

PESTICIDES AND THEIR ADVERSE EFFECTS ON THE ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH

Noemi-Teofana BOBOESCU*, Emanuela Ioana SEICHEA, Lavinia Maria CÎNDA, Andreea Oriana ȘCHEAU, Nicoleta IANOVICI

West University of Timisoara, Faculty of Chemistry, Biology, Geography, Department of Biology-Chemistry, Pestalozzi 16, Timișoara

*Corresponding author e-mail: noemi.boboescu99@e-uvv.ro

Received 27 May 2020; accepted 2 June 2020

ABSTRACT

Pesticides are agrochemical products used upon fields, in public health programs and in urban green spaces, with the purpose of protecting plants and humans from various diseases. Despite their usefulness, pesticides could pose potential risks to the environment, safety and health for all living things. However, because they are known for their ability to produce a large number of negative effects on human and environmental health, their secondary effects can constitute an important risk.

KEYWORDS: pesticides, potential risks, nontarget organisms

Dat fiind faptul că riscurile utilizării pesticidelor sunt discutate pe larg în literatura de specialitate actuală, acest articol se concentrează asupra descrierii principalelor clase de pesticide și a efectelor lor asupra sănătății oamenilor și mediului. Sunt analizate descoperiri recente privind potențialele riscuri la care sunt expuse organismele "nontarget" din mediul terestru și acvatic.

Pesticidele pot fi compuși naturali sau pot fi produși sintetici. Pesticidele sunt substanțe sau amestecuri de substanțe sau agenți biologici, care sunt utilizate pentru a proteja plantele de dăunători, plante invazive sau boli, iar pe oameni de diverse boli (malaria, febra dengue, schistosomiaza etc). Un pesticid este eliberat în mod intenționat în mediu pentru a preveni, controla și / sau distruge populații de insecte, buruieni, rozătoare, ciuperci sau alți dăunători. Pesticidele funcționează prin atragerea și apoi distrugerea sau atenuarea dăunătorilor. Dăunătorii pot fi definiți ca „*plante sau animale care pun în pericol mâncarea, sănătatea și / sau confortul*”. Gradul de utilizare a pesticidelor a crescut de multe ori în ultimele decenii. Conform unei estimări, aproximativ 5,2 miliarde de kilograme de pesticide sunt utilizate anual în întreaga lume. Utilizarea pesticidelor a devenit o practică comună în întreaga lume. Folosirea lor nu se rezumă numai la fermele agricole. Acestea se folosesc și în case sub formă de spray-uri, otrăvuri și pulberi pentru gândaci, țânțari, șobolani, căpușe și alte specii dăunătoare. Aceste produse pot fi

utilizate în alte scopuri, cum ar fi îmbunătățirea și întreținerea zonelor neagricole (cum ar fi zonele verzi urbane publice și ariile destinate activităților sportive) (Hoffman et al, 2000; Ianovici et al., 2009; Ianovici et al., 2015; Mahmood et al, 2016; Nicolopoulou-Stamati et al, 2016). Există și alte aplicații mai puțin cunoscute ale acestor substanțe chimice, cum ar fi introducerea în șampoanele pentru animale de companie (Hoffman et al, 2000) sau tratarea materialelor de construcție pentru a elimina sau a preveni prezența unor specii nedorite (Johnston, 2001). Pesticidele sunt frecvent întâlnite în casele noastre, pe lângă prezența lor în aer (Ianovici et al., 2008; Ianovici et al., 2010).

Utilizarea pesticidelor datează din antichitate, când oamenii obișnuiau să ardă sulf pentru uciderea dăunătorilor și foloseau săruri pentru combaterea buruienilor. În anii 1600, un amestec de miere și arsenic a fost utilizat pentru controlul furnicilor. La sfârșitul anilor 1800, fermierii din SUA au început să folosească anumite substanțe chimice, cum ar fi sulfatul de nicotină, arsenat de calciu și sulf (Delaplane, 2000; Kaur et al, 2019). În 1867, o formă impură de cupru a fost folosită pentru a controla focarul gândacului de Colorado în SUA. Avansul major în dezvoltarea pesticidelor a avut loc în perioada din jurul celui de-al Doilea Război Mondial, când au fost sintetizate și produse mai multe pesticide eficiente și ieftine. Această perioadă este marcată de descoperirea Aldrin, DDT, Dieldrin, β -benzenhexaclorid (BHC), 2,4-diclorofenoxiacetic (2,4-D), Clordan și Endrin. Fungicidele, captanul, glicinina și insecticidul organofosfat Malathion au fost introduse între 1950 și 1955, urmate de descoperirea triazinelor în anii 1955-1960. Un erbicid experimental de război, numit Agentul Orange, a fost dezvoltat de Monsanto în 1961-1967 și a fost utilizat în timpul războiului din Vietnam. După 1962 s-a observat o scădere marcantă a dezvoltării de noi pesticide pe măsură ce a fost atrasă atenția publicului asupra pericolelor de mediu asociate cu utilizarea pesticidelor. La sfârșitul anilor 1960, a fost implementat „managementul integrat al dăunătorilor”. Între anii 1970-1980, piretroizii, sulfonilureea, fungicidele sintetice, triadimefronul și metaxilul au fost introduse. În 1972, DDT a fost complet interzis în SUA, urmat de plasarea restricției utilizării de Endosulfan, Dieldrin și Lindane. Lista pesticidelor interzise a crescut de atunci. În 2001, 179 de națiuni au semnat un tratat internațional cunoscut sub numele de „Convenția de la Stockholm”, care avea scopul de a interzice complet douăsprezece poluanți organici persistenti, inclusiv DDT. În 2013, Uniunea Europeană a sprijinit interzicerea folosirii pesticidelor neonicotinoide. În prezent, se preferă controlul biologic al dăunătorilor (Delaplane, 2000; Ianovici, 2009).

Înregistrarea unui pesticid este un proces complex, legal și administrativ, care necesită un timp considerabil, resurse, expertize și abilități

ale autorității de înregistrare, precum și ale producătorilor de pesticide. În acest proces, sunt evaluate efectele potențiale asociate cu utilizarea pesticidului asupra sănătății umane și asupra mediului pentru a asigura siguranța ingredientelor active, precum și ingredientele inerte utilizate la fabricarea pesticidelor (Monaco et al., 2002; Datcu et al., 2020). Înregistrarea este un aspect important al gestionării pesticidelor care asigură ca produsul eliberat pe piață să fie autorizat și utilizat numai în scopul prevăzut și permite autorităților să pună în aplicare controlul asupra calității, prețului, ambalajelor, etichetării, siguranței, precum și publicitatea pesticidelor pentru a asigura protecția intereselor utilizatorilor (WHO 2010). În plus, autoritatea de înregistrare se asigură că fiecare pesticid înregistrat continuă să îndeplinească cele mai înalte standarde de siguranță. Prin urmare, pesticidele înregistrate anterior sunt revizuite pentru a se asigura că respectă standardele științifice, de siguranță și de reglementare actuale (Damalas & Eleftherohorions, 2011).

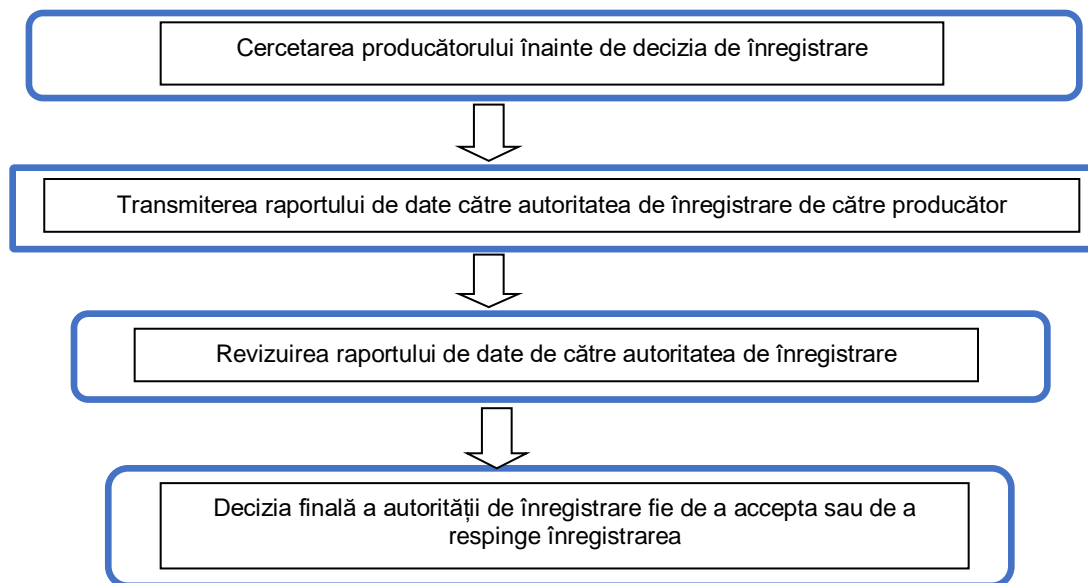


Fig.1 Procesul de înregistrare al pesticidelor

Pesticidele sunt clasificate pe baza diferitelor criterii precum toxicitatea (efectele periculoase), organismul dăunător pe care îl omoară, după funcția pesticidelor, compoziția chimică, modul de intrare, modul de acțiune, modul în care funcționează, și sursele de origine.

În funcție de ținta lor se cunosc insecticide, fungicide, erbicide, rodenticide, moluscocide, nematocide, regulatori de creștere a plantelor etc (World Health Organization, 1990; Akashe et al, 2018).

Tipul de pesticid	Dăunători țintă / funcții
acaricide	Substanțe care sunt folosite pentru a ucide acarienii și căpușele sau pentru a le perturba creșterea sau dezvoltarea
algicide	Substanțe careucid sau inhibă algele.
“antifeedants”	Produse chimice care împiedică hrănirea unei insecte sau altui dăunător.
avicide	Produse chimice utilizate pentru uciderea păsărilor
bactericide	Compuși izolați sau produși de către un microorganism sau substanțe produse artificial, folosite pentru a ucide sau a inhiba bacteriile din plante sau sol
repelenți de păsări	Produse chimice care resping păsările
chemosterilanți	Produse chimice care fac o insectă infertilă și astfel se previne reproducerea.
desiccanți	Acționează asupra plantelor prin uscarea țesuturilor
fungicide	Produse chimice utilizate pentru prevenirea și tratarea afecțiunilor fungice
erbicid balsam	Un produs chimic care protejează culturile împotriva vătămărilor provocate de erbicide, dar nu împiedică erbicidele să omoare buruienile.
erbicide	Substanțe care sunt utilizate pentru a ucide plante sau pentru a inhiba creșterea sau dezvoltarea lor.
atractanți ai insectelor	Un produs chimic care atrage dăunătorii pentru a-i prinde în capcane, îndepărtându-i astfel din culturile furajere și produsele stocate
regulatori de creștere ai insectelor	Substanțe care funcționează prin perturbarea creșterii sau dezvoltării unor insecte
insecticide	Sunt folosite pentru a ucide insectele sau pentru a le perturba creșterea sau dezvoltarea
larvicide	Inhibă creșterea larvelor.
lampricide	Țintesc larvele de “lamprey”
repelanți de mamifere	Produși chimici care împiedică mamiferele să se apropie sau să se hrănească în culturi sau produse stocate
perturbatori de împerechere	Produsele chimice care interferează cu modul în care insectele masculine și femele se localizează reciproc folosind substanțe chimice transmise în aer, împiedicând astfel reproducerea acestora
moluscocide	Substanțe folosite pentru a ucide limacși și melci
bile antimolii	Înterupe orice deteriorare a hainelor de către molii
nematicide	Produse chimice utilizate pentru a controla nematodele
ovicide	Inhibă creșterea ouălor de insecte și acarieni
piscicide	Acționează împotriva peștilor
regulatori de creștere ai plantelor	Substanțe care modifică rata estimată de creștere, înflorirea sau rata reproducerii la plante
rodenticide	Substanțe utilizate pentru uciderea șobolanilor
silvicide	Acționează împotriva vegetației lemnoase
sinergici	Un produs chimic care sporește toxicitatea unui pesticid pentru un dăunător dar care nu este de la sine toxic pentru acei dăunători.
termicide	Omoară termite
virucide	Un agent care are capacitatea de a distruge virusurile

Multe dintre pesticide au fost asociate cu probleme de sănătate și de mediu (Hayes et al, 2006; Sanborn et al, 2007; Mnif et al, 2011; Pimentel et al, 2014; Goulson, 2014; Ianovici, 2015; Zheng et al, 2016), iar utilizarea agricolă a unor pesticide a fost abandonată (Alewu et al, 2011). Efectele pesticidelor

depind de toxicitate, durata expunerii, calea expunerii și starea individuală de sănătate, istoricul și caracteristicile populației respective, momentul aplicării, structura populației și structura peisajului (Schmolke et al., 2010). Expunerea la pesticide poate fi realizată prin contactul cu pielea, prin ingestie sau prin inhalare. În corpul uman sau animal, pesticidele pot fi metabolizate, excretate, depozitate sau bioacumulate în grăsimea corporală (Pirsaheb et al, 2015). Numeroasele efecte negative asupra sănătății care au fost asociate cu pesticidele chimice includ: efecte dermatologice, gastrointestinale, neurologice, cancerigene, respiratorii, reproductive și endocrine (Semchuk, 1992; Weisenburger, 1993; Wesseling et al, 1997; Eskenazi et al, 1999; Garcia, 2003; Bradberry, 2004; Salameh et al, 2006; Bretveld et al, 2006; Bassil et al, 2007; Hoppin et al, 2008; Bjørling-Poulsen et al, 2008; Roeleyeld & Breyeld, 2008; Osman, 2011; Mostafalou et al, 2013; Séralini et al, 2014; Thakur et al, 2014). Mai mult, expunerea profesională, accidentală sau intenționată la pesticide poate duce la spitalizare și moarte (Gunnel et al, 2007).

Pesticide organoclorurate

Cel mai cunoscut pesticid organoclorurat este diclorodifeniltricloroetanul (insecticidul DDT), a cărui utilizare necontrolată a ridicat multe probleme privind mediul și sănătatea umană (Van den Berg, 2009; Alewu et al, 2011). Dieldrina, endosulfanul, heptachlorul, dicofolul și metoxiclorul sunt alte organoclorine utilizate ca pesticide.

Există câteva țări care încă utilizează DDT sau intenționează să îl reintroducă (Turusov et al, 2002; Pirsaheb et al, 2015). Mai mult, DDT este, de asemenea, utilizat ca soluție în anumiți solvenți (Alewu et al, 2011). Este o substanță chimică omniprezentă și se crede că fiecare organism viu de pe pământ are o încărcătură corporală de DDT, în principal depozitată în grăsime (Rodríguez-Alcalá et al, 2015). Există, de asemenea, dovezi că DDT și metabolitul său p, p-diclorodifenildichloroailena (DDE) pot avea potențial de perturbare endocrin și acțiune cancerigenă (Turusov et al, 2002). În uter, expunerea atât a DDT-ului cât și a DDE-ului, a fost asociată cu efecte asupra neurodezvoltării la copii (Eskenazi et al, 2006). Mai mult, un studiu recent a legat DDE cu disfuncția lipidelor hepatice la șobolani (Rodríguez-Alcalá et al, 2015).

Clasa generală de pesticide organoclorurate a fost asociată cu efecte asupra sănătății, cum ar fi tulburări endocrine (Lemaire et al, 2004; Mnif et al, 2011), efecte asupra dezvoltării embrionare (Tiemann, 2008), metabolismului lipidelor (Karami-Mohajeri & Abdollahi, 2011) și modificări hematologice și hepatice (Freire et al, 2015). Potențialul lor cancerigen este pus sub semnul

întrebării, dar nu trebuie subestimate îngrijorările cu privire la posibile acțiuni cancerigene (Calle et al, 2002; Witczack & Abdel-Gawad, 2014; Robinson et al, 2015).

Pesticide organofosforice

Organofosfații, care au fost promovați ca o alternativă ecologică, includ o mare varietate de pesticide, dintre care cel mai frecvent este glifosatul. Această clasă include, de asemenea, alte pesticide cunoscute, cum ar fi malathionul, parathionul și dimetoatul. Această clasă de pesticide a fost asociată cu efecte asupra colinesterazei (Jaga & Dharmani, 2003), scăderea secreției de insulină, întreruperea metabolismului celular normal al proteinelor, carbohidraților și grăsimilor (Karami-Mohajeri & Abdollahi, 2011), precum și cu efecte genotoxice (Li et al, 2015) și efecte asupra funcției mitocondriale, care provoacă stres oxidativ celular și probleme ale sistemului nervos și endocrin (Karami-Mohajeri & Abdollahi, 2011).

Studiile au relevat posibile relații între expunerea la pesticide organofosforice și efecte grave asupra sănătății, inclusiv boli cardiovasculare, efecte negative asupra sistemului reproducător masculin și asupra sistemului nervos, demență și, de asemenea, un posibil risc crescut pentru limfomul non-Hodgkin (Rosenstock et al, 1991; Waddel et al, 2001; Wesseling et al, 2002; Hung et al, 2015; Jamal et al, 2015; Lin et al, 2015). Mai mult, expunerea prenatală la organofosfați a fost corelată cu scăderea duratei gestaționale (Eskenazi et al, 2004) și a problemelor neurologice care apar la copii (Rauh et al, 2015).

Glifosatul, subiectul unei controversă științifice în curs (Baylis, 2000; Williams et al, 2000; Mink et al, 2011; Mink et al, 2012; Cuhra et al, 2013; Samsel & Seneff, 2013; Campbell, 2014), este cel mai utilizat erbicid în agricultura actuală, mai ales de la introducerea culturilor modificate genetic cu toleranță la glifosat, cum ar fi anumite tipuri de soia și porumb (Woodburn, 2000; Bonny, 2008; Duke & Powles, 2009; Gasnier et al, 2009). Utilizarea sa extinsă în cultivarea de soia modificată genetic a ridicat îngrijorări cu privire la posibilele efecte estrogenice sinergice datorate expunerii simultane la glifosat și la fitoestrogenul „genisteină”, care este o izoflavonă comună prezentă în soia și produsele de soia (Fukutake et al, 1996; Thongprakaisang et al, 2013).

Glifosatul poate afișa o activitate de perturbare endocrină (Swanson et al, 2014), poate afecta eritrocitele umane in vitro (Kwiatkowska et al, 2014) și poate promova carcinogenitatea pielii la șoarece (George et al, 2010). Mai mult, se consideră că provoacă perturbări extreme ale căii shikimatului, care este o cale ce se găsește în plante și bacterii, precum și în bacteriile intestinale umane. Această perturbare poate afecta aprovizionarea organismului uman cu

aminoacizi esențiali (Samsel & Seneff, 2015). Formulele de glifosat comercial sunt considerate a fi mai toxice decât substanța activă singură (Pieniażek, 2004; Kwiatkowska, 2013). Erbicidele pe bază de glifosat, cum este cunoscutul „Roundup”, pot provoca daune ADN-ului. Pot provoca pagube la celulele cutanee umane cultivate (Clair et al, 2011), și promovează moartea celulelor în celulele testiculare ale animalelor experimentale (de Liz Oliveira Cavalli et al, 2014). Există dovezi și pentru posibila lor capacitate de a afecta citoscheletul și transportul intracelular (Hedberg & Wallin, 2010). Un studiu recent a examinat posibila relație între glifosat, culturile modificate genetic și deteriorarea sănătății în SUA. Analizele de corelație au ridicat îngrijorări cu privire la posibile conexiuni între utilizarea glifosatului și diverse efecte asupra sănătății și boli, cum ar fi hipertensiunea, diabetul, accidentele vasculare cerebrale, autismul, insuficiența renală, bolile Parkinson și Alzheimer, cancerul (Swanson et al, 2014). Mai mult, există îngrijorări cu privire la posibila capacitate a glifosatului de a provoca intoleranță la gluten, o problemă de sănătate asociată cu deficiențe ale urmelor de metale esențiale, probleme de reproducere și riscul crescut de a dezvolta limfom non-Hodgkin (Samsel & Seneff, 2004).

Pesticidele carbamate

Pesticidele carbamate, cum ar fi aldicarb, carbofuran și ziram, sunt o altă clasă de pesticide chimice care au fost asociate cu o activitate endocrinoperturbatoare, cu posibile tulburări de reproducere (Goad et al, 2004; Jamal et al, 2015) și cu efecte asupra mecanismului metabolic celular și a funcției mitocondriale (Karami-Mohajeri & Abdollahi, 2011). Mai mult, studiile in vitro au demonstrat abilitatea pesticidelor carbamate de a cauza efecte citotoxice și genotoxice în celulele ovariene de hamster (Soloneskj et al, 2015), de a induce apoptoza și necroza la nivelul celulelor imunitare umane (Li et al, 2011), a celulelor natural killer (Li et al, 2014) și de a induce apoptoza limfocitelor T (Li et al, 2015).

Mai mult decât atât, a fost confirmat faptul că pesticidele carbamate sunt implicate în mecanismul de toxicitate al dioxinei. Există dovezi pentru capacitatea acestor pesticide de a cauza efecte adverse la nivel neurocomportamental, de a crește riscul de demență și de apariție a limfoamelor non-Hodgkin (Lifshitz et al, 1997; Denison et al, 1998; Zheng et al, 2001; Lin et al, 2015).

Alte clase de pesticide chimice

Triazinele (cum ar fi atrazina, simazina și ametrinul) aparțin unei clase de pesticide chimice asociate cu tulburări endocrine și reproductive (Kniewald

et al, 2000; Jin et al, 2014). Mai mult, s-a descoperit posibilitatea existenței unei relații statistice între triazină și apariția cancerului mamar (Kettles et al, 1997). Atrazina este un erbicid foarte des utilizat, asociat cu stress-ul oxidativ (Jin et al, 2014), citotoxicitatea (Liu et al, 2006; Huang et al, 2014) și efectele dopaminergice (Ma et al, 2015). În plus, expunerea cobailor la atrazină a fost asociată cu toxicitatea reproductivă (Song et al, 2014) și cu întârzierea maturării sexuale (Breckenridge et al, 2015).

Piretroidele sintetice (fenvaleratul, permetrina și sumitrina) sunt considerate ca fiind printre cele mai sigure insecticide disponibile, în scopuri agricole și de sănătate publică (Ray & Fry, 2005; Kolaczinski & Curtis, 2008). Totuși, există dovezi ale exercitării efectelor de tulburare digestivă (Garey & Wolff, 1998; Jaensson et al, 2007; Pandey & Mohanty, 2014) și de tulburare a parametrilor reproductivi ai cobailor, inclusiv la nivel comportamental (Moore & Waring, 2001). Mai mult, un studiu recent a asociat mai mulți metaboliți ai piretroizilor cu daune la nivel de ADN ale spermei umane, ridicând problema posibilității existenței efectelor negative asupra sănătății reproductive umane (Jurewicz et al, 2014). Există posibilitatea de a produce efecte neurotoxice în dezvoltare (Shafer et al, 2005; Syed et al, 2015).

Pesticidele neonicotinoide, ca imidaclopridul, tiaclopridul și guadipirul, sunt relativ noi și, de asemenea, cele mai folosite insecticide (Goulson, 2013), promovate datorită riscului scăzut de acționare asupra organismelor nevizate (Jeschke & Nauen, 2008). Totuși, există multe argumente contrarii acestui fapt (Qi et al, 2013; Put et al, 2016), un exemplu fiind acțiunea asupra albinelor (Williams et al, 2015; Wright et al, 2015). Se cunosc dovezi ale posibilelor efecte asupra sistemelor endocrin și reproducător al animalelor (Bal et al, 2012; Hoshi et al, 2014). Un studiu recent a descoperit că neonicotinoidele sunt capabile de creșterea expresiei aromatazei, implicată în cancerul mamar și factor important în perioadele de dezvoltare (Caron-Beaudoin et al, 2016).

Riscuri asociate cu utilizarea pesticidelor

Riscurile asociate consumului de pesticide au depășit efectele benefice ale acestora. Pesticidele au efecte drastice asupra speciilor care nu sunt vizate și afectează biodiversitatea animalelor și plantelor acvatice și terestre, afectând ecosistemele. Aproximativ 80–90% dintre pesticidele aplicate se pot volatiliza în câteva zile de la aplicare (Majewski & Capel, 1995). De exemplu, erbicidele volatilizate se evaporă în aer și, ulterior, pot provoca daune plantelor non-țintă (Straathoff, 1986). Utilizarea necontrolată a pesticidelor a dus la reducerea mai multor specii de plante, terestre și acvatice. De asemenea, amenință supraviețuirea unor specii rare (Helfrich et al., 2009). În plus, aerul, apa și solurile au fost, de asemenea, contaminate cu aceste substanțe chimice

până la niveluri toxice. Dintre toate categoriile de pesticide, insecticidele sunt considerate a fi cele mai toxice (Ianovici et al., 2010; Ianovici et al., 2012).

Pesticidele pot fi aplicate ca spray-uri lichide pe sol sau plante de cultură, pot fi încorporate sau injectate în sol sau aplicate sub formă de granule sau ca tratament pentru semințe. După ce au atins zona țintă, pesticidele dispar prin degradare, dispersie, volatilizare sau scurgere în apele de suprafață și subterane; pot fi preluate de plante sau organismele din sol sau pot rămâne în sol (Hayo & Werf, 1996). Pesticidele sunt considerate a fi mai solubile în apă, fiind stabile și polare, ceea ce face foarte dificilă reducerea lor (Agrawal et al. 2010). Pesticidele solubile în apă se dizolvă în aceasta, intrând în ape subterane, pâraie, râuri și lacuri. Pe de altă parte, pesticidele solubile în grăsimi intră în corpul animalelor printr-un proces cunoscut ca bioamplificare. Ele sunt absorbite în țesuturile grase ale animalelor, rezultând astfel persistența pesticidului în lanțurile alimentare pentru perioade îndelungate de timp. Reziduurile de pesticide pot fi găsite într-o mare varietate de alimente și băuturi, inclusiv mese gătite, apă, vin, sucuri de fructe, băuturi răcoritoare și furaje pentru animale (McGill & Robinson, 1968; Cabras & Angioni, 2000; Zambonin et al, 2004; Burnett & Welford, 2007; Lorenzin, 2007; Nag & Raikwar, 2011; Witczack & Abdel-Gawad, 2014; Chourasiya et al, 2015). În plus, trebuie menționat că spălarea și decojirea nu pot elimina complet rezidurile (Reiler et al, 2015). În majoritatea cazurilor, concentrațiile nu depășesc nivelurile de siguranță stabilite prin lege (Nougadère et al., 2012; Blaznik et al, 2015). Cu toate acestea, „limitele sigure” pot subestima riscul real de sănătate, ca în cazul expunerii simultane la două sau mai multe substanțe chimice, care apare în condiții reale și poate avea efecte sinergice (WHO, 1990; Kortenkamp, 2007). De asemenea, au fost detectate reziduri de pesticide în probele de lapte matern uman și există îngrijorări cu privire la expunerea prenatală și efectele asupra sănătății la copii (Damgaard et al, 2006; Buscail et al, 2015; Lu et al, 2015).

Amenințări pentru biodiversitatea acvatică

Pesticidele intră în apă prin scurgerile din sol sau pot fi aplicate direct în apă. Apa contaminată cu pesticide poate afecta plantele acvatice, scade oxigenul dizolvat în apă și poate provoca modificări fiziologice și comportamentale asupra populațiilor de pești. În mai multe studii, pesticidele pentru îngrijirea gazonului au fost găsite în apele de suprafață și în corpurile de apă, cum ar fi iazuri, pâraie și lacuri. Pesticidele care se aplică în ecosistemele acvatice sunt toxice pentru pești și organismele non-țintă. Aceste pesticide nu sunt numai toxice în sine, ci și interacționează cu factorii de stres, care includ înflorirea nocivă a algelor. S-a observat că utilizarea excesivă a

pesticidelor pe ecosistemele acvatice a dus la o amenințare serioasă a speciilor de pesti, inclusiv somonul (Scholz et al. 2012). Pesticidele afectează, de asemenea, producătorii primari și macro-nevertebratele (Macneale et al., 2010). Animalele acvatice sunt expuse pesticidelor în trei moduri: dermal (absorbție directă prin piele), prin respirație (absorbție prin branhiile), pe cale orală (prin apă) (Helfrich et al. 2009). Aproximativ 80% din oxigenul dizolvat este furnizat de plantele acvatice și este necesar pentru susținerea vieții acvatice. Uciderea plantelor acvatice prin erbicide conduce la un nivel scăzut de O₂ și duce, în final, la sufocarea peștilor și la o productivitate piscicolă redusă. În general, nivelurile de pesticide sunt mult mai mari în apele de suprafață decât apele subterane, probabil din cauza scurgerii de suprafață din terenurile agricole și a contaminării prin stropire (Anon, 1993). Ecosistemele acvatice suferă daune considerabile din cauza scurgerii pesticidelor în lacuri, bălți și râuri. Atrazina este toxică pentru unele specii de pești și, de asemenea, afectează indirect sistemul imunitar al unor amfibieni (Forson & Storfer, 2006; Rohr et al., 2008). Carbaryl a fost găsit toxic pentru mai multe specii de amfibieni, în timp ce erbicidul glifosat este cunoscut pentru cauzarea unei mortalități ridicate în rândul mormolocilor și broaștelor juvenile (Relyea 2005). Concentrații mici de malathion s-au dovedit a modifica abundența și compoziția populației de plankton, care a afectat creșterea mormolocilor (Relyea & Hoverman, 2008). Mai mult, clorpirifosul și endosulfanul, provoacă daune grave amfibienilor (Sparling & Feller, 2009). 10% dintre broaștele masculine crescute în apa contaminată cu atrazină s-au transformat în femele. Broaștele, care erau genetic masculine, prezentau ovare dezvoltate. De asemenea, au dezvoltat tendința de a se împerechea cu alți masculi și de a depune ouă viabile. Potențialul de reproducere al formelor de viață acvatică se reduce, de asemenea, datorită pulverizării erbicidului în apropierea pepinierelelor burienoase, ceea ce în cele din urmă reduce posibilitatea de adăpost necesar peștilor tineri pentru a se ascunde de prădători (Helfrich et al., 2009).

Amenințări pentru biodiversitatea terestră

Expunerea la pesticide poate provoca efecte sub-letale asupra plantelor terestre, pe lângă uciderea plantelor non-țintă. Volatilizarea erbicidelor fenoxi poate răni copaci și arbuști din apropiere. Glifosatul crește susceptibilitatea plantelor la boli și poate reduce calitatea semințelor (Brammall & Higgins, 1988; Locke et al., 1995; Luchian et al., 2019). Chiar și doze mici pot avea un impact devastator asupra productivității culturilor non-țintă, a comunităților de plante spontane (Fletcher et al., 1993; Alexan & Ianovici, 2018; Ciobanu & Ianovici, 2018; Boboescu & Ianovici, 2018). Populațiile de

albine și gândaci pot scădea semnificativ prin utilizarea insecticidelor cu spectru larg, cum ar fi carbamați, organofosfați și piretroizi. Efectele sinergice ale piretroizilor și triazolului sau imidazole fungicidelor sunt dăunătoare albinelor producătoare de miere (Pilling & Jepson, 2006). Neonicotinoidele, și insecticidele precum pustianidina și imidaclopridul sunt toxice pentru albine. Imidaclopridul, chiar și în doze mici, afectează negativ comportamentul de hrănire al albinelor (Yang et al., 2008), pe lângă reducerea capacității de învățare (Decourtye et al., 2003). Aceasta este o preocupare majoră pentru industria alimentară, deoarece 1/3 din producția de alimente depinde de polenizarea de către albine (Ianovici et al., 2008b). Mierea și ceara obținute din stupii comerciali au avut un conținut crescut de pesticide, dintre care neonicotinoizii au avut un procent semnificativ. Din 2006, în fiecare an, populațiile de albine au scăzut cu 29–36%. Au scăzut populațiile de păsări cu 20-25%. Una dintre cauzele majore ale acestei scăderi masive este utilizarea pesticidelor care nu erau cunoscute înainte de 1962. Populațiile de vulturi din SUA au scăzut în principal din cauza expunerii la DDT și a metabolizilor săi (Liroff, 2000). Fungicidele pot reduce indirect populațiile de păsări și mamifere prin uciderea viermilor cu care se hrănesc.

Marea îngrijorare a consumului excesiv de pesticide este scurgerea lor în sol, care afectează microorganismele rezidente în acesta. Microbii din sol ajută plantele în mai multe moduri diferite, cum ar fi absorbția de nutrienți, descompunerea materiei organice și creșterea fertilității solului (Ianovici, 2010). Mai multe microorganisme din sol sunt implicate în fixarea azotului atmosferic. Fungicidele (clorotalonil și dinitrofenil) s-au dovedit a perturba procesele dependente de bacteriile nitrificatoare (Lang & Cai, 2009). Erbicidul triclopir inhibă bacteriile din sol, implicate în transformarea amoniacului în nitrit (Pell et al., 1998). Glifosatul, un erbicid non-selectiv, reduce creșterea și activitatea bacteriilor de azot în sol (Santos & Flores, 1995). Erbicidele cauzează, de asemenea, daune considerabile speciilor de fungi din sol. Trifluralina și oryzalina sunt cunoscute pentru a inhiba creșterea ciupercilor micoritice simbiotice care ajută la absorbția de nutrienți. Se cunoaște că oxadiazonul reduce numărul sporilor fungici (Moorman, 1989), în timp ce triclopirul este toxic pentru anumite specii de ciuperci micoritice (Chakravarty & Sidhu, 1987). Viermii joacă un rol important în ecosistemul solului, acționând ca bioindicatori ai contaminării solului și ca modele pentru testarea toxicității solului. Viermii de pământ contribuie, de asemenea, la fertilitatea solului. Insecticidele și fungicidele pot produce efecte neurotoxice la viermii de pământ (Schreck et al., 2008). Glifosatul are efecte dăunătoare asupra rămelor la nivel celular, provocând leziuni ale ADN-ului. Glifosatul afectează activitatea de hrănire și viabilitatea viermilor de pământ (Casabé et al., 2007). Neonicotinoizii

au tendința de a se acumula în sol, prin urmare, ei pot ucide viermii de pământ, precum specia *Eisenia foetida* (Goulson, 2013).

Impactul pesticidelor asupra sănătății umane

Pesticidele au îmbunătățit nivelul sănătății umane prin controlul bolilor transmise de vectori. Utilizarea lor pe termen lung a avut și are efecte grave asupra sănătății. Ființele umane, sunt extrem de vulnerabile la efectele dăunătoare ale pesticidelor datorate naturii nespecifice și aplicării lor necorespunzătoare. Conform Organizației Mondiale a Sănătății, în fiecare an, aproximativ 3000000 de cazuri de intoxicații cu pesticide și 220 000 de decese sunt raportate în țările în curs de dezvoltare (Lah, 2011). Aproximativ 2,2 milioane de persoane, care aparțin în principal țărilor în curs de dezvoltare, prezintă un risc crescut de expunere la pesticide (Hicks, 2013). În plus, unele persoane sunt mai sensibile la efectele toxice ale pesticidului decât altele, cum ar fi sugarii, copiii mici, muncitorii din agricultură. Pesticidele intră în corpul uman prin ingestie, inhalare sau penetrare prin piele (Spear, 1991). Majoritatea oamenilor sunt afectați prin consumul de alimente contaminate cu pesticide. După ce au trecut de mai multe bariere, acestea ajung în final la țesuturile umane (Hayo & Werf, 1996). Cu toate că organismele umane au mecanisme de excreție a toxinelor, în unele cazuri, le păstrează prin absorbție în sistemul circulator (Jabbar & Mallick, 1994). Efectele toxice sunt produse atunci când concentrația de pesticid în corpul uman crește mult mai mult decât concentrația sa inițială în mediu (Hayo & Werf, 1996).

Efectele imediate ale expunerii la pesticide includ dureri de cap, înțepături ale ochilor și pielii, iritații ale nasului și gâtului, mâncărimi ale pielii, apariția erupțiilor cutanate și a blisterelor pe piele, amețeli, diaree, dureri abdominale, greață și vărsături, vedere încețoșată, orbire și foarte rar moarte. Efectele acute ale expunerii pesticidelor nu sunt suficient de severe pentru ca cineva să caute ajutor medical. Efectele cronice ale pesticidelor sunt adesea letale și pot să nu apară chiar ani de zile. Acestea sunt efecte pe termen lung care produc afecțiuni la mai multe organe ale corpului. Expunerea la pesticide pentru perioade îndelungate de timp are drept consecință următoarele (Culliney et al., 1992; Lah, 2011):

- efecte neurologice, cum ar fi pierderea coordonării și a memoriei, capacitatea vizuală redusă și funcție motorie redusă;
- daune ale sistemului imunitar, putând provoca hipersensibilitate, astm și alergii;
- afecțiuni ale funcției reproductive prin modificarea nivelurilor de hormoni sexuali la bărbați și femei, rezultând defecte congenitale, avort spontan sau infertilitate.

Rezidurile de pesticide au fost găsite în fluxul sanguin al pacienților cu cancer. Pesticidele au fost asociate cu leucemie, limfom, cancer la creier, sân, prostată, ovare și testicule. Ingerarea de organocloruri provoacă hipersensibilitate la lumină, sunet și atingere, amețeli, tremurături, convulsii, vărsături, greață, confuzie și nervozitate. Expunerea la organofosfați și carbamați cauzează simptome similare cu creșterea acetilcolinei. Piretroizii pot provoca un răspuns alergic al pielii, agresivitate, hiperexcitație, tremurături și convulsii etc. S-a observat o relație între pesticide și boala Parkinson și boala Alzheimer (Casida & Durkin, 2013).

Este nevoie de timp pentru a integra studiile diferitelor discipline, incluzând toxicologia, chimia mediului, biologia populațiilor, ecologia, bioconservarea și ecologia peisajului, cu scopul de a înțelege efectele directe și indirecte ale pesticidelor asupra mediului (Macneale et al., 2010).

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- Agrawal A, Pandey RS, Sharma B. 2010. Water pollution with special reference to pesticide contamination in India. *J Water Res Prot* 2(5):432–448
- Akashe MM, Pawade UV, Nikam A V. 2018. Classification of pesticides: a review. *Int. J. Res. Ayurveda Pharm.* 9 (4): 144-150
- Alewu B, Nosiri C. 2011. Pesticides and human health. In: Stoytcheva M, editor. *Pesticides in the Modern World – Effects of Pesticides Exposure*. InTech p. 231–250. Available from: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-effects-of-pesticides-exposure/pesticide-and-human-health>
- Alexan D., Ianovici N. 2018. Defensive mechanisms of plants based on secondary metabolites. *BIOSTUDENT*, 1 (2): 51-58
- Anon. 1993. The environmental effects of pesticide drift, Peterborough: English Nature. 9–17. Benefits of pesticides and crop protection chemicals. In: *Crop life America*. <http://www.croplifeamerica.org/crop-protection/benefits>
- Bal R, Naziroğlu M, Türk G, Yılmaz Ö, Kuloğlu T, Etem E, et al. 2012. Insecticide imidacloprid induces morphological and DNA damage through oxidative toxicity on the reproductive organs of developing male rats. *Cell Biochem Funct.* 30:492–499. doi:10.1002/cbf.2826
- Bassil KL, Vakil C, Sanborn M, Cole DC, Kaur JS, Kerr KJ. 2007. Cancer health effects of pesticides. Systematic review. *Can Fam Physician.* 53:1704–1711.
- Bjørling-Poulsen M, Andersen HR, Grandjean P. 2008. Potential developmental neurotoxicity of pesticides used in Europe. *Environ Health.* 7:50. doi:10.1186/1476-069X-7-50
- Blaznik U, Yngve A, Eržen I, Hlastan Ribič C. 2015. Consumption of fruits and vegetables and probabilistic assessment of the cumulative acute exposure to organophosphorus and carbamate pesticides of schoolchildren in Slovenia. *Public Health Nutr* 19(3):557–563. doi:10.1017/S1368980015001494
- Boboescu N., Ianovici N. 2018. Several aspects regarding plant senescence *BIOSTUDENT*, 1 (2): 107-113
- Bonny S. 2008. Genetically modified glyphosate-tolerant soybean in the USA: adoption factors, impacts and prospects. A review. *Agron Sustain Dev.* 28:21–32. doi:10.1051/agro:2007044
- Bradberry SM, Proudfoot AT, Vale JA. 2004. Glyphosate poisoning. *Toxicol Rev.* 23:159–167. doi:10.2165/00139709-200423030-00003

- Brammall RA, Higgins VJ. 1988. The effect of glyphosate on resistance of tomato to Fusarium crown and root rot disease and on the formation of host structural defensive barriers. *Can J Bot* 66:1547–1555
- Breckenridge CB, Sawhney Coder P, Tisdell MO, Simpkins JW, Yi KD, Foradori CD, et al. 2015. Effect of age, duration of exposure, and dose of atrazine on sexual maturation and the luteinizing hormone surge in the female Sprague-Dawley rat. *Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol*. 104:204–217. doi:10.1002/bdrb.21154
- Bretveld RW, Thomas CMG, Scheepers PTJ, Zielhuis GA, Roeleveld N. 2006. Pesticide exposure: the hormonal function of the female reproductive system disrupted? *Reprod Biol Endocrinol*. 4:30. doi:10.1186/1477-7827-4-30
- Burnett M, Welford R. 2007. Case study: coca-cola and water in India: episode 2. *Corp Soc Responsib Environ Mgmt*. 14:298–304. doi:10.1002/csr.97
- Buscail C, Chevrier C, Serrano T, Pelé F, Monfort C, Cordier S, et al. 2015. Prenatal pesticide exposure and otitis media during early childhood in the PELAGIE mother-child cohort. *Occup Environ Med*. 72(12):837–844. doi:10.1136/oemed-2015-103039
- Cabras P, Angioni A. 2000. Pesticide residues in grapes, wine, and their processing products. *J Agric Food Chem*. 48:967–973. doi:10.1021/jf990727a
- Calle EE, Frumkin H, Henley SJ, Savitz DA, Thun MJ. 2002. Organochlorines and breast cancer risk. *CA Cancer J Clin*. 52:301–309. doi:10.3322/canjclin.52.5.301
- Campbell AW. 2014. Glyphosate: its effects on humans. *Altern Ther Health Med*. 20:9–11
- Caron-Beaudoin É, Denison MS, Sanderson JT. 2016. Effects of neonicotinoids on promoter-specific expression and activity of aromatase (CYP19) in human adrenocortical carcinoma (H295R) and primary umbilical vein endothelial (HUVEC) cells. *Toxicol Sci* 149(1):134–144. doi:10.1093/toxsci/kfv220
- Casabé N, Piola L, Fuchs J, Oneto ML, Pamparato L, Basack S, Giménez R, Massaro R, Papa JC, Kesten E. 2007. Ecotoxicological assessment of the effects of glyphosate and chlorpyrifos in an Argentine soya field. *J Soils Sedim* 7:232–239
- Casida JE, Durkin KA. 2013. Neuroactive insecticides: targets, selectivity, resistance, and secondary effects. *Annu Rev Entomol* 58:99–117
- Chakravarty P, Sidhu SS. 1987. Effects of glyphosate, hexazinone and triclopyr on in vitro growth of five species of ectomycorrhizal fungi. *Eur J Pathol* 17:204–210
- Chourasiya S, Khillare PS, Jyethi DS. 2015. Health risk assessment of organochlorine pesticide exposure through dietary intake of vegetables grown in the periurban sites of Delhi, India. *Environ Sci Pollut Res Int*. 22:5793–806. doi:10.1007/s11356-014-3791-x
- Ciobanu D.G, Ianovici N. 2018. Considerations regarding the mechanisms involved in regulating plant immunity to pathogen attack. *BIOSTUDENT*, 1 (2): 93-98
- Clair É, Mesnage R, Travert C, Séralini G-É. 2012. A glyphosate-based herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels. *Toxicol In Vitro*. 269–279. doi:10.1016/j.tiv.2011.12.009
- Cuhra M, Traavik T, Bøhn T. 2013. Clone- and age-dependent toxicity of a glyphosate commercial formulation and its active ingredient in *Daphnia magna*. *Ecotoxicology*. 22:251–62. doi:10.1007/s10646-012-1021-1
- Culliney TW, Pimentel D, Pimentel MH. 1992. Pesticides and natural toxicants in foods. *Agric Ecosyst Environ* 41:297–320
- Damalas CA, Eleftherohorinos IG. 2011. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int J Environ Res Public Health* 8:1402–1419
- Damgaard IN, Skakkebaek NE, Toppari J, Virtanen HE, Shen H, Schramm KW, et al. 2006. Persistent pesticides in human breast milk and cryptorchidism. *Environ Health Perspect*. 114:1133–1138. doi:10.1289/ehp.8741

- Datcu A.-D., Ciobanu D.-G., Boros B.-V., Ostafe V., Ianovici N. 2020. A new approach for phytotoxicity testing using *Allium cepa* bulbs, Romanian Biotechnological Letters. 25(2): 1488-1494 doi: 10.25083/rbl/25.2/1488.1494
- de Liz Oliveira Cavalli VL, Cattani D, Heinz Rieg CE, Pierozan P, Zanatta L, Benedetti Parisotto E, et al. 2013. Roundup disrupts male reproductive functions by triggering calcium-mediated cell death in rat testis and Sertoli cells. *Free Radic Biol Med.* 65:335–346. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2013.06.043
- Decourtye A, Lacassie E, Pham-Delègue MH. 2003. Learning performances of honeybees (*Apis mellifera* L.) are differentially affected by imidacloprid according to the season. *Pest Manag Sci* 59:269–278
- Delaplane KS. 2000. Pesticide usage in the United States: history, benefits, risks, and trends. Cooperative Extension Service. The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin 1121. Reprinted November, 2000. <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubs/PDF/B1121.pdf>
- Denison MS, Phelan D, Winter GM, Ziccardi MH. 1998. Carbaryl, a carbamate insecticide, is a ligand for the hepatic Ah (dioxin) receptor. *Toxicol Appl Pharmacol.*152:406–414. doi:10.1006/taap.1998.9999
- Duke SO, Powles SB. 2009. Glyphosate-resistant crops and weeds: now and in the future. *AgBioForum.* 12:346–357.
- Eskenazi B, Bradman A, Castorina R. 1999. Exposures of children to organophosphate pesticides and their potential adverse health effects. *Environ Health Perspect.* 107:409–419. doi:10.1289/ehp.99107s3409
- Eskenazi B, Harley K, Bradman A, Weltzien E, Jewel NP, Barr DB, et al. 2004. Association of in Utero organophosphate pesticide exposure and fetal growth and length of gestation in an agricultural population. *Environ Health Perspect.* 112:1116–1124. doi:10.1289/ehp.6789
- Eskenazi B, Marks AR, Bradman A, Fenster L, Johnson C, Barr DB, et al. 2006. In utero exposure to dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE) and neurodevelopment among young Mexican American children. *Pediatrics.* 118:233–241. doi:10.1542/peds.2005-3117
- Fletcher JS, Pfeiffer TG, Ratsch HC. 1993. Potential environmental risks associated with the new sulfonylurea herbicides. *Environ Sci Technol* 27:2250–2252
- Forson DD, Storfer A. 2006. Atrazine increases Ranavirus susceptibility in the tiger salamander (*Ambystoma tigrinum*). *Ecol Appl* 16:2325–2332
- Freire C, Koifman RJ, Koifman S. 2015. Hematological and hepatic alterations in Brazilian population heavily exposed to organochlorine pesticides. *J Toxicol Environ Health A.* 78:534–548. doi:10.1080/15287394.2014.999396
- Fukutake M, Takahashi M, Ishida K, Kawamura H, Sugimura T, Wakabayashi K. 1996. Quantification of genistein and genistin in soybeans and soybean products. *Food Chem Toxicol.* 34:457–461. doi:10.1016/0278-6915(96)87355-8
- García AM. 2003. Pesticide exposure and women's health. *Am J Ind Med.* 44:584–594. doi:10.1002/ajim.10256
- Garey J, Wolff MS. 1998. Estrogenic and antiprogesterone activities of pyrethroid insecticides. *Biochem Biophys Res Commun.* 251:855–859. doi:10.1006/bbrc.1998.9569
- Gasnier C, Dumont C, Benachour N, Clair E, Chagnon MC, Séralini GE. 2009. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology.* 262:184–191. doi:10.1016/j.tox.2009.06.006
- George J, Prasad S, Mahmood Z, Shukla Y. 2010. Studies on glyphosate-induced carcinogenicity in mouse skin: a proteomic approach. *J Proteomics.* 73:951–964. doi:10.1016/j.jprot.2009.12.008
- Goad ER, Goad JT, Atieh BH, Gupta RC. 2004. Carbofuran-induced endocrine disruption in adult male rats. *Toxicol Mech Methods.*14. doi:10.1080/15376520490434476

- Goulson D. 2014. Ecology: pesticides linked to bird declines. *Nature*. 511. doi:10.1038/nature13642
- Goulson DJ. 2013. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *J Appl Ecol* 50:977. doi: 10.1111/1365-2664.12111
- Gunnell D, Eddleston M, Phillips MR, Konradson F. 2007. The global distribution of fatal pesticide self-poisoning: systematic review. *BMC Public Health*. 7. doi:10.1186/1471-2458-7-357
- Hayes TB, Case P, Chui S, Chung D, Haeffele C, Haston K, et al. 2006. Pesticide mixtures, endocrine disruption, and amphibian declines: are we underestimating the impact? *Environ Health Perspect*. 114:40–50. doi:10.1289/ehp.8051
- Hedberg D, Wallin M. 2010. Effects of Roundup and glyphosate formulations on intracellular transport, microtubules and actin filaments in *Xenopus laevis* melanophores. *Toxicol In Vitro*. 24:795–802. doi:10.1016/j.tiv.2009.12.020
- Helfrich LA, Weigmann DL, Hipkins P, Stinson ER. 2009. Pesticides and aquatic animals: a guide to reducing impacts on aquatic systems. In: Virginia Polytechnic Institute and State University. <https://pubs.ext.vt.edu/420/420-013/420-013.html>
- Hoffman RS, Capel PD, Larson SJ. 2000. Comparison of pesticides in eight U.S. urban streams. *Environ Toxicol Chem*. 19:2249–2258. doi:10.1002/etc.5620190915
- Hoppin JA, Umbach DM, London SJ, Henneberger PK, Kullman GJ, Alavanja MCR, et al. 2008. Pesticides and atopic and nonatopic asthma among farm women in the agricultural health study. *Am J Respir Crit Care Med*. 177:11–8. doi:10.1164/rccm.200706-821OC
- Hoshi N, Hirano T, Omotehara T, Tokumoto J, Umemura Y, Mantani Y. 2014. Insight into the mechanism of reproductive dysfunction caused by neonicotinoid pesticides. *Biol Pharm Bull*. 37:1439–4143. doi:10.1248/bpb.14-00359
- Huang P, Yang J, Song Q. 2014. Atrazine affects phosphoprotein and protein expression in MCF-10A human breast epithelial cells. *Int J Mol Sci*. 15:17806–17826. doi:10.3390/ijms151017806
- Hung DZ, Yang HJ, Li YF, Lin CL, Chang SY, Sung FV, et al. 2015. The long-term effects of organophosphates poisoning as a risk factor of CVDs: a nationwide population-based cohort study. *PLoS One*. 10:e0137632. doi:10.1371/journal.pone.0137632
- Ianovici N. 2009. Approaches on the invasive alien taxa in Romania - *Ambrosia artemisiifolia* (ragweed) I, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 12: 87-104
- Ianovici N. 2010. Some preliminary data about vesicular – arbuscular mycorrhizas at different species of *Plantago*, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 13: 129-134
- Ianovici N. 2011. Approaches on the invasive alien taxa in Romania - *Ambrosia artemisiifolia* (ragweed) II, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 14: 93-112
- Ianovici N. 2015. Introducere în biomonitorizare. *Caiet pentru practica de teren*. Ed. Mirton, Timisoara, 93 p
- Ianovici N. 2016. *Taraxacum officinale* (Asteraceae) in the urban environment: seasonal fluctuations of plants traits and their relationship with meteorological factors. *Acta Agrobotanica*. DOI: 10.5586/aa.1677.
- Ianovici N., Birzescu V., Simeanu C. G., Todosi A.L., Ciuciu A.E., Ambruș L. 2010. Contributions to the morphology of pollen from some varieties of *Malus domestica*, *Pyrus communis*, *Prunus domestica*, *Prunus persica* and *Prunus armeniaca*, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 13: 115-128
- Ianovici N., Ciocan G.V., Matica A., Scurtu M., Șesan T.E. 2012. Study on the infestation by *Cameraria ohridella* on *Aesculus hippocastanum* foliage from Timișoara, Romania, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, XV (1): 67-80
- Ianovici N., Ionuți A., Zbîrcea S., Crașovan G. 2008b. Preliminary contribution to the characterization of commercial unifloral honey samples by melissopalynology analysis, *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, 11:85-94

- Ianovici N., Matica A., Scurtu M. 2010. Contribution to the knowledge of leaf galls from Western Romania, *Annals of West University of Timișoara*, ser. Biology, 13: 135-144
- Ianovici N., Novac I.D., Vlădoiu D., Bijan A., Ionașcu A., Sălășan B., Rămuș I. 2009. Biomonitoring of urban habitat quality by anatomical leaf parameters in Timișoara, *Annals of West University of Timișoara*, ser. Biology, 12:73-86
- Ianovici N., Șteflea F., Tilică Dondera P. 2008. Date preliminare privind viabilitatea polenului ca bioindicator al calității aerului în Timișoara, *Annals of West University of Timișoara*, ser. Biology, 11: 9-14
- Ianovici N., Vereș M., Catrina R.G., Pîrvulescu A.M., Tănase R.M., Datcu D.A 2015. Methods of biomonitoring in urban environment: leaf area and fractal dimension. *Annals of West University of Timișoara*, ser. Biology, 18 (2):169-178.
- Jaensson A, Scott AP, Moore A, Kylin H, Håkan Olsén K. 2007. Effects of a pyre-throid pesticide on endocrine responses to female odours and reproductive behaviour in male parr of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Aquat Toxicol.* 81:1–9. doi:10.1016/j.aquatox.2006.10.011
- Jaga K, Dharmani C. 2003. Sources of exposure to and public health implications of organophosphate pesticides. *Rev Panam Salud Publica.* 14:171–185. doi:10.1590/S1020-49892003000800004
- Jamal F, Haque QS, Singh S, Rastogi S. 2015. The influence of organophosphate and carbamate on sperm chromatin and reproductive hormones among pesticide sprayers. *Toxicol Ind Health.* 1–10. doi:10.1177/0748233714568175
- Jeschke P, Nauen R. 2008. Neonicotinoids – from zero to hero in insecticide chem-istry. *Pest Manag Sci* 64:1084–1098. doi:10.1002/ps.1631
- Jin Y, Wang L, Chen G, Lin X, Miao W, Fu Z. 2014. Exposure of mice to atrazine and its metabolite diaminochlorotriazine elicits oxidative stress and endocrine disruption. *Environ Toxicol Pharmacol.* 37:782–790. doi:10.1016/j.etap.2014.02.014
- Johnston JJ. 2001. Introduction to Pesticides and Wildlife. USDA National Wildlife Research Center – Staff Publications. Paper 589. Available from: http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/589
- Jurewicz J, Radwan M, Wielgomas B, Sobala W, Piskunowicz M, Radwan P, et al. 2015. The effect of environmental exposure to pyrethroids and DNA dam-age in human sperm. *Syst Biol Reprod Med.* 61:37–43. doi:10.3109/19396368.2014.981886
- Karami-Mohajeri S, Abdollahi M. 2011. Toxic influence of organophosphate, carbamate, and organochlorine pesticides on cellular metabolism of lipids, proteins, and carbohydrates: a systematic review. *Hum Exp Toxicol.* 30(9):1119–1140. doi:10.1177/0960327110388959
- Kaur R, Kaur Mavi G, Raghav S. 2019. Pesticides Classification and its Impact on Environment. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* 8(3): 1889-1897
- Kettles MK, Browning SR, Prince TS, Horstman SW. 1997. Triazine herbicide expo-sure and breast cancer incidence: an ecologic study of Kentucky counties. *Environ Health Perspect.* 105:1222–1227. doi:10.1289/ehp.971051222
- Kniewald J, Jakominić M, Tomljenović A, Simić B, Romać P, Vranesić D, et al. 2000. Disorders of male rat reproductive tract under the influence of atrazine. *J Appl Toxicol.* 20:61–68.
- Kolaczinski JH, Curtis CF. 2004. Chronic illness as a result of low-level exposure to synthetic pyrethroid insecticides: a review of the debate. *Food Chem Toxicol.* 42:697–706. doi:10.1016/j.fct.2003.12.008
- Kortenkamp A. 2007. Ten years of mixing cocktails: a review of combination effects of endocrine-disrupting chemicals. *Environ Health Perspect.* 115:98–105. doi:10.1289/ehp.9357
- Kwiatkowska M, Huras B, Bukowska B. 2014. The effect of metabolites and impu-rities of glyphosate on human erythrocytes (in vitro). *Pestic Biochem Physiol.* 109:34–43. doi:10.1016/j.pestbp.2014.01.003

- Kwiatkowska M, Pawel J, Bukowska B. 2013. Glyphosate and its formulations – toxicity, occupational and environmental exposure (Article in Polish). *Med Pr.* 64:717–729. doi:10.13075/mp.5893.2013.0059
- Lah K. 2011. Effects of pesticides on human health. In: *Toxipedia*. Available from <http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Effects+of+Pesticides+on+Human+Health>.
- Lang M, Cai Z. 2009. Effects of chlorothalonil and carbendazim on nitrification and denitrification in soils. *J Environ Sci* 21:458–467
- Lemaire G, Terouanne B, Mauvais P, Michel S, Rahman R. 2004. Effect of organo-chlorine pesticides on human androgen receptor activation in vitro. *Toxicol Appl Pharmacol.*196:235–246. doi:10.1016/j.taap.2003.12.011
- Li D, Huang Q, Lu M, Zhang L, Yang Z, Zong M, et al. 2015. The organophosphate insecticide chlorpyrifos confers its genotoxic effects by inducing DNA damage and cell apoptosis. *Chemosphere.* 135:387–393. doi:10.1016/j.chemosphere.2015.05.024
- Li Q, Kobayashi M, Kawada T. 2011. Ziram induces apoptosis and necrosis in human immune cells. *Arch Toxicol.* 85:355–361. doi:10.1007/s00204-010-0586-9
- Li Q, Kobayashi M, Kawada T. 2014. Carbamate pesticide-induced apoptosis and necrosis in human natural killer cells. *J Biol Regul Homeost Agents.* 28:23–32
- Li Q, Kobayashi M, Kawada T. 2015. Carbamate pesticide-induced apoptosis in human T lymphocytes. *Int J Environ Res Public Health.* 12:3633–45. doi:10.3390/ijerph120403633
- Lifshitz M, Shahak E, Bolotin A, Sofer S. 1997. Carbamate poisoning in early childhood and in adults. *J Toxicol Clin Toxicol* 35:25–7. doi:10.3109/15563659709001161
- Lin JN, Lin CL, Lin MC, Lai CH, Lin HH, Yang CH, et al. 2015. Increased risk of dementia in patients with acute organophosphate and carbamate poisoning: a nationwide population-based cohort study. *Medicine (Baltimore)* 94:e1187. doi:10.1097/MD.0000000000001187
- Liroff RA. 2000. Balancing risks of DDT and malaria in the global POPs treaty. *Pestic Safety News* 4:3
- Liu XM, Shao JZ, Xiang LX, Chen XY. 2006. Cytotoxic effects and apoptosis induction of atrazine in a grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) cell line. *Environ Toxicol.* 21:80–89. doi:10.1002/tox.20159
- Locke D, Landivar JA, Moseley D.1995. The effects of rate and timing of glyphosate applications of defoliation efficiency, regrowth inhibition, lint yield, fiber quality and seed quality. *Proc Beltwide Cotton Conf* 2:1088–1090
- Lorenzin M. 2007. Pesticide residues in Italian ready-meals and dietary intake estimation. *J Environ Sci Health B.* 42:823–833. doi:10.1080/03601230701555021
- Lu D, Wang D, Ni R, Lin Y, Feng C, Xu Q, et al. 2015. Organochlorine pesticides and their metabolites in human breast milk from Shanghai, China. *Environ Sci Pollut Res Int.* 22:9293–9306. doi:10.1007/s11356-015-4072-z
- Luchian M.R., Datcu A.D., Ianovici N. 2019. The effect of glyphosate-based formulations on aquatic plants. *BIOSTUDENT*, 2 (1): 25-32
- Ma K, Wu HY, Zhang B, He X, Li BX. 2015. Neurotoxicity effects of atrazine-induced SH-SY5Y human dopaminergic neuroblastoma cells via microglial activation. *Mol Biosyst.* 11:2915–2924. doi:10.1039/c5mb00432b
- Macneale KH, Kiffney PM, Scholz NL. 2010. Pesticides, aquatic food webs, and the conservation of Pacific salmon. *Front Ecol Environ* 8:475–482
- Mahmood I., Imadi S.R., Shazadi K., Gul A., Hakeem KR. 2016. Effects of Pesticides on Environment in K.R. Hakeem et al. (eds.), *Plant, Soil and Microbes*, DOI 10.1007/978-3-319-27455-3_13
- Majewski M, Capel P.1995. Pesticides in the atmosphere: distribution, trends, and governing factors. *Pesticides in the hydrologic system*, vol 1. Ann Arbor Press Inc., Boca Raton, FL, p 118

- McGill AE, Robinson J. 1968. Organochlorine insecticide residues in complete prepared meals: a 12-month survey in S.E. England. *Food Cosmet Toxicol.* 6:45–57. doi:10.1016/0015-6264(68)90080-1
- Mink PJ, Mandel JS, Scurman BK, Lundin JI. 2012. Epidemiologic studies of glyphosate and cancer: a review. *Regul Toxicol Pharmacol.* 63:440–452. doi:10.1016/j.yrtph.2012.05.012
- Mnif W, Hassine AIH, Bouaziz A, Bartegi A, Thomas O, Roig B. 2011. Effect of endocrine disruptor pesticides: a review. *Int J Environ Res Public Health.* 8:2265–2203. doi:10.3390/ijerph8062265
- Monaco JT, Weller SC, Ashton FM. 2002. Herbicide registration and environmental impact. *Weed science: principles and practices*, 4th edn. John Wiley & Sons, New York, NY
- Moore A, Waring CP. 2001. The effects of a synthetic pyrethroid pesticide on some aspects of reproduction in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquat Toxicol* 52:1–12. doi:10.1016/S0166-445X(00)00133-8
- Moorman TB. 1989. A review of pesticide effects on microorganisms and microbial processes related to soil fertility. *J Prod Agric* 2:14–23
- Mostafalou S, Abdollahi M. 2013. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicol Appl Pharmacol.* 268:157–177. doi:10.1016/j.taap.2013.01.025
- Nag SK, Raikwar MK. 2011. Persistent organochlorine pesticides residues in animal feed. *Environ Monit Assess.* 174:327–335. doi:10.1007/s10661-010-1460-1
- Nicolopoulou-Stamati P, Maipas S, Kotampasi C, Stamatis P and Hens L. 2016. Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Front. Public Health* 4:148. doi: 10.3389/fpubh.2016.00148
- Nougadère A, Sirot V, Kadar A, Fastier A, Truchot E, Vergnet C, et al. 2012. Total diet study on pesticide residues in France: levels in food as consumed and chronic dietary risk to consumers. *Environ Int.* 45:135–150. doi:10.1016/j.envint.2012.02.001
- Osman KA. 2011. Pesticides and human health. In: Stoytcheva M, editor. *Pesticides in the Modern World – Effects of Pesticides Exposure*. InTech, p. 206–30. Available from: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-effects-of-pesticides-exposure/pesticides-and-human-health>
- Pandey SP, Mohanty B. 2014. The neonicotinoid pesticide imidacloprid and the dithiocarbamate fungicide mancozeb disrupt the pituitary–thyroid axis of a wildlife bird. *Chemosphere* 122:227–234. doi:10.1016/j.chemosphere.2014.11.061
- Pell M, Stenberg B, Torstensson L. 1998. Potential denitrification and nitrification tests for evaluation of pesticide effects in soil. *Ambio* 27:24–28
- Pieniażek D, Bukowska B, Duda W. 2004. Comparison of the effect of Roundup Ultra 360 SL pesticide and its active compound glyphosate on human erythrocytes. *Pestic Biochem Physiol.* 79:58–63. doi:10.1016/j.pestbp.2004.03.003
- Pilling ED, Jepson PC. 2006. Synergism between EBI fungicides and a pyrethroid insecticide in the honeybee (*Apis mellifera*). *Pestic Sci* 39:293–297
- Pimentel D, Burgess M. 2014. Environmental and economic benefits of reducing pesticide use. In: Pimentel D, Peshin R, editors. *Integrated Pest Management*. New York, Heidelberg, Dordrecht, London: Springer Science + Business Media Dordrecht.
- Pirsahab M, Limoe M, Namdari F, Khamutian R. 2015. Organochlorine pesticides residue in breast milk: a systematic review. *Med J Islam Repub Iran.* 29:228.
- Put K, Bollens T, Wäckers F, Pekas A. 2016. Non-target effects of commonly used plant protection products in roses on the predatory mite *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier (Acari: Phytoseiidae). *Pest Manag Sci* 72(7):1373–1380. doi:10.1002/ps.4162
- Qi S, Wang C, Chen X, Qin Z, Li X, Wang C. 2013. Toxicity assessments with *Daphnia magna* of Guadipyr, a new neonicotinoid insecticide and studies of its effect on acetylcholinesterase

- (AChE), glutathione S-transferase (GST), catalase (CAT) and chitinase activities. *Ecotoxicol Environ Saf.* 98:339–344. doi:10.1016/j.ecoenv.2013.09.013
- Rauh VA, Garcia WE, Whyatt RM, Horton MK, Barr DB, Louis ED. 2015. Prenatal exposure to the organophosphate pesticide chlorpyrifos and childhood tremor. *Neurotoxicology.* 51:80–86. doi:10.1016/j.neuro.2015.09.004
 - Ray DE, Fry JR. 2006. A reassessment of the neurotoxicity of pyrethroid insecticides. *Pharmacol Ther.* 111:174–193. doi:10.1016/j.pharmthera.2005.10.003
 - Relyea RA, Hoverman JT. 2008. Interactive effects of predators and a pesticide on aquatic communities. *Oikos* 117:1647–1658
 - Relyea RA. 2005. The lethal impact of roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecol Appl* 15:1118–1124
 - Robinson T, Ali U, Mahmood A, Chaudhry MJ, Li J, Zhang G, et al. 2015. Concentrations and patterns of organochlorines (OCs) in various fish species from the Indus River, Pakistan: a human health risk assessment. *Sci Total Environ.* 541:1232–1242. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.10.002
 - Rodríguez-Alcalá LM, Sá C, Pimentel LL, Pestana D, Teixeira D, Faria A, et al. 2015. Endocrine disruptor DDE associated with a high-fat diet enhances the impairment of liver fatty acid composition in rats. *J Agric Food Chem.* 63:9341–9348. doi:10.1021/acs.jafc.5b03274
 - Roeleveld N, Bretveld R. 2008. The impact of pesticides on male fertility. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 20:229–233. doi:10.1097/GCO.0b013e3282fcc334
 - Rohr JR, Schotthoefer AM, Raffel TR, Carrick HJ, Halstead N, Hoverman JT, Johnson CM, Johnson LB, Lieske C, Piwoni MD, Schoff PK, Beasley VR. 2008. Agrochemicals increase trematode infections in a declining amphibian species. *Nature* 455:1235–1239
 - Rosenstock L, Keifer M, Daniell WE, McConnell R, Claypoole K. 1991. Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication. *Lancet.* 338:223–227. doi:10.1016/0140-6736(91)90356-T
 - Salameh P, Waked M, Baldi I, Brochard P, Saleh BA. 2006. Respiratory diseases and pesticide exposure: a case-control study in Lebanon. *J Epidemiol Community Health.* 60:256–261. doi:10.1136/jech.2005.039677
 - Samsel A, Seneff S. 2013. Glyphosate, pathways to modern diseases II: celiac sprue and gluten intolerance. *Interdiscip Toxicol.* 6:159–184. doi:10.2478/intox-2013-0026
 - Samsel A, Seneff S. 2013. Glyphosate's suppression of cytochrome P450 enzymes and amino acid biosynthesis by the gut microbiome: pathways to modern diseases. *Entropy.* 15:1416–1463. doi:10.3390/e15041416
 - Samsel A, Seneff S. 2015. Glyphosate, pathways to modern diseases III: manganese, neurological diseases, and associated pathologies. *Surg Neurol Int.* 6:45. doi:10.4103/2152-7806.153876
 - Sanborn M, Kerr KJ, Sanin LH, Cole DC, Bassil KL, Vakil C. 2007. Non-cancer health effects of pesticides. Systematic review and implications for family doctors. *Can Fam Physician.* 53:1712–1720.
 - Santos A, Flores M. 1995. Effects of glyphosate on nitrogen fixation of free-living heterotrophic bacteria. *Lett Appl Microbiol* 20:349–352
 - Schmolke A, Thorbek P, Chapman P, Grimm V. 2010. Ecological models and pesticide risk assessment: current modeling practice. *Environ Toxicol Chem* 29(4):1006–1012
 - Scholz NL, Fleishman E, Brown L, Werner I, Johnson ML, Brooks ML, Mitchelmore CL. 2012. A perspective on modern pesticides, pelagic fish declines, and unknown ecological resilience in highly managed ecosystems. *Bioscience* 62(4):428–434
 - Schreck E, Geret F, Gontier L, Treilhou M. 2008. Neurotoxic effect and metabolic responses induced by a mixture of six pesticides on the earthworm *Aporrectodea caliginosa nocturna*. *Chemosphere* 71(10):1832–1839

- Semchuk KM, Love EJ, Lee RG. 1992. Parkinson's disease and exposure to agricultural work and pesticide chemicals. *Neurology*. 42:1328–1335. doi:10.1212/WNL.42.7.1328
- Shafer TJ, Meyer DA, Crofton KM. 2005. Developmental neurotoxicity of pyre-throid insecticides: critical review and future research needs. *Environ Health Perspect*. 113:123–136. doi:10.1289/ehp.7254
- Soloneski S, Kujawski M, Scuto A, Larramendy ML. 2015. Carbamates: a study on genotoxic, cytotoxic, and apoptotic effects induced in Chinese hamster ovary (CHO-K1) cells. *Toxicol In Vitro*. 29:834–844. doi:10.1016/j.tiv.2015.03.011
- Song Y, Jia ZC, Chen JY, Hu JX, Zhang LS. 2014. Toxic effects of atrazine on reproductive system of male rats. *Biomed Environ Sci*. 27:281–288. doi:10.3967/bes2014.050
- Sparling DW, Feller GM. 2009. Toxicity of two insecticides to California, USA, anurans and its relevance to declining amphibian populations. *Environ Toxicol Chem* 28(8):1696–1703
- Straathoff H. 1986. Investigations on the phytotoxic relevance of volatilization of herbicides. *Mededelingen* 51(2A):433–438
- Swanson NL, Leu A, Abrahamson J, Wallet B. 2014. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America. *J Org Syst*. 9:6–37.
- Syed F, John PJ, Soni I. 2015. Neurodevelopmental consequences of gestational and lactational exposure to pyrethroids in rats. *Environ Toxicol*. doi:10.1002/tox.22178
- Thakur DS, Khot R, Joshi PP, Pandharipande M, Nagpure K. Glyphosate poisoning with acute pulmonary edema. *Toxicol Int* (2014) 21:328–30. doi:10.4103/0971-6580.155389 Seralini GE, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M, et al. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environ Sci Eur* (2014) 26:14. doi:10.1186/s12302-014-0014-5
- Thongprakaisang S, Thiantanawat A, Rangkadilok N, Suriyo T, Satayavivad J. 2013. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food Chem Toxicol*. 59:129–36. doi:10.1016/j.fct.2013.05.057
- Turusov V, Rakitsky V, Tomatis L. 2002. Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): ubiquity, persistence, and risks. *Environ Health Perspect*. 110:125–8. doi:10.1289/ehp.02110125
- Van den Berg H. 2009. Global status of DDT and its alternatives for use in vector control to prevent disease. *Environ Health Perspect*. 117:1656–63. doi:10.1289/ehp.0900785
- Waddell BL, Zahm SH, Baris D, Weisenburger DD, Holmes F, Burmeister LF, et al. 2001. Agricultural use of organophosphate pesticides and the risk of non-Hodgkin's lymphoma among male farmers (United States). *Cancer Causes Control*. 12:509–17. doi:10.1023/A:1011293208949
- Weisenburger DD. 1993. Human health effects of agrichemical use. *Hum Pathol*. 24:571–6. doi:10.1016/0046-8177(93)90234-8 21.
- Wesseling C, Keifer M, Ahlbom A, McConnell R, Moon J-D, Rosenstock L, et al. 2002. Long-term neurobehavioral effects of mild poisonings with organophosphate and n-methyl carbamate pesticides among banana workers. *Int J Occup Environ Health*. 8:27–34. doi:10.1179/oeh.2002.8.1.27
- Wesseling C, McConnell R, Partanen T, Hogstedt C. 1997. Agricultural pesticide use in developing countries: health effects and research needs. *Int J Health Serv*. 27:273–308. doi:10.2190/E259-N3AH-TA1Y-H591
- Williams GM, Kroes R, Munro IC. 2000. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regul Toxicol Pharmacol*. 31:117–65. doi:10.1006/rtp.1999.1371
- Williams GR, Troxler A, Retschnig G, Roth K, Yañez O, Shutler D, et al. 2015. Neonicotinoid pesticides severely affect honey bee queens. *Sci Rep* 5:14621. doi:10.1038/srep14621
- Witczak A, Abdel-Gawad H. 2014. Assessment of health risk from organochlorine pesticides residues in high-fat spreadable foods produced in Poland. *J Environ Sci Health B*. 49:917–28. doi:10.1080/03601234.2014.951574

BOBOESCU et al: Pesticides and their adverse effects on the environment and human health

- Woodburn AT. 2000. Glyphosate: production, pricing and use worldwide. *Pest Manag Sci.* 56:309–12. doi:10.1002/(SICI)1526-4998(200004)
- World Health Organization. 1990. *Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture.* England: World Health Organization
- World Health Organization. 2010. *International code of conduct on the distribution and use of pesticides: guidelines for the registration of pesticides.* World Health Organization, Rome
- Wright GA, Softley S, Earnshaw H. 2015. Low doses of neonicotinoid pesticides in food rewards impair short-term olfactory memory in foraging-age honey-bees. *Sci Rep* 5:15322. doi:10.1038/srep15322
- Yang EC, Chuang YC, Chen YL, Chang LH. 2008. Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). *J Econ Entomol* 101:1743–1748
- Zambonin CG, Quinto M, De Vietro N, Palmisano F. 2004. Solid-phase micro-extraction – gas chromatography mass spectrometry: a fast and simple screening method for the assessment of organophosphorus pesticides residues in wine and fruit juices. *Food Chem.* 86:269–74. doi:10.1016/j.foodchem.2003.09.025
- Zheng S, Chen B, Qiu X, Chen M, Ma Z, Yu X. 2016. Distribution and risk assessment of 82 pesticides in Jiulong River and estuary. *Chemosphere.*144:1177–92.
- Zheng T, Zahm SH, Cantor KP, Weisenburger DD, Zhang Y, Blair A. 2001. Agricultural exposure to carbamate pesticides and risk of non-hodgkin lymphoma. *J Occup Environ Med.* 43:641–649.