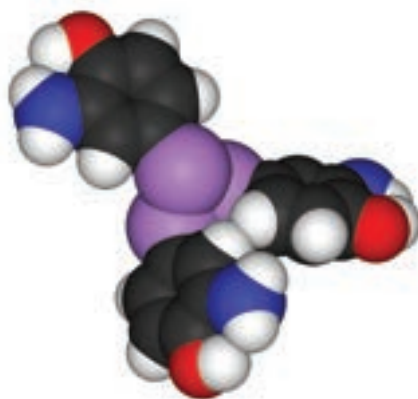
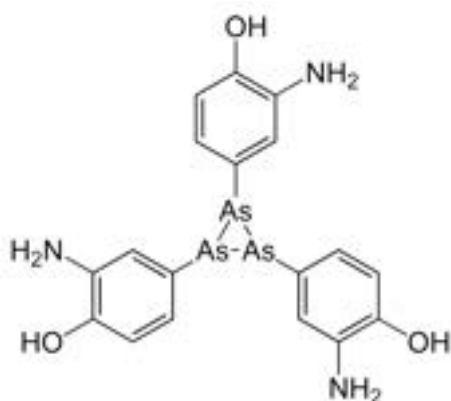
1956 г. в следвоенна Япония се появява болестта „Минамата“, характеризираща се със симптоми на невротоксичност – болки, атаксия (нарушения в координацията и равновесието), парализа, психотични симптоми. Установено е, че заболяването се появява като следствие от изхвърлянето на привидно безвредни количества метилови и сулфатни съединения на **живака (Hg)** в залива Минамата от химичния концерн „Чисо“. За съжаление, органичните съединения на живака се натрупват в организма на мидите и рибата в процес, известен като **биоаккумуляция**. Открито е, че морските деликатеси в залива Минамата съдържат над 100 пъти предельно допустимите нива на живак, открити в незамърсени участъци на Японско

море. В резултат на болестта „Минамата“ са починали 2265 души, като много други са останали с трайни увреждания. В тази връзка са и думите на бащата на съвременната екология Юджийн Одум (*Eugene Pleasants Odum*), който казва: „Възможно е да освободим в природата привидно безвредно количество замърсител, но да го получим обратно в смъртоносен пакет“.

В XXI век в развитите страни законите и мерките срещу освобождаването на токсични метали в околната среда са строги. Въпреки това проблемът отказва да изчезне. Дори в богатите държави опасността не е отминала – пример за това е замърсяването с олово на питейната вода в град Флинт (Мичиган, САЩ) установено през 2014 г. В страните от Третия свят положението е катастрофално. Пример за това е гобиът на злато в откритите рудници в Нигерия, при който се освобождават огромни количества олово във водоемите. Такива са и кобалтовите мини в Република Конго, които осигуряват 70% от световния

кобалт, но използват детски труд и замърсяват необратимо околната среда с отровни метали.

За съжаление, световният „глад“ за кобалт нараства, тъй като той е един от основните компоненти на литиевоионните батерии, които са навсякъде днес – от мобилните телефони до електрическите коли. Това ни отправя към последния назряващ и все още без решение проблем в нашия разказ: **литиевоионните батерии**. Освен литий и кобалт, те съдържат алуминий, мед и понякога никел. Днес те са повсеместни и употребата им нараства със светкавични темпове заради все по-широкото навлизане на електрическите коли в бита на хората. Но какво ще стане с амортизираните батерии? По какъв начин ще се съхраняват и рециклират тези изключително опасни отпадъци? Както отбелязва британският вестник „Гардиън“, за момента няма технология за рециклирането на този тип акумулатори. Веднъж отворена, литиевоионната батерия може да се самозапали или да



Молекулярната структура на първия антибактериален препарат арсфенамин (Салварсан)



Детски труд в кобалтова мина в Република Конго, 2016 година



Литиевойонните батерии са основа на електромобилната революция

експлодира, освобождавайки токсични метали в околната среда. И така, в зората на XXI век, човечеството отново

навлиза в период, в който въвежда технологии, които решават някои проблеми, но създават нови. Затова и токсичните метали остават все още нерешен проблем – от древността до наши дни. В последните години учените от различни сфери на познанието работят все по-усилено върху използването на природни материали и синтетични продукти, както и разработване на методики, свързани с извеждането на токсичните елементи от кръговрата на веществата в екосистемите. Възможностите в това отношение са много и има добри перспективи както по отношение на извличането им от почвите и водите, така и чрез прилагане на продукти за директна детоксикация на живите организми с прилагане на различни сорбенти, действащи на йонообменен принцип. Бъдещето ще покаже ефективността на тези методи, а засега резултатите са оптимистични.

Тази работа беше подкрепена по проект от фонд „Научни изследвания“ (ФНИ), Министерство на образованието и науката Проект № КП-06-Н44/З. ■

Огромни инвазивни питони живеят във Флорида

В началото на юни 2022 г. американски списания публикуваха съобщения и снимки за улавянето на огромен азиатски питон в заблатени влажни зони в южния щат Флорида (САЩ). Специалистите го идентифицирали като Азиатски или Бирмански питон, чието научно име е *Python bivittatus*. Неговите размери били наистина впечатляващи – дължина на тялото 5.4 м и тегло 97 kg! Влечугото било открито и уловено по-точно в райо-



Уловеният Бирмански питон, носен от сътрудници от Природозащитната служба на Флорида

на на известния Национален защитен парк Everglades, чрез използването като примамка на друг по-дребен питон. Уловеният гигант се оказал полово зрял женски екземпляр, в който при дисекцията били открити огромен брой яйчни фоликули (над 120), готови след оплождане да дадат начало на нова многобройна популация на вида в САЩ.

Родината на Бирманския питон, известен още като Тъмен или Тигров питон, е Североизточна Азия. В родината си той достига също огромни размери – до 6 м. дължина и живее средно около 20 г., но един екземпляр е живял в зоопарк и до 28 г.! Според зоолозите той се нарежда между 6-те най-големи змии в света. Предпочита и обитава влажни и заблатени места, обрасли с трева, редки дървета и храсти. Отличен плувец, той често навлиза и във водите на блатата и разливите, за да лови жертвите си. А те са твърде разнообразни – земноводни, влечуги, птици и бозайници, между които даже и дребни сърни.

В САЩ Бирманският питон е внесен вероятно случайно като „домашен любимец“ през 70-те години на миналия век. Попаднал по-късно в природата, (случайно или умишлено?), той се адаптирал успешно към топлия влажен климат на Флорида и започнал да се размножава и разселва в природата. Скоро започнал да нанася и вреди като всеяден

хищник и станал известен и с народното име „американски ализатор“.

Тъй като инвазивният Бирмански питон нанася значителни вреди на естественото биоразнообразие на Флорида срещу него вече се води активна борба за намаляване на популацията му. С цел ограничаване на размножаването му е разработен и интересен начин за по-лесно откриване и улавяне на полово зрелите женски питони в природата. Това става чрез имплантиране на GPS устройства в тялото на мъжки питони, които пуснати във влажните блатисти райони на Флорида по-лесно откриват и „посочват“ местата на възрастните полово зрели женски индивиди. Според д-р Сара Фънк (Dr Sarah Funk), биолог от Службата за защита на дивата природа на Флорида, улавянето и ограничаването на много плодовитите женски питони е много важно за ограничаване на вредното въздействие на този инвазивен вид в дивата природа на Флорида. Д-р Фънк съобщава още, че например за улавянето на рекордния женски питон, описан по-горе, е бил използван по-дребен (3.7 м.) мъжки питон на име Дион, който послужил като „стръв“ за улавянето на гигантската женска със стопиците потенциални нови питони в нея.

По Live Science