**Pesticide “Dirty Dozen”. Aspecte chimice și toxicologice**

Lubomir Simeonov, Yordan Simeonov

Space Research and Technology Institute (SRTI)

Bulgarian Academy of Sciences (BAS)

Acad. G. Bonchev Str., Block 1

1113 Sofia, Bulgaria

lubomir.simeonov@gmail.com



**Pesticide “Dirty Dozen”. Aspecte chimice și toxicologice.**

Convenția de la Stockholm privind poluanții organici persistenți (POPs), semnată în 2001, a interzis sau au fost restricționați 12 compuși sau clase organice clorurate datorită toxicității și capacității lor de a se acumula în mediul înconjurător și de a se amplifica prin intermediul rețelei trofice globale. Printre ele sunt unsprezece pesticide, respectiv Aldrin, Clordan, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptaclor, Hexaclorobenzen, Kepone, Lindane, Mirex, Toxaphen. Aceste pesticide au jucat un rol istoric în atenuarea impactului asupra sănătății agenților patogeni umani proveniți de la paraziți, cum ar fi paraziții malariei și în protejarea culturilor alimentare, pentru a permite hrănirea mai bună a unei populații din ce în ce mai mari, în special în zonele subtropicale și tropicale. Acești compuși au fost desemnați în jargonul jurnalistic drept "Dirty Dozen" și au fost incluși în Anexele A, B și C (Anexa A - Chimicalele produse în mod intenționat care trebuie eliminate, Anexa B - Produse chimice produse cu intenție cu restricții, Anexa C - Produse chimice produse neintenționat).

Părțile la Convenția de la Stockholm au convenit să revizuiască periodic lista pentru a adăuga mai mulți compuși sau clase, dacă îndeplinesc anumite criterii pentru persistență și amenințare transfrontalieră. Al doilea set de nouă substanțe chimice noi care urmează să fie adăugate la Convenție a fost convenit la o conferință de la Geneva din 8 mai 2009. Dintre acestea, patru sunt pesticide, trei izomeri ai Hexaclorciclohexanului (printre care este Lindanul) și Clordecona (Kepone). Altele sunt substanțe ignifuge bromurate și acizi organici perfluorurați, ambele fără nici o legătură cu pesticidele. În luna mai 2011, în listă s-au adăugat endosulfan tehnic și izomerii săi înrudiți.

Preocuparea pentru sănătatea umană și a mediului se datorează, în principal, efectelor pe termen lung ale anumitor substanțe, în special prin întreruperea endocrină, interferența cu reproducerea, carcinogenitatea, deși dimensiunea efectivă a efectelor expunerii din viața reală este încă un subiect activ și dezbătut. Evaluarea riscurilor și analiza risc-beneficiu a unor pesticide-cheie, cum ar fi DDT, au nevoie de o înțelegere aprofundată a mecanismelor de toxicitate și a relevanței acestora pentru om în diferitele stadii de viață.

Ca urmare a interdicției Stockholm, stocurile mari de pesticide inutilizabile se acumulează în unele țări și reprezintă astfel o amenințare considerabilă pentru mediu și pentru sănătatea umană, de asemenea datorită degradării inevitabile a substanțelor active formulate în materiale puțin tractabile.

**ALDRIN** (Anexa A) a fost utilizat în industrie, agricultură și controlul sănătății publice. Aldrin a fost folosit pe scară largă pentru a trata semințele și solul până când a fost interzis în majoritatea țărilor în anii 1970. A fost aplicată pe soluri pentru a ucide termite, lăcuste, rădăcini de viermi de porumb și alți dăunători de insecte. Aproximativ 270 000 de tone de Aldrin și pesticide conexe au fost produse între 1946 și 1976.

CAS: 309-00-2

Aldrin este toxic pentru oameni; Doza letală de Aldrin pentru un bărbat adult a fost estimată a fi de aproximativ 5 g, echivalent cu 83 mg / kg b.wt. Semnele și simptomele de intoxicare cu Aldrin pot include cefalee, amețeli, greață, stare generală de rău și vărsături, urmate de mișcări musculare, mioclonii și convulsii. Deși acest lucru poate fi oarecum relevant în intoxicația acută accidentală sau voluntară, are o relevanță mică, dacă este cazul, în ceea ce privește expunerea la mediu.

**CLORDAN** (Anexa A) - Produse chimice sintetizate în mod intenționat care trebuiesc eliminate). Producerea de către părțile înregistrate și utilizată ca ectoparaziticid local, insecticid, termiticid (inclusiv în clădiri, baraje și drumuri) și ca aditiv în adezivii pentru placaj. Clordanul este derivat cu mai mult clor față de Heptaclor, preparat de asemenea din Hexaclorciclopentadienă și Ciclopentadienă, urmat de clorinare prin introducerea a trei atomi de clor, iar amestecul obținut conține doi izomeri, α și β, izomerul β fiind mai bioactiv. Amestecul conține clordan, heptaclor, nonaclor și compuși înrudiți. Clordanul a fost pentru prima dată sintetizat în 1944 și a intrat pe piața Statelor Unite din 1948 până în 1988 atât ca praf cât și ca soluție emulsifiantă.

 CAS: 57-74-9

Studiile multi-toxicologice publicate în ultimii cinci ani care au măsurat metaboliții Clordan în sângele uman au arătat că concentrațiile mai ridicate de oxiclordan cresc riscul declinului cognitiv, afectarea ficatului (enzime hepatice), boala arterială periferică, cancerul de prostată, diabetul de tip 2 și obezitate (circumferința taliei). În alte studii epidemiologice mari, concentrațiile crescute de oxiclordan, atât în ​​sânge, cât și în țesutul adipos (țesuturi grase sau legate de grăsimi) au crescut riscul de limfom non-Hodgkin și, de asemenea, concentrațiile mai mari în țesuturile cerebrale cresc riscul bolilor Parkinson.

**DDT** (Anexa B - Produse chimice produse cu intenție cu restricții)

Diclorodifeniltricloretanul (DDT) a fost sintetizat pentru prima dată în 1874. Proprietățile sale insecticide au fost descoperite în 1939 în laboratorul lui Paul Müller de la Ciba din Basel, Elveția. Müller a primit Premiul Nobel pentru Fiziologie și Medicină în 1948 "pentru descoperirea eficienței ridicate a DDT ca o otrava de contact împotriva mai multor artropode". DDT a fost utilizat cu mare succes în cel de-al doilea război mondial pentru a controla malaria și tifosul în rândul civililor și trupelor. La momentul descoperirii sale, avantajele DDT care l-au făcut cel mai cunoscut și cea mai util insecticid au fost stabilitatea, persistența mai mare, costul redus, toxicitatea scăzută la mamifere și spectrul larg de activitate insecticidă. După mai mult de 15 ani de utilizare în agricultură și gospodărie (în anii 1960, aproximativ 400 000 tone, aplicate anual în întreaga lume, care au condus la eradicarea aproape totală a malariei în câteva zone endemice anterior).

 CAS: 50-29-3

DDT este un disruptor endocrin. Se consideră că este probabil un agent cancerigen uman, deși majoritatea studiilor sugerează că nu este genotoxic direct. DDT acționează ca un receptor slab androgen. Componenta principală a DDT are activitate mică sau lipsă de activitate androgenică sau estrogenică. Componenta minoră a DDT are o activitate estrogenică slabă.

Toxicitate acută. DDT este clasificat de către OMS (Organizația Mondială a Sănătății) ca fiind "moderat periculos". În rare cazuri, DDT a fost administrat pe cale orală ca tratament pentru intoxicația cu barbiturice.

Toxicitate cronică. Dovezile epidemiologice indică faptul că efectele activității de perturbare a endocrinei pot să apară la om ca rezultat al expunerii la DDT. EPA (Agenția pentru Protecția Mediului) afirmă că expunerea la DDT dăunează sistemului reproductiv și reduce succesul reproducerii. Aceste efecte pot provoca toxicitate asupra dezvoltării și reproducerii, datele umane indică, de asemenea, posibile întreruperi în calitatea materialului seminal, menstruație, lungime gestațională și durata lactației. Documentate sunt scăderi ale calității materialului seminal în rândul bărbaților cu expuneri mari la DDT, DDT fiind asociată cu pierderea timpurie a sarcinii. Un studiu japonez al hipotiroidismului congenital a concluzionat că expunerea la DDT poate afecta nivelul hormonilor tiroidieni și "joacă un rol important în incidența și/sau cauzarea cretinismului. Alte studii au constatat că DDT interferează cu funcția tiroidiană în timpul sarcinii și în copilărie.

**DIELDRIN** (Anexa A). Dieldrin este epoxidul activ al lui Aldrin și este preparat industrial prin epoxidarea chimică a lui Aldrin. Acesta a fost folosit pentru controlul termitelor și a dăunătorilor din materiale textile, precum și a bolilor transmise de insecte și a insectelor care trăiesc în soluri agricole. Dieldrin este toxic pentru om și doza letală a fost estimată la 10 mg / kg b.wt, deci este mai toxică decât precursorul său metabolic, Aldrin. Pentru prima dată în 1969, farmacodinamica lui Dieldrin a fost studiată în studii de voluntariat la om. O observație asupra muncitorilor unei fabrici chimice pentru producerea pesticidelor (Aldrin, Dieldrin, Endrin precum și carcinogenul animal cunoscut, Dibromoclorpropan) a arătat o creștere a cancerelor hepatice și ale tractului biliar.

 CAS: 60-57-1

Pentru prima dată în 1969, farmacodinamica lui Dieldrin a fost studiată în studii de voluntariat la om. Acesta a fost legat de probleme de sănătate, cum ar fi Parkinson, cancer de sân, și imunitate, reproducere, și daune ale sistemului nervos. Este, de asemenea, un disruptor endocrin, care acționează ca un estrogen și antiandrogen și poate afecta negativ coborârea testiculară a fătului dacă o femeie însărcinată este expusă la aceasta.

**ENDRIN** (Anexa A). Aproximativ 80% din Endrin a fost consumat pentru combaterea insectelor dăunătoare de bumbac. A fost de asemenea utilizat pe orez, trestie de zahăr, cereale, sfeclă de zahăr, tutun și recolte, precum și în livezi ca un control al rozătoarelor și ca tratament pentru semințele de bumbac și fasole. S-a demonstrat că Endrinul este carcinogen la câteva locuri ale corpului la șobolan și, eventual, la șoarece și la câine. Câteva cazuri de intoxicație acută și fatală au fost raportate din consumul de alimente contaminate cu Endrin în diferite țări, împreună cu otrăvirea animalelor și a animalelor de companie. Un grup ingrozitor de cazuri de sechestru care au avut loc in 1988 in SUA a fost raportat ca "Povestea taquito-urilor toxice". Urmele Endrinului au fost găsite în cochilii tortilla (2,4 până la 4,6 ppm, care corespund mai puțin de 0,1 mg per bucată) cumpărate la un magazin, de mai multe familii din Orange County (California, SUA) și după consumul de la persoanele afectate, observate la doze de 50 mg / kg b.wt). În comparație cu Dieldrin, Endrin este mai puțin persistent în mediul înconjurător.

 CAS: 72-20-8

**Expunere.** Expunerea la Endrin poate să apară prin inhalare, ingestia de substanțe care conțin compusul sau prin contactul cu pielea. În plus față de inhalare și contactul cu pielea, sugarii pot fi expuși prin ingerarea laptelui matern al unei femei expuse și fătul in utero (nenăscut, înainte de naștere) este expus prin intermediul placentei.

**Efecte neurologice.** Simptomele otrăvirii cu Endrin includ cefalee, amețeli, nervozitate, confuzie, greață, vărsături și convulsii. Endrinul afectează la om în principal sistemul nervos central, acționând ca un neurotoxin, care blochează activitatea neurotransmițătorilor inhibitori, ducând la convulsii și moarte. Endrinul poate fi depozitat în țesuturile adipoase din organism, simptomele otrăvirii acute pot să apară chiar luni după terminarea expunerii inițiale. Este posibil să se înregistreze un EEG anormal, chiar și fără simptome clinice, datorită leziunii cerebrale.

**HEPTACLOR** (Anexa A). Are activitate insecticidă și fumigantă. Conform Convenției de la Stockholm, vânzarea produselor Heptaclor a fost limitată la aplicarea specifică a focului pentru controlul furnicilor în transformatoarele subterane. Epoxidul heptacloric rămâne în sol timp de decenii, fără o degradare ulterioară semnificativă. Heptaclorul și epoxidul său pot fi absorbite în particule de sol și se evaporă. Timpul de înjumătățire al Heptaclorului în compartimentele de mediu este de ~ 1,3-4,2 zile în aer, ~ 0,03-0,11 ani în apă și ~ 0,11-0,34 ani în sol. Ca și alte POP-uri, heptaclorul este lipofil și slab solubil în apă și, prin urmare, tinde să se acumuleze în grăsimea corporală a oamenilor și a animalelor.

 CAS: 76-44-8

**Expunere.** Oamenii sunt expuși la Heptaclor prin apă potabilă și alimente, inclusiv laptele matern. Epoxidul heptacloric derivă din pesticidele interzise de Convenția de la Stockholm din anii 1980. Acesta se găsește încă în sol și în aprovizionarea cu apă și se poate transforma în alimente și poate fi trecut în laptele matern. Nivelurile ridicate ale acestuia păreau să crească riscul diabetului de tip 2 la aproximativ 7%.

Agenția Internațională pentru Cercetare a Cancerului (IARC - Paris) și APE (Agenția pentru Protecția Mediului - SUA) au clasificat compusul ca un posibil agent cancerigen uman. Animalele expuse la epoxidul Heptaclor în timpul gestației și copilăriei au modificări ale funcției sistemului nervos și ale sistemului imunitar. Când nou-născuți au fost expuși la dozele mai mari de Heptaclor, s-a determinat scăderea greutății corporale și a decesului.

EPA MCL (nivelul maxim al contaminanților) pentru apa potabilă este de 0,0004 mg / L pentru Heptaclor și 0,0002 mg / L pentru epoxidul Heptachlor. Un raport ATSDR (Agenția pentru substanțele toxice și registrul bolilor) din 1993 nu a găsit studii privind decesul la om după expunerea orală la heptaclor sau heptaclor epoxid.

**HEXACLOROBENZEN** (Anexa A & C). A fost folosit ca fungicid pentru tratarea semințelor pe grâu pentru a controla boliile fungice. Timpul de înjumătățire plasmatică la om este estimat a fi în intervalul de 6 ani. Cele mai sensibile organe țintă sunt ficatul, ovarul și sistemul nervos central. HCB este bine cunoscut pentru că induce porfiria printr-un mecanism de generare a radicalilor liberi datorită caracteristicilor sale chimice lipofilice mai degrabă unice. Consumul de grâu tratat cu HCB a fost asociat cu toxicitate dermică umană care poate duce la formarea de vezicule ale pielii.

 CAS: 118-74-1

**Expunerea la hexaclorbenzen.** Materialul are o toxicitate acută relativ scăzută, dar este toxic datorită naturii sale persistente și cumulative în țesuturile corporale cu conținut bogat de lipide.

**Un incident de expunere unic.** În anii 1955 și 1959, consumul de pâine produs cu semințe tratate cu HCB a cauzat o epidemie de porfirie chimică în Anatolia, Turcia, unde 500 de persoane au fost otrăviți rezultând deces și peste 4000 de persoane s-au îmbolnăvit**.** Victimele au fost afectate de o afecțiune hepatică numită porfirie cutanată, care tulbura metabolismul hemoglobinei și are ca rezultat leziuni cutanate. Majoritatea copiilor care sunt alăptași <2 ani, au decedat de o afecțiune numită "pembe yara" sau "gât roz", suspectată că se datorează unor doze mari de HCB în laptele matern. În același studiu de urmărire efectuat pe 252 pacienți, între 20-30 de ani după expunere, mulți subiecți au prezentat simptome și semne dermatologice, neurologice, ortopedice, cicatrizări ale feței și mâinilor (83,7%), hiperpigmentare (65%), hipertricoză (44,8%), fețe ciupite (40,1%), artrite nedureroase (70,2%), mâini mici (66,6%), umbrire senzorială (60,6%), miotonie (37,9%) și ficatul mărit (4,8%).

**CLORDECON (KEPONE)** (Anexa A) În SUA a fost produs de Allied Signal Company în Hopewell, Virginia, iar depozitarea substanței în râul James în anii 1960 și 1970 a provocat efecte toxice asupra vieții sălbatice până în punctul în care, în 1975, guvernatorul statului a pus interdicție de pescuit . Producția în SUA a fost oprită în 1976. În insula franceză Martinica a fost utilizată fără restricții, în ciuda unei interdicții a substanței din partea Franței în 1990, în plantațiile de banane, deoarece producătorii susțin că nu există nici un pesticid alternativ. Din 2003, autoritățile locale au limitat cultivarea plantelor deoarece solul a fost contaminat serios de Kepone.

 CAS: 143-50-0

**Expunere.** În mod similar, insula Guadelupa din apropiere a fost, de asemenea, contaminată și are una dintre cele mai mari rate de cancer de prostată din lume. În 1978, a fost observat un număr de lucrători în instalația de producție Kepone cu boală clinică caracterizată prin nervozitate, tremor, scădere în greutate, dureri pleuristice și articulare și oligospermie. Rata incidenței bolilor pentru lucrătorii din producție (64%) a fost semnificativ mai mare decât cea pentru personalul neproductiv (16%). Nivelul mediu de Kepone din sânge a fost semnificativ mai mare în rândul lucrătorilor cu boală decât cei fără boală (media: 2,53 și 0,60 ppm, respectiv, p <0,001).

**HEXACLORCICLOHEXAN** (Anexa A) A fost utilizat ca medicament pentru sănătatea umană pentru controlul păduchilor și scabiei ca tratament de linia a doua. Acest produs este, de asemenea, incorect menționat ca hexaclorură de benzen, dar nu trebuie confundat cu hexaclorbenzenul, de asemenea un pesticid enumerat în anexa A la Convenția de la Stockholm. Hexaclorciclohexanul are în cel puțin nouă stereoizomeri, dintre care trei au proprietăți de insecticid și sunt: ​​izomerii α-, β- și γ, ultimul, cel mai activ, fiind de asemenea cunoscut ca Lindan. Amestecul brut de produse obținute prin clorurarea fotochimică a benzenului este constituit din 10-18% din izomerul y, 55-70% din izomerul racemic, 5-14% din izomerul β, 6-8% din izomerul D, 3-4% din izomerul E și o urmă a izomerului N, împreună cu urme de hepta- și octa-clorciclohexan, care contribuie la mirosul neplăcut al Lindan-ului tehnic.

 CAS: 319-84-6, 319-85-7, 58-89-9

**Expunere.** EPA și OMS clasifică Lindan ca "moderat" toxic toxic. Majoritatea efectelor negative asupra sănătății oamenilor raportate pentru Lindane au fost legate de utilizările agricole și de expunerea profesională cronică la lucrătorii care se ocupă de tratarea semințelor. Expunerea la cantități mari de Lindane poate dăuna sistemului nervos, producând o serie de simptome ca dureri de cap și amețeli, convulsii, și, mai rar, moarte. Lindan nu s-a dovedit a afecta sistemul imunitar la om și nu este considerat genotoxic. Expunerea prenatală la Lindan și la subprodusul de producție a fost asociată cu niveluri ale hormonului tiroidian modificat și ar putea afecta dezvoltarea creierului.

**Riscul de cancer**. Majoritatea evaluărilor efectuate pe Lindan, au concluzionat că ar putea provoca cancer. În 2015, Agenția Internațională pentru Cercetare a Cancerului (IARC) a clasificat Lindan ca un cancerigen uman cunoscut, fapt confirmat în 2001 de către EPA. Lindan și izomerii săi au fost, de asemenea, pe mai multe liste de carcinogeni cunoscuți din 1989.

**MIREX** (Anexa A). A fost popularizată pentru a controla furnicile de foc roșii importate (Solenopsis saevissima richteri și Solenopsis invicta), dar datorită robusteții sale chimice și lipofilității a fost recunoscut ca un poluant bioacumulativ în lanțurile alimentare acvatice și terestre la niveluri dăunătoare. Mirex este foarte rezistent la degradarea microbiologică. Se decolorizează lent numai la un derivat monohidrat prin acțiunea microbiană anaerobă în nămolul de epurare și prin bacteriile enterice. În mod ironic, folosirea lui Mirex a încurajat răspândirea furnicilor de foc roșii importate, deoarece ucide și furnicile native care sunt extrem de competitive cu furnicile de foc. US EPA a interzis folosirea sa în 1976 după aprox. 250000 kg de Mirex au fost aplicate pe teren între 1962 și 1975.

 CAS: 2385-85-3

**Expunere.** Poate intra în organism prin inhalare, ingestie și prin piele. Efectele cele mai sensibile ale expunerii repetate la testele animale sunt în principal asociate cu ficatul. La doze mai mari, este fetotoxic (25 mg / kg în dietă) și teratogen (6,0 mg / kg pe zi). Există suficiente dovezi privind carcinogenitatea sa la șoareci și șobolani. Depistarea întârziată a efectelor toxice și a mortalității este tipică otrăvirii cu Mirex. Mirex este toxic pentru o gamă largă de organisme acvatice. IARC (1979) a evaluat riscul cancerigen Mirex și a concluzionat că "există suficiente dovezi pentru carcinogenitatea sa la șoareci și șobolani. În absența unor date adecvate la om, se poate afirma că are un risc carcinogen pentru oameni".

Într-un raport din 1995 al ATSDR (Agenția pentru substanțele toxice și registrul bolilor) se menționează că Mirex a provocat modificări grave în ficat, hiperexcitabilitate, convulsii și inhibarea reproducerii la animale. Este un disruptor potențial endocrin, care interferează cu funcțiile mediate de estrogen, cum ar fi ovulația, sarcina și creșterea endometrului. De asemenea, a indus cancer la ficat prin interacțiune cu estrogen la rozătoarele de sex feminin.

**TOXAFEN** (Anexa A). Toxafenul este un amestec complex, în care au fost identificate cel puțin 670 de substanțe chimice, inclusiv clorobornani, clorocamfenici și alți compuși clororganici biciclici. Cel puțin unele dintre ele sunt suficient de volatile pentru a fi transportate pe distanțe lungi prin atmosferă. Toxafenul a fost folosit ca insecticid. Între anii 1970 și 1995, utilizarea globală cumulată a toxafenului a fost estimată la 670 000 de tone. În SUA, la începutul anilor 1970, Toxaphene a devenit cel mai folosit pesticid. Producția a atins punctul culminant în 1975 la 30000 de tone. Acesta a fost utilizat în principal în zonele de creștere a bumbacului și soiei din regiunea sud-estică.

În 1982, a fost interzis pentru cele mai multe utilizări, iar în 1990 a fost interzis pentru toate utilizările în SUA. Cu toate acestea, în 2010, Toxafenul era încă disponibilă de la unsprezece furnizori la nivel mondial, șapte din SUA.

 CAS: 8001-35-2

**Expunere.** Cele trei căi principale de expunere la toxafen sunt ingestia, inhalarea și absorbția. Pentru om, principala sursă de expunere la Toxafen este prin fructele de mare ingerate. Când Toxafenul intră în organism, se acumulează de obicei în țesuturi grase. Acesta este descompu prin declorinare și oxidare în ficat. Persoanele care locuiesc în apropierea unei zone care are o contaminare toxică ridicată prezintă un risc ridicat de expunere la Toxafen prin inhalarea aerului contaminat sau prin contactul direct al pielii cu solul contaminat sau cu apa.

**Efectele asupra sănătății la om.** Atunci când este inhalat sau ingerat, Toxafenul poate deteriora plămânii, sistemul nervos și rinichii și poate provoca moartea. Efectele majore asupra sănătății ale toxafenului implică stimularea sistemului nervos central, ceea ce duce la insuficiență respiratorie și convulsii convulsive. Doza necesară pentru a induce convulsii nonfatale la om este de aproximativ 10 mg/kg/zi. Expunerea cronică la inhalare la om determină toxicitate respiratorie reversibilă. Dovezile din studii indică o proporție mai mare de carcinom bronșic expus la Toxafen. Testele efectuate pe animale de laborator arată că toxafenul provoacă cancer la ficat și rinichi, astfel încât toxafenul este clasificat ca fiind un "carcinogen uman probabil". Toxafenul poate fi detectat în sânge, urină, laptele matern și țesuturile organismului la expunere la niveluri ridicate. Este clasificat ca un carcinogen IARC Group 2B.

Bibliografie

1. Chemicals as Intentional and Accidental Global Environmental Threats, 2006, Lubomir Simeonov and Elisabeta Chirila (eds), NATO Science for Peace and Security, Series C: Environmental Security, Springer Science+Business Media, Dordrecht, ISBN 1-4020-5096-8.

2. Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security, 2008, Lubomir Simeonov and Vardan Sargsyan (eds), NATO Science for Peace and Security, Series C: Environmental Security, Springer Science+Business Media, Dordrecht, ISBN 978-1-4020-8255-9.

3. Exposure and Risk Assessment of Chemical Pollution - Contemporary Methodology, 2009, Lubomir I. Simeonov and Mahmoud A. Hassanien (eds), NATO Science for Peace and Security, Series C: Environmental Security, Springer Science+Business Media, Dordrecht, ISBN 978-90-481-2333-9.

4. Environmental Heavy Metal Pollution and Effects on Child Mental Development, 2011, Lubomir I. Simeonov, Mihail V. Kochubovsky, Biana G. Simeonova (eds), NATO Science for Peace and Security, Series C: Environmental Security, Springer Science+Business Media, Dordrecht, ISBN 978-94-007-0252-3.

5. Environmental Security Assessment and Management of Obsolete Pesticides in Southeast Europe, 2013, L.I.Simeonov, F.Z.Makaev, B.G.Simeonova (eds), NATO Science for Peace and Security, Series C: Environmental Security, Springer Science+Business Media, Dordrecht,  ISBN 978-94-007-6460.Agricultural



<https://toxoer.com>

Project coordinator: Ana I. Morales

Headquarters office in Salamanca.

Dept. Building, Campus Miguel de Unamuno, 37007.

Contact Phone: +34 663 056 665