

STAREA DE DEPOZITARE ȘI METODELE DE REMEDIERE A MEDIULUI AMBIANT CONTAMINAT CU POLUANȚI ORGANICI PERSISTENȚI

Doctor în chimie **Petru SPĂTARU**¹

Cercetător științific **Oxana SPÎNU**¹

Doctor în chimie **Tudor SPĂTARU**²

Doctor habilitat în chimie **Igor POVAR**¹

¹ Institutul de Chimie al AȘM, Republica Moldova

² Universitatea Columbia, SUA

THE STORAGE CONDITION AND REMEDIAL METHODS OF THE ENVIRONMENT INFECTED WITH PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS

Summary. In this paper, the current bibliography on the state of pesticide storage in the Republic of Moldova is critically analyzed. The most polluted lands in the country have been identified, in particular the pesticide burial site near the Cismichioi commune. Methods of remediation of contaminated land by POPs are indicated. Anodic oxidation, cathodic dechlorination, electrocoagulation, and especially electro - Fenton processes are promising technologies for removing pesticides from water. At the same time, laboratory scale studies have shown that electro-kinetic processes can be used for significant soil remediation either by pollutant transport through electro-washing or by combining these processes with bioprocesses or permeable reactive barriers.

Keywords: bioremediation, contamination, ambient environment, pesticides, persistent organic pollutants, electro-chemical remediation processes, public health.

Rezumat. În prezenta lucrare este analizată în mod critic bibliografia curentă privind starea de depozitare a pesticidelor în Republica Moldova. Au fost identificate terenurile cele mai poluate din țară, în special, poligonul de înhumare a pesticidelor în apropierea comunei Cișmichioi. Sunt indicate metodele de remediere a terenurilor contaminate cu poluanți organici persistenți (POP). Oxidarea anodică, declorurarea catodică, electrocoagularea și, în special, procesele electro-Fenton constituie tehnologii promițătoare pentru îndepărtarea pesticidelor din apă. Totodată, studiile la scară de laborator au dovedit că procesele electrocinetice pot fi utilizate pentru remedierea semnificativă a solului, fie prin transportul poluanților prin electro-spălare, fie prin combinarea acestor procese cu bioprocesele sau barierele reactive permeabile.

Cuvinte-cheie: bioremediere, contaminare, mediu ambiant, pesticide, poluanți organici persistenți, procese electrochimice de remediere, sănătatea populației.

INTRODUCERE

Din secolul trecut, în sectorul agrar a crescut în mod semnificativ utilizarea pesticidelor, ceea ce a condus la efecte toxice asupra tuturor ființelor vii. Un grup deosebit din astfel de substanțe periculoase constituie compușii organici persistenți (POP), care sunt utilizați în sectoarele industrial și agricol și, în unele cazuri, sunt generate în procesele tehnologice în urma combustiei. POP prezintă un pericol deosebit, deoarece sunt stabili în mediul înconjurător din punct de vedere chimic, se descompun parțial sau total într-o perioadă îndelungată de timp, migrează la distanțe mari de la sursa de contaminare, se acumulează în țesuturile organismelor vii de unde nimeresc în hrană, apă, aer, au un efect toxic în diapazon foarte larg [1]. Drept rezultat al utilizării intensive a solurilor arabile

în Republica Moldova și folosirii iraționale și nejustificate a pesticidelor, inclusiv ale celor interzise, țara noastră este una dintre cele mai poluate cu POP în lume. Impactul nefast major al POP pentru animale și oameni constă în sporirea numărului de boli oncologice [2], dezvoltarea anormală a embrionilor [3], reproductivitatea scăzută [4], micșorarea imunității [5], reducerea activității mintale [6]. Aceste substanțe au un efect deosebit de puternic asupra fătului și copiilor mici [7] (tabelul 1).

Statistica privind POP include o bază de date fizice, chimice, biologice colectate prin intermediul tehnicilor și metodelor de analiză comparativă a impactului lor asupra ecosistemului. Principalele surse de date statistice în domeniul respectiv sunt [15]:

1. monitoringul realizat de instituțiile hidrometeorologice, sanitare și epidemiologice;

Tabelul 1

Efectele unor poluanți organici persistenți pe subpopulații specifice

Efectul asupra sănătății umane	POP care cauzează efectul	Subpopulațiile care prezintă risc
Cancer	DDT, toxafen, 2,3,7,8-TCDD, mirex, HCH, PCB, HCB	În primul rând la adulți (cancer la sân, cancer la prostată și testicule); cancer raportat la copii [8]
Efecte asupra aparatului reproductiv	PCB, dibenzodioxine, dibenzofurani	Fetuși, nou-născuți, femeii la vârsta fertilității [9].
Întârzierea creșterii	PCB, dibenzodioxine, dibenzofurani	Fetuși, copii nou-născuți, copii (lungime, greutate corporală, circumferința craniului) [10]
Afecțiuni neurologice	PCB, dibenzodioxine, dibenzofurani	Fetuși și copii (probleme cognitive, de memorie și de atenție); adulți (Parkinson și Alzheimer) [11]
Alterarea dezvoltării comportamentului	PCB, dibenzodioxine, PentaBDE	Copii, continuând în perioada adultă (tulburări cu deficit de atenție, dificultăți de învățare) [12]
Suprimarea sistemului imunitar	PCB, dibenzodioxine, dibenzofurani	Nou-născuți, copii (infecții puternice ale urechii, afectarea rezistenței la boli); adulți (suprimarea sistemului imunitar) [9]
Efecte cardiovasculare	PCB	Copii și adulți (variații ale tensiunii sanguine și ritmului cardiac) [9]
Efecte asupra tiroidei	PCB, PFOS, PBDES	Femeii (hipotiroidism) [9]
Afecțiuni metabolice	PCB, POPs în general	Femeii și bărbații adulți (diabet și obezitate) [13].
Afecțiuni ale oaselor	PCB, dioxina, HCH	Femeii și bărbații adulți (osteomalacie, osteoporoză) [14]

2. observațiile efectuate de instituțiile științifice și de cercetare în domeniul ecologiei, chimiei, hidrologiei, medicinei etc.;

3. chestionarul statistic.

În prezenta lucrare se face o analiză amplă a bibliografiei consacrate stării de depozitare a pesticidelor în Republica Moldova și metodelor de remediere a terenurilor contaminate cu POP.

1. STAREA DEPOZITELOR DE PESTICIDE

Pentru a rezolva problema creșterii cantităților de pesticide inutilizabile și interzise, în 1978 a fost construit un poligon pentru înhumarea lor în apropierea comunei Cișmichioi, raionul Vulcănești. Pe parcursul anilor 1978–1988, pe acest poligon au fost înhumate 3940 de tone de pesticide, inclusiv 654,1 tone de DDT [16]. Poligonul din comuna Cișmichioi ocupă o suprafață de 2,4 ha și este amplasat în câmp, la o distanță de circa 10 km de localitate, securitatea fiind asigurată de angajații Paizei de Stat. Spațiul poligonului este îngrădit, iar pe perimetrul zidului în terenul aferent poligonului au fost plantați arbori de specie „salcâm alb”, creându-se astfel o fâșie forestieră de protecție. Pe teritoriul poligonului sunt depozitate 3 967 de tone de pesticide în 14 sarcofage, dintre acestea doar trei fiind amenajate conform cerințelor – betonate și învelite cu peliculă [17].

În urma investigațiilor de laborator efectuate în obiectele mediului ambiant precum apa, solul, nămolul și materialul biologic de pe teritoriul poligonului, în perioada 2013–2014 s-au depistat reziduurile a

șapte poluanți organici persistenți în concentrații care depășesc valorile maxime admisibile, unii chiar de zeci de ori. După cum s-a constatat în urma controlului ecologic efectuat în anul 2016 de Agenția Ecologică Găgăuzia în prezența reprezentanților Direcției Vulcănești a Agenției Naționale pentru Siguranța Alimentelor [18], canalele de scurgere a apelor meteorice amenajate pe perimetrul gardului poligonului și respectiv a fiecărui sarcofag din interiorul poligonului sunt parțial distruse. De asemenea, sunt distruse rezervoarele de evaporare. Unele porțiuni ale gardului de protecție necesitau reparație. În urma inspecției, Direcției Vulcănești a Agenției Naționale pentru Siguranța Alimentelor, în gestiunea căreia se află în prezent obiectul, i-au fost prescrise indicații în vederea controlului, menținerii și îmbunătățirii infrastructurii de protecție a poligonului.

Până în anul 1990, în Republica Moldova au fost construite peste 1 000 de depozite de stocare a pesticidelor pe teritoriul fostelor ferme colective din perioada sovietică. Pe parcursul anilor 1991–2003, circa 60% dintre acestea au fost distruse sau demontate, doar 20% din cele rămase aflându-se într-o stare satisfăcătoare. O parte de pesticide au fost folosite de populație fără a cunoaște regulile de utilizare a acestora. Materialele de construcție au fost utilizate pentru construcția caselor, depozitelor de păstrare a produselor alimentare etc., însă mari cantități de POP cu termenul de valabilitate expirat se aflau sub cerul liber și au fost spălate de precipitații, spulberate de vânt, poluând

terenurile adiacente. Potrivit informației obținute de la Autoritățile Publice Locale și Centrele de Sănătate Publică teritoriale, se atestă un număr sporit de cazuri de îmbolnăviri de cancer, ciroze etc. preponderent în localitățile unde se află aceste depozite [19].

Republica Moldova a fost printre primele țări din zona fostei URSS care a acordat o atenție sporită problemei pesticidelor inutilizabile. În 2001 Republica Moldova semnează Convenția de la Stockholm [20]. Conform ordinului nr. 22 din 20 martie 2006, în baza p.p. 4. 14) și 5. 9) al Regulamentului MERN, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 573 din 13 iunie 2005 [21], a fost creată o echipă de management al proiectelor în domeniul gestionării durabile a poluanților organici persistenți cu titlu de oficiu pe lângă Ministerul Ecologiei și Resurselor Naturale în conformitate cu Planul Național de Implementare a Convenției de la Stockholm privind poluanții organici persistenți (POP). Prin Hotărârea Guvernului nr. 888 din 23 octombrie 2014 [22], în scopul conformării cu prevederile legislației în vigoare, în temeiul Legii nr. 98 din 4 mai 2012 privind administrația publică centrală de specialitate, statutul juridic și Regulamentul unității au fost modificate, fiind constituită Instituția Publică EMP Management Durabil POP pe lângă Ministerul Mediului.

Pe parcursul activității sale de 12 ani, echipa a implementat sau coordonat 18 proiecte de mediu, finanțate de instituții internaționale și naționale, mijloacele financiare gestionate constituind în ansamblu 21,6 milioane de dolari USD și 19,5 milioane de lei [23]. Un pas important în fortificarea sistemelor naționale de management al substanțelor chimice a fost făcut prin evaluarea cuprinzătoare a infrastructurii naționale legate de aspectele legislativ, instituțional, administrativ și tehnic al managementului substanțelor chimice de rând cu înțelegerea naturii și spectrului substanțelor chimice disponibile și aplicate în țară. Inventarul pesticidelor POP pentru anii 2001 și 2003 a fost efectuat în baza Ghidului de Inventariere a pesticidelor [24] și include date despre pesticidele inutilizabile și interzise (PII), inclusiv pesticide POP, aflate în depozite și cele înhumate. S-a constatat că în raioanele din nordul, nord-estul și sud-estul țării se atestă un nivel mai înalt de poluare cu pesticide POP. Coeficienții de încărcare cu POP, care indică nivelul cumulativ de poluare a solului cu pesticide POP la nivel raional, au înregistrat valori maxime, semnalând cel mai înalt nivel de poluare în raioanele Dondușeni, Florești, Ocnița și Șoldănești. Majoritatea probelor de sol arată un nivel moderat de poluare: cel mai mare număr de locații se încadrează în intervalele de concentrații 0,1-1,0 și 1,0-10,0 mg/kg. Zonele puternic contaminate (concentrații >50,0 mg/kg) conțin cele cinci pesticide POP după cum urmează: DDT – 121 de

probe (8,6% din numărul total de probe care depășesc 0,1 mg/kg); toxafen – 73 de probe (49,3%); HCH – 73 de probe (6,1%); clordan – 19 probe (4,0%); heptaclor – 7 probe (2,1%) [25].

Pe parcursul anilor 2003–2005, 1 292 de tone de pesticide inutilizabile stocate în 13 depozite centrale din raioanele Telenești, Strășeni, Hâncești, Nisporeni, Florești, Șoldănești, Briceni, Râșcani, Ștefan Vodă, Vulcănești și Cimișlia au fost reambalate și eliminate prin incinerare. Astfel, aproximativ o treime din teritoriul țării a fost curățat de deșeuri contaminate cu poluanți organici persistenți.

În vara anului 2006, în baza proiectului internațional „Eliminarea riscurilor acute produse de pesticidele inutilizabile și interzise în Moldova, Georgia și Kârgâzstan”, în raionul Hâncești au fost reambalate 108 tone de pesticide inutilizabile și interzise. În conformitate cu inventarul realizat au existat 94,858 kg de pesticide inutilizabile în total: 61,368 kg sub formă de pulbere și 33,490 litri de pesticide lichide. În plus, au fost inventariate 600 kg de ambalaje contaminate (hârtie, plastic și metal) [26].

În cadrul proiectului regional *Îmbunătățirea capacităților de eliminare a produselor chimice periculoase din fostul spațiu sovietic, ca model de abordare și prevenire a poluării cauzate de utilizarea pesticidelor*, Republica Moldova a beneficiat de finanțare pentru eliminarea deșeurilor de pesticide din depozitul situat pe teritoriul s. Pașcani, raionul Criuleni. La depozitul raional din Pașcani au fost păstrate stocuri de pesticide colectate de pe teritoriul raioanelor Criuleni, Dubăsari și mun. Chișinău. Aici au fost reambalate și pregătite pentru export 360 de tone de deșeuri de pesticide, ambalaj și sol puternic contaminat, care au fost eliminate la sfârșitul lunii august 2016. La finalizarea acestor lucrări, cantitatea totală de deșeuri de pesticide, eliminate din Moldova în cadrul proiectelor implementate sau coordonate de Ministerul Mediului începând din anul 2007, a constituit cca 2 410 tone.

Alte circa 700 de tone de pesticide au fost eliminate de Ministerul Apărării în cadrul proiectului finanțat de țările membre NATO. În această perioadă au fost eliminate integral pesticidele din 32 de depozite centrale raionale. Stocurile rămase în ultimele cinci depozite, cca 600 de tone, urmează să fie eliminate în curând de Ministerul Apărării în cadrul proiectului sus-menționat [27].

2. REMEDIEREA LOCURILOR CONTAMINATE CU POP

Managementul și remedierea cu succes a unui sol contaminat cu POP depinde de disponibilitatea datelor legate de solul poluat pentru a evalua măsurile ne-

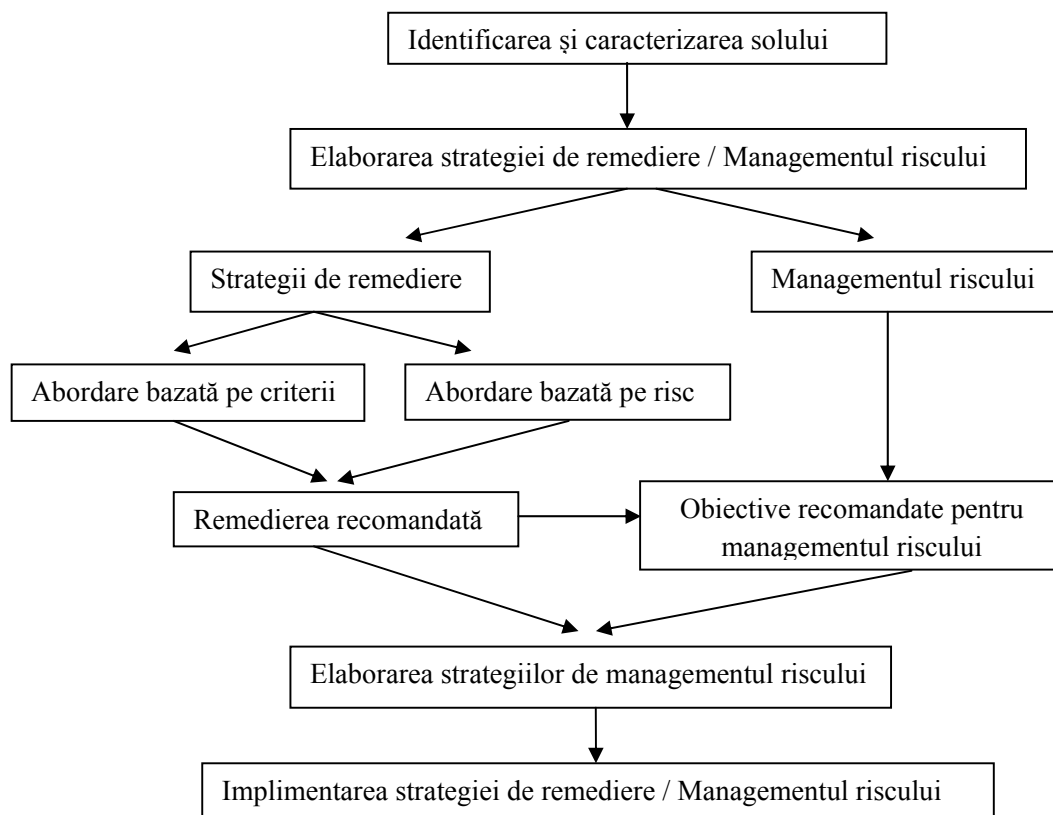


Figura 1. Pașii pentru remedierea și evaluarea solurilor contaminate [28]

cesare de remediere. O strategie de remediere implică una sau mai multe din următoarele acțiuni [28]:

- îndepărtarea sau reducerea cantității de substanță contaminantă;
- modificarea sau limitarea utilizării de către receptor;
- interceptarea sau îndepărtarea expunerii.

Pașii recomandați pentru evaluarea rezultatelor investigației și caracterizarea solurilor contaminate cu poluanți organici persistenti sunt ilustrați în figura 1.

Incinerarea, bioremedierea, extracția prin dizolvare, vitrificarea, piroliza și dehalogenarea mecanico-chimică (MCD) sunt tehnologiile adoptate în prezent pentru remedierea obiectelor mediului ambiant de POP [29,30]. În ultimele decenii, incinerarea, desorbția termică și bioremedierea au fost principalele tehnologii utilizate [31].

Echipa din Laboratorul de geochimie a apelor al Institutului de Chimie al AȘM a testat două tehnologii de bioremediere (fitoremedierea și DARAMENT) a solurilor contaminate cu POP [32]. Aceste tehnologii sunt opțiuni relativ noi și rentabile pentru remedierea solurilor. Fitoremedierea se referă la bioremedierea botanică și implică utilizarea plantelor verzi pentru decontaminarea solurilor, apelor și aerului. Este o tehnologie care poate fi aplicată atât pentru poluanții organici, cât și pentru cei anorganici (în special metalele

grele) prezenți în sol, apă sau aer. Studiul prin metoda fitoremedierii zonelor poluate cu POP a arătat o bună extracție din sol a DDT, HCH, PCB și a altor compuși organici clorurați cu ajutorul plantelor de dovlecel și de dovleac [33]. Mai întâi s-a cercetat nivelul de poluare a solului pe lângă cinci depozite vechi de pesticide din raionul Hâncești: Lăpușna, Bălceana, Mingir, Bujor și Fundul-Galbenei, constatându-se următoarele:

- Bujor – toate probele au depășit concentrația maximă admisibilă (CMA) de la 43 până la 3 655 de ori;
- Bălceana – patru probe din cinci au depășit CMA de la 1,1 până la 42,7 ori;
- Mingir – o singură probă a depășit CMA de 1,1;
- Fundul-Galbenei – toate probele au fost sub CMA, dar foarte aproape de limita de sus;
- Lăpușna – toate probele au fost sub CMA pentru pesticide. Totodată s-a depistat o poluare semnificativă cu policlorbenzen (PCB).

În baza acestor rezultate, comuna Bălceana a fost selectată pentru studiul prin metoda fitoremedierii și comuna Bujor – prin metoda bioremedierii. Experimentul a fost proiectat folosind cinci specii de plante: porumb, dovlecei, dovleac, morcov și sorg. S-a dovedit că bioremedierea solului poluat duce la scăderea concentrației totale de POP în sol, în intervalul 28-68% pentru Hexaclorhexan (HCH) și 41-95% pentru DDT [33]. Așadar, bioremedierea *in-situ* ar putea fi aplicată

în Moldova, iar rezultatele după 10 cicluri de tratament demonstrează o reducere considerabilă a concentrației pesticidelor.

Electrochimia joacă un rol decisiv în diverse ramuri ale științei și tehnologiei și oferă abordări promițătoare pentru soluționarea problemelor de poluare a mediului. Avantajul inerent constă în compatibilitatea sa cu mediul ambiant, datorită faptului că utilizează un reactiv ecologic curat – electronul. De-a lungul ultimelor două decenii, aplicațiile tehnologiei electrochimice asupra ecosistemelor au crescut în mod semnificativ. În literatura de specialitate, oxidarea anodică [34], declorurarea catodică [35], electrocoagularea [36] și procesele electro-Fenton [37] sunt actualmente considerate cele mai bune tehnici pentru decontaminarea ecosistemelor poluate cu pesticide. Un avantaj important al metodelor electrochimice constă în inofensivitatea lor față de mediul ambiant în comparație cu metodele chimice. Electrochimia are un șir de atuuri, cum ar fi: sensibilitatea și selectivitatea relativă. Cu ajutorul tehnicilor simple, precum voltametria ciclică, putem atinge limite de detecție micromolare, în timp ce utilizarea metodelor amperometrice sau voltametriei undă pătrată permite detectarea concentrațiilor de 10^{-8} mol·L⁻¹. În combinație cu acumularea analitului sau recunoașterea selectivă, pot fi detectate concentrații mai mici de 10^{-9} mol·L⁻¹ [38]. Prezența compușilor inactivi din punct de vedere electrochimic nu interferează determinarea și, astfel, separarea lor preliminară nu este necesară. În sfârșit, dar nu în ultimul rând, răspunsul senzorilor electrochimici se realizează în mod direct în semnale electrice, fără necesitatea de a fi convertiți în alte forme de răspuns. Drept rezultat avem metoda care nu necesită echipament sofisticat, costurile de analiză sunt reduse, aparatul este portabil, ceea ce permite efectuarea măsurătorilor în câmp. Mai mult, studiile electrochimice ale mecanismelor de oxidare sau de reducere ne pot da un indiciu util cu privire la desfășurarea reacțiilor enzimactice redox în condițiile naturale ale pesticidelor investigate.

CONCLUZII

1. Managementul și remedierea cu succes a unui sol contaminat cu poluanți organici persistenti (POP) depinde de disponibilitatea informațiilor suficiente legate de solul poluat pentru a evalua măsurile necesare de remediere.

2. Până în prezent, o problemă ecologică acută și îngrijorătoare în Republica Moldova constituie poligonul de înhumare a pesticidelor în apropierea comunei Cișmichioi. Sunt necesare controlul permanent al calității aerului, solului și apelor, precum și menținerea și îmbunătățirea infrastructurii de protecție a acestui poligon.

3. Oxidarea anodică, declorurarea catodică, electrocoagularea și mai ales procesele electro-Fenton reprezintă tehnologii eficiente pentru îndepărtarea pesticidelor din apă. Studiile la scară de laborator au arătat că procesele electrocinetice pot fi utilizate pentru remedierea semnificativă a solului, fie prin transportul poluanților prin electro-spălare, fie prin combinarea acestor procese cu bioprocesele sau barierele reactive permeabile.

4. Astfel, o soluție reală pentru problema prezenței pesticidelor în mediul ambiant este în curs de desfășurare și ar trebui să i se acorde mai multă atenție în următorii câțiva ani pentru a extinde cunoștințele în acest domeniu și pentru a investiga fezabilitatea tehnologiilor propuse din punct de vedere economic la scară mai mare.

NOTĂ: Cercetările au fost finanțate de programul „Reîntoarcerea Profesională a Diasporei”, implementat de Biroul pentru Relații cu Diaspora (BRD) al Cancelariei de Stat în parteneriat cu Organizația Internațională pentru Migrație (OIM), în baza proiectului „Consolidarea Cadrului Instituțional pentru Migrație și Dezvoltare” finanțat de Agenția Elvețiană pentru Dezvoltare și Cooperare.

BIBLIOGRAFIE

1. Persistent Organic Pollutants (POPs) and Pesticides. <http://www.cep.unep.org/publications-and-resources/marine-and-coastal-issues-links/persistent-organic-pollutants-pops-and-pesticides>
2. Hardell L. et al. Adipose tissue concentrations of persistent organic pollutants and the risk of prostate cancer. In: *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2006, 48 (7), p. 700-707.
3. Nourizadeh-Lillabadi R. et al. Transcriptional regulation in liver and testis associated with developmental and reproductive effects in male zebrafish exposed to natural mixtures of persistent organic pollutants (POP). In: *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 2009, 72 (3-4), p. 112-130.
4. Hardell L. et al. In utero exposure to persistent organic pollutants in relation to testicular cancer risk. In: *International journal of andrology*, 2006, 29 (1), p. 228-234.
5. Muntean Nigina et al. Assessment of dietary exposure to some persistent organic pollutants in the Republic of Karakalpakstan of Uzbekistan. In: *Environmental Health Perspectives*, 2003, 111 (10), 1306.
6. Liu J. and Gary Lewis. Environmental toxicity and poor cognitive outcomes in children and adults. In: *Journal of environmental health*, 2014, 76 (6), p. 130.
7. Damstra T. Potential effects of certain persistent organic pollutants and endocrine disrupting chemicals on the health of children. In: *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, 2002, 40 (4), p. 457-465.

8. Prins G. S. Endocrine disruptors and prostate cancer risk. *Endocrine Related Cancer*, 2008, 15 (3), p. 649-656.
9. Gilman A. Public health and effects of contaminants. *Arctic Pollution Issues*, 2009b, p. 143-190.
10. Dewailly E., Weihe P. The effects of Arctic pollution on population health. In: *Arctic Pollution Issues*, 2003, p. 99-105.
11. Weisskopf M. G. Persistent organochlorine pesticides in serum and risk of Parkinson disease. In: *Neurology*, 2010, 74, p. 1055-1061.
12. Rose E. Prenatal exposure to organohalogenes, including brominated flame retardants, influences motor, cognitive and behavioral performance at school age. In: *Environmental Health Perspectives*, 2009, 117, p. 1953-1958.
13. Longnecker M. P., Daniels J. L. Environmental contaminants as etiologic factors for diabetes. In: *Environmental Health Perspectives*, 2001, 109 (S6), 871-876.
14. Alveblom A., Rylander L., Johnell O., Hagmar L. Incidence of hospitalized osteoporotic fractures in cohorts with high dietary intake of persistent organochlorine. In: *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 2003, 76 (3), 246-248.
15. Inventarul Național al Poluanților Organici Persistenți al Republicii Moldova. Ministerul Ecologiei, Construcțiilor și Dezvoltării Teritoriului, 2003.
16. Planul național de implementare a convenției de la Stockholm privind poluanții organici persistenți (POP). <http://www.moldovapops.md/app/includes/files/nip%20rom.pdf>
17. Ministrul Mediului Valeriu Munteanu a efectuat o vizită de inspectare a stării depozitului de pesticide din s. Cișmichioi, r-n Vulcanești. <http://mediu.gov.md/index.php/serviciul-de-presa/noutati/2412-ministrul-mediului-valeriu-munteanu-a-efectuat-o-vizita-de-inspectare-a-starii-depoziului-de-pesticide-din-s-cismichioi-r-nul-vulcanesti>
18. Structuri teritoriale - Vulcanești. <http://www.ansa.gov.md/ro/structuri-teritoriale-vulcanesti.html>
19. Analiza stării de sănătate a populației Republicii Moldova prin prisma indicatorilor statistici. http://ms.gov.md/sites/default/files/rapoarte/raport_analitic_analiza_starii_de_sanatate_a_populatiei_republicii_moldova_prin_prisma_indicatorilor_statistici_2005-2009.pdf
20. Lege nr. 40-XV din 19.02.2004 pentru ratificarea Convenției de la Stockholm privind poluanții organici persistenți. <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=313160>
21. Hotărâre nr. 573 din 13.06.2005 cu privire la aprobarea structurii, efectivului-limită și Regulamentului Ministerului Ecologiei și Resurselor Naturale. http://lex.justice.md/document_rom.php?id=E2A0FDB4:79F76BD4
22. Hotărâre nr. 888 din 23.10.2014 cu privire la Unitatea pentru implementarea și coordonarea proiectelor Instituția Publică „EMP Management Durabil POP”. <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=355249>
23. Mesaj introductiv. <http://moldovapops.md/>
24. Pleșca V., Barbărasă I. Managementul produselor de uz fitosanitar: securitatea personală și protecția mediului, 2008.
25. Raport național „Starea mediului în Republica Moldova în anii 2007–2010”. Chișinău, 2011. www.bp-soroca.md/pdf1/starea%20mediului.pdf
26. Elimination of acute risks of obsolete pesticides in Moldova, Armenia and Georgia. <http://www.ihpa.info/projects/moldova-armenia-and-georgia/>
27. Comisia Europeană finanțează un proiect de evacuare a pesticidelor din Moldova. <http://infoeuropa.md/asistenta-europeana/comisia-europeana-finanteaza-un-proiect-de-evacuare-a-pesticidelor-din-moldova/>
28. Grigoraș Mirela-Alina. Cercetări privind solurile contaminate cu poluanți organici persistenți în România și soluții de management. PhD Thesis, 2011.
29. Singh D. K. Biodegradation and bioremediation of pesticides in soil: concept, method and recent developments. In: *Indian journal of microbiology*, 2008, 48 (1), p. 35-40.
30. Senneca O., Scherillo F., Nunziata A. Thermal degradation of pesticides under oxidative conditions. *Journal of analytical and applied pyrolysis*, 2007, 80 (1), p. 61-76.
31. Hussain S., Siddique T., Arshad M., Saleem M. Bioremediation and phytoremediation of pesticides: recent advances. In: *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2009, 39 (10), p. 843-907.
32. Bogdevich, O., Cadocinovic O. Elimination of acute risks from obsolete pesticides in Moldova: phytoremediation experiment at a former pesticide storehouse. Application of Phytotechnologies for Cleanup of Industrial, Agricultural, and Wastewater Contamination. Springer Netherlands, 2010, p. 61-85.
33. Bogdevich O., Cadocinovic O. Assessment of Pesticide Pollution in Frame of Old Pesticide Storage and Surrounding Territory (Balceana case study). *Obsolete Pesticides in Central and Eastern European, Caucasus and Central Asia Region: Start of clean up: 9th Int. HCH and Pesticides Forum for CEECCA Countries: 20-22 Sept. 2007, Ch.*, p. 279-284.
34. Samet Y., Agengui L., Abdelhédi R. Electrochemical degradation of chlorpyrifos pesticide in aqueous solutions by anodic oxidation at boron-doped diamond electrodes. In: *Chemical Engineering Journal*, 2010, 161 (1), p. 167-72.
35. He W. Y. et al. A new bipyridyl cobalt complex for reductive dechlorination of pesticides. *Electrochimica Acta*, 2016, 207, 313-320.
36. Abdel-Gawad Soha A. et al. Removal of some pesticides from the simulated waste water by electrocoagulation method using iron electrodes. In: *International Journal of Electrochemical Science*, 2012, 7, 6654-6665.
37. Nidheesh P. V., Gandhimathi R. Trends in electro-Fenton process for water and wastewater treatment: an overview. *Desalination*, 2012, 1 (299), 1-5.
38. Berek J. et al. Nontraditional electrode materials in environmental analysis of biologically active organic compounds. *Electroanalysis*, 2007, 19, 2003-2014.