

Токсините в околната среда

Васил Симеонов



Свикваме с мисълта, че околната ни среда е замърсена и очакванията за нещо по-добро не са насърчителни. Но има един компонент на представата за „замърсена околна среда“, който значително се различава от призивите за по-малко боклуци и изхвърлени найлонови торбички или свежи зелени площи. Става дума за замърсители на околната среда, които са токсични. Точно този вид замърсители са предметът на изследване от една относително млада научна дисциплина, наречена *екотоксикология*.

Начинът на постъпване на отровното вещество в организма зависи съществено от физичните или химичните свойства на отровата. Най-удобните „входове“ са през кожата, през белите дробове и през устата. Дихателната система поема най-често токсични газове или фини твърди или течни аерозоли. Твърдо отровно вещество може да постъпи в организма и през устата. Абсорбция върху кожата е вероятен вход за течности, разтвори и

полутвърди вещества (например тиня).

Още с навлизането си в организма отровното вещество се среща с някои защитни бариери. Така например токсичният живак се абсорбира през алвеолите в белите дробове

много по-лесно, отколкото през кожата или храносмилателната система.

Организмите могат да служат като индикатори за различни видове замърсители. В такъв случай се говори за биомонитори или биоиндикатори. Например някои висши

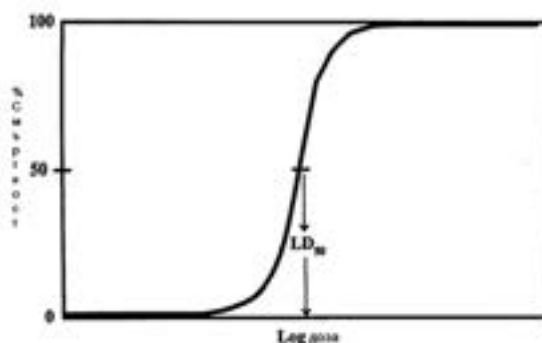
растения, гъби, лишеи и мъхове могат да бъдат важни биоиндикатори за замърсяване на околната среда с тежки метали.

Биологичните ефекти от едновременно въздействие на две или повече токсични вещества могат да бъдат различни от тези на действието на веществата поотделно. Когато две вещества оказват еднакво физиологично въздействие, техният общ ефект може да е просто адитивен или синергичен (общият ефект е по-голям от сумата на двата отделни ефекта). Усилване на ефекта може да се наблюдава, когато неактивно вещество повишава токсичния ефект на активно вещество, а антагонизъм се наблюдава, когато едно активно вещество намалява ефекта на друго, също така активно вещество.

Отровите имат широк спектър на въздействие върху организмите. В количествено отношение тук се включват минималното ниво, при което се наблюдава токсичен ефект, чувствителността на организма към малки увеличения на количеството отрова и нивата, при които се наблюдава краен ефект (обикновено смърт). Всички тези фактори се вземат предвид при отчитане на връзката между дозата и реакцията на организма, която е ключовата концепция в токсикологията. Дозата е количеството от отровно вещество (обикновено за единица тегло), на което е изложен организъмът. Реакцията е ефектът върху организма, получен при излагане на отровно въздействие. За да се дефинира връзката между тях, е необходимо да се определи някаква специфична реакция (например смърт), както и условията, при които тя се получава (например времето от приемане на дозата до фаталния изход). При относително ниски дози никой от даден вид тестови организми не показва реакция (всички организми остават живи), докато при по-високи дози всички организми реагират (всички загиват). Между тези два крайни случая има поредица от дози, при които някои организми реагират, а други – не. Така може да се дефинира съответна крива за зависимостта доза/реакция. Тази зависимост е много различна за различните видове и щамове от организми, тъкани и клетъчни попула-

ции. Според еколозите именно изучаването на реакции на микроорганизми спрямо токсични вещества, замърсяващи природата, е същността на новото екологично направление, наречено екоотоксикология. Въпросът е да се подберат подходящи организми (клетъчни култури, бентосни организми, риби) и да се провери устойчивостта им към замърсителите чрез изучаване на кривата доза/реакция. Интересно е, че в някои доказано замърсени екосистеми (тежки метали, пестициди и др.) екоотоксичността не е висока и обратно, тя има високи стойности в системи, смятани за екологично чисти. Това показва колко сложен е въпросът за устойчивостта на живите организми към токсични вещества.

Зависимостта доза/реакция на организма има следния вид:



Зависимост доза/реакция на организма

Крива от този вид може да се получи при въвеждане на различни дози отрова по един и същ начин към хомогенна популация от тестови животни и записване на акумулирания брой смъртни случаи като функция от логаритъма на количествения параметър на дозата. За това са разработени съответни апарати и методи. Дозата, съответстваща на инфлексната точка в S-образната крива, е статистическа оценка на дозата, която би убила 50 % от обектите, и се бележи с LD_{50} . Дози, за които биха загинали 5 % (LD_5) и 95 % (LD_{95}) от опитните животни, могат да се оценят от графиката. Относително малка разлика между LD_5 и LD_{95} ще доведе до по-стръмна S-образна крива и обратно. Статистически разгледано, 68 % от всички стойности



Лабораторно определяне на екотоксичност

на кривата доза/реакция попадат в областта ± 1 стандартно отклонение от средната стойност LD_{50} и обхваща интервала от LD_{16} до LD_{84} .

Въведени са стандартни оценки на токсичност, които се използват за представяне на токсичността на различни вещества по отношение на човека. Когато има съществена разлика между LD_{50} -стойностите за две различни токсични вещества, веществото с по-ниска стойност се определя като по-ефективно като отрова.

Досега отровното действие бе описвано предимно на базата на крайния ефект – загиване на живия организъм, наричано още летален ефект. Той очевидно е необратимо следствие от излагането на отровно въздействие. Но в редица случаи от по-голямо значение са сублеталните и обратими ефекти, например при приемане на лекарства, при които поемането на регистрирано лекарствено средство, водещо до смърт, е много рядко явление. Обикновено се наблюдават вредни или полезни странични ефекти. По своята същност лекарствата са в състояние да променят биопроцесите, така че потенци-



Екотоксикологични тестове

алната вреда от тях винаги присъства. Главно при определяне на дозата поемано лекарство е да се намери такава, която има адекватен лечебен ефект без нежелани странични реакции. За всяко лекарство може да се построи крива за зависимостта доза/реакция, която започва от неефективни нива, минава през ефективни (за лечението) нива, вредни нива и стига дори до летален изход. Ако тази крива е в малък наклон, това показва, че лекарството разполага с широк интервал от ефективни дози и голям интервал от безопасни дози. Последният термин се отнася и до други вещества, например

пестициди, за които е желателно да показват големи разлики между дозата, която убива даден вид, и тази, която може само да повлияе на друг.

Сублеталните дози на повечето отровни вещества се отстраняват в крайна сметка от организма. Ако няма трайни ефекти от поемането на токсини, се говори за обратимост. Ако обаче ефектът е постоянен, тогава той се нарича необратим. Необратимите ефекти от поемането на токсини остават и след като токсичното вещество е отстранено от организма. За различните химически вещества и различните субекти на тяхното въздействие токсичните ефекти могат да варират от тотално обратими до тотално необратими.

Изследването на кривата доза/реакция показва, че някои обекти са много чувствителни на определени отрови (например онези, които загиват при доза, съответстваща на LD_{50}), докато други са твърде

устойчиви към същите вещества (например устояват и на доза, съответстваща на LD_{95}). Тези два типа от реакции илюстрират съответно хиперчувствителността и хипочувствителността. Обекти, които попадат между тях, се дефинират като нормални. Тези вариации в реакцията създават проблеми в токсикологията, понеже не може да се гарантира доза, която да създава точно определена реакция, дори в една хомогенна популация.

В последните години вниманието в токсикологията се премести от добре познати, обикновено тежки акутни заболявания, развивани за кратък период време от интензивно излагане на действието на отрови, към хронични, не толкова тежки заболявания, предизвиквани от дългосрочно въздействие на ниски концентрации от токсини. Макар че крайният ефект от последния вид заболявания е обикновено сериозен, тяхното проследяване, диагностициране и оценяване е много трудно

Подготвяне на екотоксикологични тестови организми за биолуминесцентно измерване



поради дългия латентен период, несигурността при определяне на ниските нива на въздействие, късната поява на реално заболяване и т.н.

Критичен момент при оценяване на въздействието на токсичните вещества, например такива от вредните и опасни отпадъци, е определянето на възприемчивостта на организма към различните отрови. Много се знае за въздействието на тежки метали, радиоактивни вещества, някои минерали като азбест и за реакциите на организма към тях. В същото време много органични вещества са все още недостатъчно изучени по отношение на токсични ефекти и тяхната външна проява. Помощ в това отношение оказват т.нар. епидемиологични изследвания, прилагани главно към замърсители на околната среда (например от вредните отпадни продукти и химикали). При тях се търси корелация между определен вид заболяване и вероятно излагане на населението (категория работници или служители и други хора, обединени по някакъв принцип) на вредно въздействие на токсини. Съществуват два основни подхода при подобен род изследвания. Единият от тях предвижда търсенето на заболявания, за които се знае, че се причиняват от вещества, срещащи се в района на изследването – като емисии от вредни замърсители на околната среда. Вторият подход изисква търсенето на групи от ненормално висок брой от случаи на определен вид заболяване в ограничен географски район и опит за локализиране на източниците на замърсяване с вредни вещества. Най-често наблюдаваните заболявания в подобни групи от пациенти са различни видове рак, спонтанен аборт и малформации при раждане.

Важен момент в оценката на риска от определени здравни проблеми при въздействие на вредни замърсители е екстраполацията от експериментално получените резултати. Обикновено необходимият краен резултат е оценка, която

показва кога има малък брой заболявания при хората, изложени на въздействието на ниски нива токсикант за дълъг период от време след продължителен латентен период до поява на симптоми. Получените данни са почти винаги от експерименти с опитни животни, изложени на високи нива от вредното вещество за относително кратък период от време. Екстраполацията става с използване на линейни или нелинейни зависимости, описващи експерименталните резултати. Тази екстраполация води до заключения, обаче не за опитните животни, а за хората и съдържа голям процент несигурност и неопределеност.

Токсикологичните изследвания и заключения са много важни при оценка на потенциалната опасност от замърсителите и вредните вещества в околната среда. Едно от основните направления, където токсикологията се припокрива с темата за токсичните замърсители, е така наречената оценка на здравния риск. Оценката на риска е изключително важен подход и включва познаването на следните фактори: специфични характеристики на изследвания район, вещества, емитирани в околната среда, индикаторите за даден тип замърсяване, потенциални приемници на продуктите на замърсяване, отпадъци, вредни вещества и начини на разпространение на замърсителите.

Съвсем скоро екоотоксичността ще е продължителен показател за качеството на водите, въздуха и почвите, наред с традиционните и утвърдени показатели като тежки метали, органични замърсители, газове. Не бива да се приема, че всичко около нас е токсично и опасно и да се изпада в паника и безнадежност. Трябва да помним, че „дозата прави отровата“ и има съответен праг на допустимост за всяко токсично вещество. Така че нека оставим на учените да изследват все по-добре проблемите на екоотоксичността, да ни информират за опасностите и да ни успокояват срещу лъжливи пророци. ■

Какво знаем за биоразнообразието на Средиземно море?



Древното латинско име на Средиземно море – *Mare medi terraneum*, означава „Море в средата на земята“. То е едно от първите морета, обитавано и изучавано от древните човешки цивилизации, и с право се приема, че от съвременните морета е и най-добре проучено в биологично отношение. В последните десетина години голям колектив от 37 учени, главно от средиземноморските страни, са извършили проучване на съвременното биологично разнообразие в Средиземно море и основните заплахи за неговото съществуване и екологично равновесие. Техните резултати, публикувани неотдавна в известното научно списание PLOS One, посочват, че в Средиземно море днес живеят около 17 000 различни видове морски организми – от бактериите до висшите морски бозайници. Авторите отчитат обаче тези данни вероятно са приблизителни, защото все още много райони на морето не са достатъчно добре изследвани, особено в района на африканското крайбрежие. И понастоящем продължава откриването и описването за първи път в науката на неизвестни досега видове морски организми, особено от царството на бактериите и по-нисшите безгръбначни животни. Една от важните констатации в резултат на проучването е, че биоразнообразието в Средиземно море е най-голямо в крайбрежните му зони и на дълбочина до около 250 – 400 м, а в

дълбоките зони то е значително обеднено. Но в тези крайбрежни зони и антропогенният натиск е най-значителен и прогресиращ, а това силно се отразява и на загубите в биоразнообразието. Като много сериозна заплаха за биологичното разнообразие в Средиземно море авторите посочват и непрекъснатото навлизане в него на чуждестранни видове животни, част от които се проявяват в новото си местообитание като опасни инвазивни видове, редуциращи местното биоразнообразие. Ще припомним, че от Средиземно море през Босфора и Дарданелите и в Черно море бяха внесени в миналото такива опасни инвазивни видове като Рапана (*Rapana thomasiana*), Мнемипсис (*Mnemiopsis leidyi*), Берое (*Beroe ovata*) и груги, които оказаха сериозно негативно влияние върху черноморската екосистема. В заключение на посоченото проучване са определени и „горещите точки“ с най-големи заплахи за биоразнообразието на Средиземно море: Гибралтарският проток, Западното африканско крайбрежие, Адриатическо и Егейско море. По богатство на видове в Средиземно море по-големите зоологически групи се подреждат така: Еноклетъчни – около 4400 вида, Водни гъби – 681, Мешести – 757; Червеи (общо) – 2172, Ракообразни – 2239, Риби – 650 и други гръбначни животни (вкл. Бозайници) – 43, а броят на водораслите и висшите растения е около 850 вида.

По PLOS One