

*3rd Conference with International Participation
Conference VIVUS – on Agriculture, Environmentalism, Horticulture and Floristics, Food Production and
Processing and Nutrition
»Transmission of Innovations, Knowledge and Practical Experience into Everyday Practice«
14th and 15th November 2014, Biotechnical Centre Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenia*

Pesticidi kot hormonski motilci in njihov vpliv na okolje

Dr. Lucija Kolar

www.COMPLEMENTARIUM.si, Slovenija, lucija@complementarium.si

Dr. Tanja Bagar

Zeleni rudniki Pomurja, CEROP, Slovenija, tanja.bagar@cerop.si

Izvleček

Skrb ljudi v povezavi s pesticidi in njihovimi škodljivimi posledicami za zdravje se je pričela v poznih 50. in zgodnjih 60. letih prejšnjega tisočletja, ko je Rachel Carson izdala znamenito knjigo "Silent spring" (1962). Takrat se prvič omenijo negativni učinki pesticida DDT, revolucionarnega izdelka, ki pa se kasneje izkazal za enega najbolj nevarnih okoljskih onesnaževalcev-hormonskih motilcev. V skupino hormonskih motilcev prištevamo sicer tudi druge snovi, vendar so pesticidi številčno najpogostejši, hkrati pa redkeje obravnavani v literaturi s stališča pravilne uporabe v kmetijstvu. V prispevku bomo predstavili pogosteje uporabljene pesticide v slovenskem prostoru, pojasnili njihove učinke predvsem s stališča vpliva na človekovo zdravje (hormonski motilci), prikazali načine vstopa teh snovi v okolje in tudi, kakšne so praktične možnosti preprečevanja in primerne ravnanja z obravnavanimi snovmi v okolju. Pesticidi v visokih koncentracijah povzročajo akutne zastrupitve, daljšo izpostavitve nižjim koncentracijam pa povezujejo z vrsto kroničnih bolezni, med katerimi so na prvem mestu alergije, bolezni in težave z reproduktivnim sistemom, nevrološke motnje in rak. Zaradi naraščanja uporabe pesticidov smo preko okolja (prst, zrak in površnike vode), hrane in pitne vode čedalje bolj izpostavljeni pesticidom tudi ljudje in živali. V prispevku bomo torej opisali izpostavljeno tematiko in hkrati predstavili alternative uporabi pesticidov.

Ključne besede: pesticidi, hormonski motilci, zdravje, trajnostno okolje

Pesticides as endocrine disruptors and their environmental effects

Abstract

The paradigm of endocrine disruptors dates back to the late 1950, when Rachel Carson published her famous book "Silent spring" in 1962. She was the first to publically reveal detrimental effects of pesticide DDT, which later become one of the most recognizable environmental pollutants. In the large group of endocrine disruptors there are also other chemical groups, but pesticides are the most abundant and on the other hand, there are so little data about how to properly use them in agriculture.

We will try to present a few pesticides, more often used in Slovenia, show their effects on health and environment and try to suggest alternatives towards the mass usage of pesticides.

Key words: pesticides, endocrine disruptors, health, sustainable environment

1 Uvod

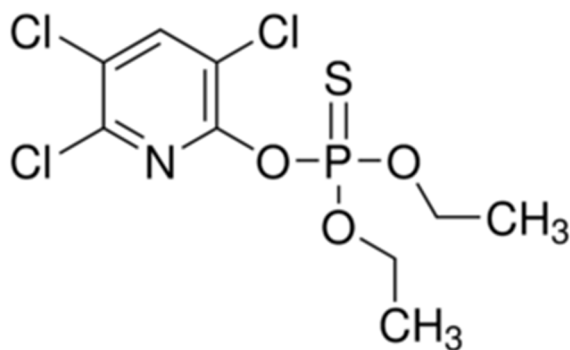
Pesticidi so lahko naravnega izvora, večinoma pa so to kemijsko sintetizirane snovi. Lahko se uporabljajo kot čiste snovi ali v obliki pripravkov, ki lahko, poleg osnovne spojine, vsebujejo še topila, emulgatorje, barvila, tenzide, konzervanse, sredstva, ki delujejo sinergično ipd. Namenjeni so uničevanju ciljnih skupin živih organizmov, njihovi nevarni učinki postanejo dejavni, ko pridejo v stik z izbranimi rastlinami in živalmi, toda zaradi razvejanosti razdiralnega delovanja nekaterih pesticidov se ti učinki aktivirajo tudi, ko so v stiku z neciljnimi organizmi in celo s človekom. Vsi pesticidi imajo skupno lastnost, da blokirajo vitalne biokemične/metabolične procese v organizmih, katerim so namenjeni oz. za katere naj bi bili selektivno strupeni. Večina pesticidov zaseda visoko mesto na nevarnostni lestvici (visoka toksičnost, rakotvornost, mutagenost itd.) (Čehić, 2007). Zaradi naštetih lastnosti jih uvrščamo v skupino hormonskih motilcev (HM).

Izraz hormonski motilec je sorazmerno mlad in ga je v znanstveno literaturo uvedla dr. Theo Colborn, leta 1996, ko je zaradi svojih odkritij organizirala prvo znanstveno srečanje posvečeno odkritju različnih kemijskih snovi, katerim je skupno to, da učinkujejo na hormonski sistem različnih organizmov v zelo nizkih količinah in predstavljajo dolgotrajno nevarnost zlasti za otroke že v fazi nosečnosti (<http://endocrinedisruption.org/>, 18. 4. 2014). Pomembno je poudariti, da se učinki lahko odvijajo že pri izjemno nizkih odmerkih; kot taki lahko prizadanejo številne signalne sisteme, ki nadzirajo telesne funkcije in razvoj. Učinki HM so tako lahko posredni ali neposredni, dolgotrajni ali z zamikom.

V sloveniji je raba pesticidov še vedno močno prisotna. Čeprav obstaja lista prepovedanih snovi, ki jo poznamo kot »dirty dozen« listo in je ena najpomembnejših »posledic« Stockholmske konvencije, so različni kemijski razredi pesticidov še vedno v rabi – kljub znanstveno dokazanim škodljivim učinkom na zdravlje ljudi in živali ter kopičenja v okolju. V prispevku bomo opisali dva predstavnika – klorpirifos (CPF) in glifostat.

2 Pesticidi kot HM

2.1 Klorpirifos - kemijske značilnosti in lastnosti



Slika 1. Strukturna formula organofosfatnega insekticida – klorpirifosa (CPF)

Vir: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/fluka/45395?lang=en®ion=SI>, 15. 5. 2014)

Klorpirifos je organofosfatni pripravek – organofosfat (OP), ki se v Sloveniji uporablja predvsem v vinogradništvu kot insekticid za omejevanje številčnosti škodljivcev na vinski trti za zatiranje

pasastega grozdnega sukača (*Eupoecilia ambiguella*), križastega grozdnega sukača (*Lobesia botrana*), grozdnih sukačev in drugih škodljivih gosenic ter za zatiranje zelenega škržatka (*Empoasca vitis*) in ameriškega škržatka (*Scaphoideus titanus*) (http://www.syngenta.com/country/si/sl/Syngenta_programi/varstvo-rastlin/Proizvodi/Pages/Reldan_22_EC.aspx, 16. 5. 2014). V Sloveniji se ga prodaja pod tržnim imenom Reldan 22 EC kot kontaktni insekticid. Reldan 22 EC deluje na žuželke topikalno, želodčno in preko dihalnih organov. Posledici izrazito globinskega delovanja sta njegova izredna učinkovitost in odpornost proti spiranju (http://www.syngenta.com/country/si/SiteCollectionDocuments/Varnostni%20listi%20in%20tehnicne%20informacije/Varnostni%20listi/Reldan_22_EC.pdf, 15. 5. 2014 varnostni list, sygenta).



Slika 2. Oznaka/ovojna nalepka klorpirifosa v Evropi, katerega v največji meri trži podjetje Dow Agro Sciences, ki ga je leta 1965 prvič dalo na tržišče

Vir: http://www.syngenta.com/country/si/sl/Syngenta_programi/varstvo-rastlin/Proizvodi/Pages/Reldan_22_EC.aspx, 16. 5. 2014

Klorpirifos pa se prodaja tudi pod drugimi tržnimi imeni npr.: Pestnal, Brodan, Detmol UA, Dowco 179, Dursban, Empire, Eradex, Lorsban, Paqant, Piridane, Scout, Stipend, Tricel različnih proizvajalcev iz celega sveta. V letu 2000, je Ameriška okoljska agencija (EPA) dosegla, da je prišlo do prepovedi uporabe klorpirifosa za rabo v ameriških gospodinjstvih, zaradi prevelikih zdravstvenih tveganj predvsem za otroke. Vseeno pa ga še vedno v milijonih ton uporabljajo v druge namene, predvsem v kmetijstvu. V Evropski uniji je dovoljen do 30. 6. 2016 v vseh državah članicah, razen na Danskem, Finskem, Latviji in Litvaniji (IUPAC 2012), kot kaže zadnje poročilo pa je raba omejena predvsem na vinogradništvo.

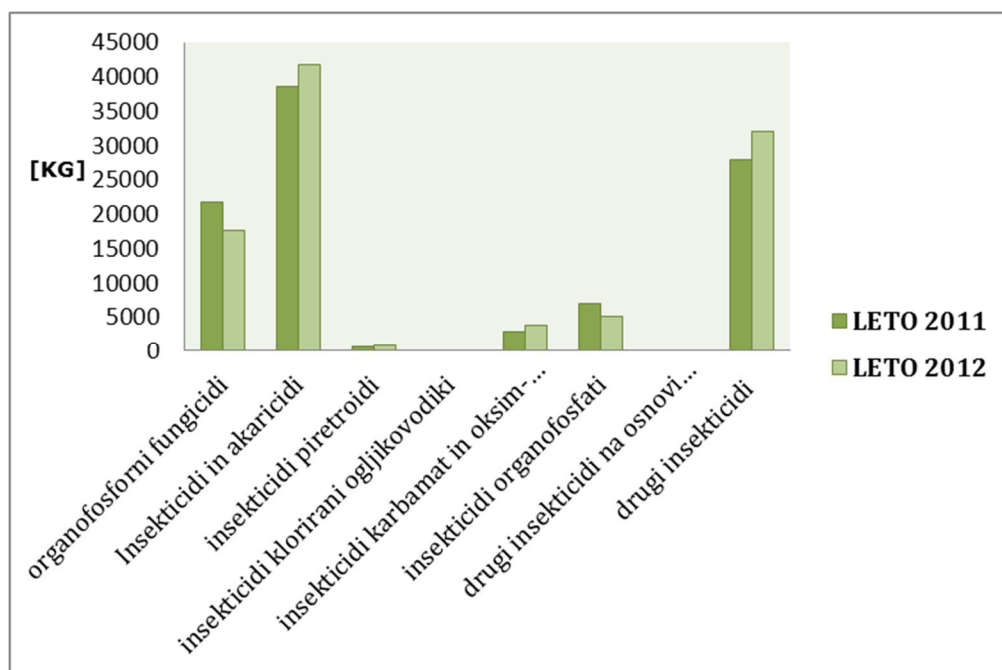
2.2 Značilnosti kemijske skupine organofosfati

Splošna značilnost OP pripravkov je, da učinkujejo na živčni sistem in so visoko akutno toksični za čebele, nekatere divje živali in človeka. Posebej zanimivo je to, da je večina bioloških molekul po kemijski zgradbi organofosfatna, tako DNK kot RNK molekula in tudi kofaktorji, ki so esencialnega pomena za življenje (<http://www.epa.gov/pesticides/cumulative/>, 16. 5. 2014). Ravno zaradi te lastnosti je bil razvoj te skupine insekticidov zelo razvejan, hkrati pa kasneje tudi zelo preučevan zlasti iz stališča možnih škodljivih posledic za živa bitja in njihov ekosistem (Luo Y. & Zhang M., 2009). Klorpirifos je širokospektralni insekticid, ki deluje preko stika in prizadane delovanje živčnega sistema. Živčni sistem je prizadet zaradi vpliva insekticida na delovanje živčnega prenašalca – acetilholina (Ach). Klorpirifos se namreč veže na aktivno mesto encima acetilholinesteraze (AchE) in s tem zavira razgradnjo acetilholina. To povzroči zadrževanje acetilholina v sinaptičnih mešičkih in posledično pretirano vzpodbujene živčne celice kar vodi do nevrotoksičnosti in v končni fazi do smrti (Fukoto, 1990). Klorpirifos ima sicer podoben mehanizem toksičnosti z drugimi organofosfatnimi insekticidi (npr. še bolj »znana« in okoljsko nevarna sta malation in paration), vendar je neučinkovit pri populacijah, ki so odporne na OP.

2.3 Prodaja insekticidnih pripravkov iz skupine organofosfatov v Sloveniji

Zanimalo nas je, kakšno je stanje z uporabo pesticidov v Sloveniji; podrobneje smo analizirali insekticide in fungicide, saj v teh dveh skupinah najpogosteje uporabljajo pripravke z organofosforno/organofosfatno skupino.

(<http://chemistry.stackexchange.com/questions/17/stability-of-organophosphorous-vs-organophosphates>, 17. 5. 2014). Podatke smo pridobili preko SURS-a in zanimivo je, da lahko dobimo le podatke o prodaji, o dejanskih uporabljenih vrednostih pa ne; verjetno bi bilo takšno sporočanje preveč kompleksno. Glede na podatke kaže, da se je poraba organofosfatnih insekticidov v letu 2012 zmanjšala glede na leto 2011, vendar je bilo v splošnem uporabljenih več drugih insekticidov, kot je razvidno iz Slike 3. Tudi organofosforni fungicidi niso bil prodani v zanemarljivih vrednostih nekje nad 20.000 kg v letu 2011, v letu 2012 pa se je njihova prodaja nekoliko zmanjšala. V splošnem se je v letu 2012 prodalo več insekticidov in akaricidov (ne glede na kemijsko poreklo), kar kaže na prisotnost zelo raznolikih (t.i. drugih) kemijskih skupin v razredu insekticidov ter predvidoma tudi večjo prisotnost insektov, zaradi globalnih podnebnih sprememb in premale ozaveščenosti ljudi glede uporabe alternativnih, okolju prijaznejših snovi.



Slika 3. Prikaz stanja glede prodaje pesticidov in sicer organofosfatnih fungicidov in insekticidov v letih 2011 in 2012 v Sloveniji

Vir: podatki SURS, 2014

(http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1517202S&ti=&path=../Database/Okolje/15_kmeti_jstvo_ribstvo/07_reproduk_material/02_15172_prodaja_pesticidov/&lang=2, 15. 5. 2014)

2.4 Klorpirifos kot HM

Klorpirifos se je kot hormonski motilec v literaturi začel pojavljati že nekje po letu 1990. Ravno Colbornova (pobudnica prve javne razprave o HM, o.p.¹) je v svojem preglednem članku zapisala, da je izjemnega pomena predvsem zaznava nizkih koncentracij potencialno škodljivih snovi, (ki jih danes

¹ Dr. Theo Colborn je ameriška znanstvenica, ki se ukvarja s problematiko hormonskih motilcev in je bila med prvimi, ki so tem glasno spregovorili leta 1991 na »Wingspread Conference Centre in Wisconsin«. V knjigi »Our stolen future« iz leta 1996, je svoja znanstvena dognanja tudi objavila. Danes še vedno aktivno izobražuje zainteresirane, vodenje organizacije TEDX (The Endocrine Disruption Exchange) <http://endocrinedisruption.org/>, pa je prepustila sodelavcem.

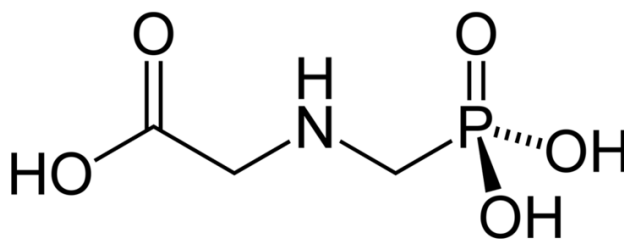
označujemo z imenom hormonski motilci), v vzorcih različnega izvora (v vodi, v tleh, v krvi, urinu itd., saj na tak način ugotovimo ali so bili organizmi, zlasti so najbolj občutljivi že zarodki vseh vrst skozi cel fetalni razvoj, že bili izpostavljeni hormonskim motilcem oz. lahko ugotovljene motnje ali bolezni povežemo z HM. (Colborn in Carroll, 2007).

Najnovejše študije predlagajo povezave z HM v nevrološko vedenjskem razvoju zarodkov in kasneje otrok, pri zelo nizkih izpostavitvah (Colborn, 2006). Za razliko od strukturnih sprememb nevrološko razvojni učinki običajno niso vidni takoj ob rojstvu ali kasneje v življenju. Stranski učinki se namreč kažejo drugače, preko tega kako se nek organizem obnaša oziroma deluje v nekem okolju. Slednji dve lastnosti, obnašanje/vedenje in delovanje/funkcioniranje se razlikujeta skozi razvoj od otroštva do starosti. Funkcionalni deficiti niso avtomatski kot stikalo (»on/off«), pač pa variirajo od komaj opaznih, do srednjih ali celo uničujočih. Zaradi tega težko kvantitativno ovrednotimo nevrološko razvojne motnje (Frye et al., 2013; Colborn, 2007). Nekatere motnje lahko ugotavljamo v laboratoriju na nivoju genov, celic, biokemijskem oz. fiziološkem nivoju, vendar vse to zahteva visoko tehnološko razvito opremo. Pri ljudeh obstaja t.i. baterija testov, ki bazira na preverjanju psihomotornih, psiholoških, kliničnih in psihiatričnih ravni občutljivosti (Colborn, 2006).

Klorpirifos je obstojen organofosfat in se iz človeškega telesa izloča večinoma preko urina (84 %) in blata (5 %). Ko pride v telo – preko zraka, kože, s hrano se lahko pojavi v semenski tekočini, popkovni krvi, mekoniju, kolostromu, v laseh mater in novorojenčkov. Nek biomonitring v ZDA je pokazal, da ima kar 94 % Američanov klorpirifos dokazano prisoten v telesu (Colborn, 2006). Mehanizmi delovanja CPF spreminjajo prenatalni razvoj možganovine in obnašanja, pri takšnih odmerkih, ki za odrasle niso strupeni. S to študijo znanstveniki pojasnili faze, kdaj v razvoju CPF deluje in pokazali kako okson (aktivni metabolit CPF) deluje preke inhibicije AchE ter, da je CPF dejansko nevrotrogen (Colborn, 2006). CPFju pripisujejo še androgene, estrogene učinke in učinke na ščitnico, pa tudi druge vplive hormonske narave (Watts, 2013).

CPF je zelo nevaren za ribe, školjke, žabe. Nevretenčarji živeči v zemlji so srednje občutljivi, zelo pa so občutljive čebele, ptice in ljudje. Poznana je njegova visoka sposobnost izhlapevanja in na tak način ga lahko najdemo vsepovsod na svetu, tudi na Arktiki, celo med najpogostejšimi onesnaževalci (Watts, 2013).

2.5 Glifosat - kemijske značilnosti in lastnosti



Slika 4. Strukturna formula sistemskega herbicida - glifosata.

Vir: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/supelco/49085?lang=en®ion=SI>

Glifosat je širokospektralni sistemski neselektivni herbicid, ki se zelo široko uporablja tako v svetu kot tudi v Sloveniji. Več kot tretjina vseh uporabljenih herbicidov v Sloveniji je na podlagi glifosata (Nacionalni akcijski program za doseganje trajnostne rabe fitofarmaceutskih sredstev za obdobje 2012–2022,). Uporablja se za zatiranje enoletnega in večletnega plevela in drugih neželenih rastlin na strniščih, sadovnjakih, vinogradih in gozdnih nasadih. Čeprav je glifosat neselektivni herbicid in uničuje tudi kulturne rastline, se ponavadi uporablja za zatiranje sledečih plevelov: plazeče pirnice (*Elymus repens*), prstastega pesjaka (*Cynodon dactylon*), ostric (*Cyperus* spp.), divjega sirka (*Sorghum halepense*), njivskega osata (*Cirsium arvense*), kodrolistne kislice (*Rumex crispus*),

topolistne kislice (*Rumex obtusifolius*), alpske kislice (*Rumex alpinus*) in njivskega slaka (*Convolvulus arvensis*) (Črep et al., 2013).

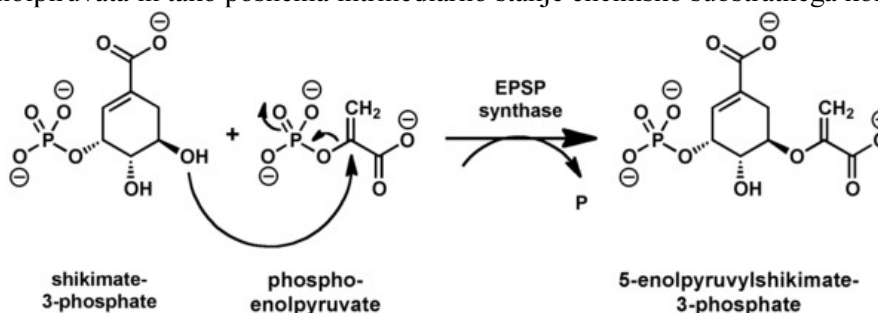
Herbicidno delovanje glifosata je odkril kemik John E. Franz v laboratoriju podjetja Monsanto leta 1970. Že tri leta kasneje je podjetje dalo na trg herbicid z imenom Roundup, ki je vsebovalo glifosat kot glavno učinkovino. Tržni delež Roundup-a se je drastično povečal, ko je podjetje Monsanto začelo prodajati semena poljščin z odpornostjo na glifosat (Franz et al., 1997; Williams et al., 2000). Ker se je zadnji patent na glifosat iztekel v letu 2000, ga od takrat izdeluje več podjetij, med njimi tudi slovensko Pinus Tki d.o.o. Pripravki na osnovi glifosata se prodajajo pod različnimi imeni (Tabela 1).

Tabela 1: Seznam najpogosteje uporabljenih herbicidov na osnovi glifosata v Sloveniji in njihovi proizvajalci.

Ime izdelka na podlagi glifosata	Proizvajalec
BOOM EFEKT	PINUS TKI d.d.
CLINIC 360 SL	NUFARM
DOMINATOR ULTRA 360 SL	DOW AGROSCIENCES
PLANTELLA TOTAL	CHEMINOVA
ROUNDUP EASY	Scotts Celaflor Handelgesellschaft M.B.H.
ROUNDUP	MONSANTO
TAJFUN 360	Makhteshim Agan Holding B.V.
TOUCHDOWN SYSTEM 4	SYNGENTA Crop Protection AG, Basel

Glifosat deluje neselektivno in sistemsko preko foliarne absorpcije. Ker je rastlinska kutikula zaradi svoje lipidne narave načeloma dobra ovira za vstop patogenih organizmov in tudi kemikalij se nekaterim preparatom dodajajo surfaktanti, ki izboljšajo vezavo glifosata na površino rastline in s tem izboljšajo vstop učinkovine. Ko vstopi v rastlino se z rastlinskimi sokovi prenese po celotni rastlini in deluje na celice, ki se najbolj aktivno delijo.

Herbicid glifosat je amino fosfonska kislina in je analog amino kisline glicin. Njegovo toksično delovanje temelji na dejstvu, da glifosat blokira sintezo aromatskih aminokislin tirozina, triptofana in fenilalanina, ki so potrebne za tvorbo proteinov in sekundarnih metabolitov (folatov, ubikvinonov and naftokvinonov) v rastlinskih celicah. Pri sintezi aromatskih aminokislin je ključen encim 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfate sintaza (EPSPS) in ravno tega inhibira glifosat. Ta se veže v vezavno mesto fosfoenolpiruvata in tako posnema intrmediarno stanje encimsko substratnega kompleksa.



Slika 5. Prikaz reakcije v sintetski poti aromatskih aminokislin, ki jo inhibira glifosat.
 (Vir: <http://en.wikipedia.org/wiki/Glyphosate#Chemistry>)

Encim encim 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfate sintaza (EPSPS) je prisoten le pri rastlinah in mikroorganizmih, pri živalih ga ne najdemo, saj le-te pridobijo aromatske aminokislino z prehrano. So pa pokazali inhibicijsko delovanje glifosata tudi na druge encime tako pri rastlinah kot tudi pri živalih (Su et al., 1992; Hietanen et al., 1983).

Zaradi omejene topnosti v vodi je glifosat v komercialnih herbicidih v glavnem v oblikah vodotopnih soli. Te oblike so: izopropil amino sol, kalijeva sol ter amonijeva sol. Med posameznimi pripravki lahko včasih prihaja do razlik med učinkovanjem, vendar te razlike nastanejo zaradi površinsko aktivnih snovi, iz katerih je sestavljena mešanica in ne zaradi oblik soli v formulaciji (Hartzler, 2001).

2.6 Učinki glifosata

Učinki glifosata na različne skupine živih bitij niso popolnoma raziskani. Znano je, da razen željene encimske reakcije v biosintetski poti aromatskih aminokislin pri rastlinah vpliva še na 25 drugih rastlinskih encimov, predvsem tistih udeleženih za vnos hranil. Rastline, ki preživijo izpostavljenost glifosatu so denimo sposobne vsrkati le 50% magnezija, 15% cinka in le 20% mangana (Komat, 2014). Izjemno toksično deluje na dvoživke, saj je v modelnih ribnikih po treh tednih izpostavitve poginilo 96% ličink dvoživk in predvidevajo da je široka svetovna uporaba tega herbicida prispevala k svetovnemu upadu dvoživk v zadnjih desetletjih (Relyea et al., 2005).

Genotoksično delovanje so pokazali tudi pri ribah, ki so jih izpostavili 40 krat nižjim koncentracijam kot se uporabljajo v praksi. Ugotovili so poškodbe mitohondrijev, celičnih membran in kromosomov (Szarek et al., 2000).

V Avstraliji so izvedli študijo toksičnosti na ščinkavce, vrečarje in glodalce in ugotovili visoko smrtnost ščinkavcev in izrazito zmanjšano težo vrečarjev in glodalcev (Evans&Batty, 1986).

2.7 Glifosat kot HM

Ko so pri pašni živini z ZDA opazili drastični porast neplodnosti in spontanih splavov so apelirali na kongres, da se ta problem razišče. Izkazalo se je, da porast neplodnosti goveda sovpada s porastom rabe glifosata. Raziskave so pokazale, da vpliva na endokrini sistem goveda in drugih živali.

Obsežna študija Gasnier in sodelavcev je pokazala tako citotoksičnost kot genotoksičnost pri humanih jetrnih celičnih linijah. Dokazali so učinek na androgenski receptor pri koncentraciji 0,5 ppm, kar pomeni da najhitreje učinkuje na hormonski sistem pri moških, pri koncentraciji 2 ppm pride do vezave na estrogenske receptorje, pri 10 ppm koncentraciji pa pride do aktivacije aromataze, ki pretvarja androgene v estrogen, kar je odgovorno za opažene ženske spolne znake pri moških osebkih. Pri tej koncentraciji so bili vidni tudi citotoksični učinki in pri koncentraciji 5 ppm je kometni test pokazal genotoksičnost (Gasnier et al., 2009).

Tudi Knasmuller in sodobniki so pokazali, da produkt Roundup Ultra Max (Monsanto) povzroča citotoksične učinke, oksidativne poškodbe in celično smrt na modelnih humanih celičnih linijah. Pokazali so tudi izrazito razliko med delovanjem same učinkovine glifosata in delovanjem preparata, kjer so dodani razni adjuvanti. Pri čemer so bili citotoksični učinki preparata z adjuvanti bistveno večji (Knasmuller et al., 2012).

Ker so se pri kmetovalkah, kjer so uporabljali glifosat večkrat pojavljale komplikacije nosečnosti, so izvedli vrsto testov na celičnih linijah z različnimi vrstami celic placente in dokazali toksičnost za vse testirane vrste celic. Vse celice so odmrle v 24 urah po izpostavitvi glifosatu tudi pri 450 krat nižji koncentraciji kot se uporablja v kmetijstvu (Mercola, 2013).

3 Diskusija

V letu 2012 je bilo v Sloveniji prodanih 1.016 ton pesticidov, to je 106 ton manj ali skoraj 10 % manj kot v prejšnjem letu. Nazadnje se je prodaja tako občutno zmanjšala v letih 2005, 2006 in 2007. Prodaja fungicidov se je zmanjšala za 97 ton (to je za nekaj več kot 12 %), herbicidov za 7 ton (skoraj za 3 %), drugih pesticidov pa za 5 ton (skoraj za 22 %). Povečala se je le prodaja insekticidov in to za 3 tone (nekaj več kot za 8 %). Sicer je bil delež insekticidov v skupni prodaji pesticidov najmanjši; znašal je le malo več kot 4 %

(http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=5711, 25. 5. 2014) SURS, 2014).

Poročilo uradnega nadzora iz leta 2011 je pokazalo, da so s pesticidi v Sloveniji bolj obremenjene hruške, grozdje, breskve, jagode, jabolka, paradižnik in solata ter hrana, pri kateri je dolga pot od pridelave do prodaje. Postopki ocenjevanja tveganja vpliva ostankov večjega števila različnih pesticidov so na nivoju Evropske unije v začetni fazi. Treba pa je poudariti, da so pesticidi v živilih eno najbolj preučevanih in nadzorovanih področij, vse skozi poteka tudi reden nadzor ter da je vedno več slovenskih živil, ki ne vsebujejo ostankov pesticidov (<http://filternet.si/dd/clanki/pesticidi-v-hrani/>, 25. 5. 2014).

Pesticidi torej predstavljajo nevarnost. Študija, ki je bila izvedena na dveh populacijah - eni živeči v dolini in drugi v hribih Mehike, je pokazala hude posledice izpostavitve otrok pesticidom v dolini – preko prehrane in zdrave otroke iz gorskih območij, ki jedo po poreklu enako hrano, a ni onesnažena, saj uporaba pesticidov ni potrebna (Guillette et al., 1998). Otroci iz visokogorja so se normalno razvijali, medtem, ko so dolinski zaostajali tako fizično kot psihično; npr. niso bili sposobni narisati človeka na način, ki pritiče njihovi starosti ob običajnem razvoju, imeli so vrsto motoričnih težav ipd. Kaj so alternative? Ena od možnosti so zagotovo t.i. biopesticidi – to so snovi pridobljene iz naravnih virov s pomočjo živali, rastlin, bakterij in določenih mineralov. Razdelimo jih v tri skupine:

- a.) tiste iz mikroorganizmov,
- b.) t.i. Plant-Incorporated-Protectants (PIPs)
- c.) biokemijske biopesticide

(<http://www.epa.gov/oppbpd1/biopesticides/whatarebiopesticides.htm>., 17. 5. 2014).

Pri nas je po podatkih SURS-a njihova prodaja zelo majhna in se nanaša samo na - 11 kg bioloških fungicidov in 111 kg bioloških insekticidov, drugih skupin pa sploh ne zajema (<http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp>, 17. 5. 2014).

Pomembna alternativa je tudi bolj celostni pristop k ravnanju z viri in naravo kot tako. Če želimo pridelati zdravo hrano, jo moramo gojiti v zdravi zemlji, zalivati z zdravim vodo in ji dati na razpolago zdrav zrak. Vsak od teh vidikov v našem prostoru nudi še možnosti za izboljšavo. Pri tem menimo, da je najpomembnejši vidik na katerega imamo tudi največ vpliva kakovost zemlje. Ker vsi pesticidi dokazano škodujejo tudi mikroorganizmom in glivam, ki so osnova dobre in rodovitne prsti, je smotrno razmisliti o drugih možnostih. Če z naravnimi izboljševalci prsti ustvarimo dobre pogoje za organizme, ki v zemlji skrbijo za tvorbo humusa, fiksacijo dušika in dostopnost mineralov, naredimo veliko uslugo tako zemlji, kot rastlinam, ki bodo na njej rastle, kot tudi svojemu zdravju. V taki prsti bodo uspevale zdrave rastline bogate s hranili in mikroelementi, ki so zaradi tega tudi odporne na bolezni in njihova pridelava ne terja uporabe pesticidov. Uživanje takšne hrane pa krepi tudi naš organizem. Večino kroničnih bolezni našega časa že povezujejo z dolgotrajnim pomanjkanjem mikroelementov, ki je posledica uživanja mineralno osiromašene hrane.

Pesticidi so nedvomno hormonski motilci. Glede na podatke, njihova uporaba vsaj v Sloveniji, malenkostno upada, ampak še zdaleč ne tako kot bi bilo prav, glede na to, da je okolje že zelo onesnaženo. Glede na zapisano je potrebno, da upoštevamo dva dejavnika: lastno ozaveščenost, kar se tiče prekomerne rabe pesticidov in pa predvsem stremenje k trajnostnim metodam reševanja problematike in iskanja okolju prijaznih načinov ravnanja z naravnimi viri od katerih je človeštvo vedno bolj odvisno.

4 Literatura in viri

1. Colborn, T. A case for revisiting the safety of pesticides: a closer look at neurodevelopment. *Environmental Health Perspectives*, 2006, let. 114, št. 1, str. 10-17.
2. Colborn, T., Carroll, L.E. Pesticides, sexual development, reproduction and fertility: current perspective and future direction. *Human and Ecological Risk Assessment*, 2007, št. 13, str. 1078–1110.
3. Čehić, S. Kemikalije v vodnem okolju. Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije, 2007.
4. Evans, D. D., & Batty, M. J. (1986). Effects of high dietary concentrations of glyphosate (Roundup) on a species of bird, marsupial and rodent indigenous to Australia. *Environmental toxicology and chemistry*, 5 (4), 399-401

5. Frye, C. A., Bo E., Calamandrei, G., Calza, L. , Dessi-Fulgheri F., Fernandez M., Fusani L., Kah O., Kajta, M. Le Page, Y., Patisaul, H. B., Venerosi, A., Wojtowicz, A. K. in Panzica, G. C. Endocrine disruptors: A review of some sources, effects, and mechanisms of actions on behaviour and neuroendocrine systems. *Journal of Neuroendocrinology* , 2013, št. 24, 144–159.
6. Gasnier C., Dumont C., Benachour N., Clair E., Chagnon M.C., Séralini , G.E. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology*. 2009. Aug 21;262(3):184-91.
7. Guillette, E.A., Mercedes Meza, M., Aquilar M.G., Delia Soto, A., Garcia, I.E. An anthropological approach to the evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. *Environmental Health Perspectives*, 1998, let. 106, št. 6, str. 347-353.
8. Hartzler, B. (2001) Which glyphosate product is best? Iowa state University. <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2001/glyphosateformulations.htm> (15.5.2014).
9. Hietanen E., Linnainmaa K., Vainio H. Effects of phenoxyherbicides and glyphosate on the hepatic and intestinal biotransformation activities in the rat. *Acta Pharmacol Toxicol*. 1983. 53(2):103–12.
10. Koller V.J., Fürhacker M., Nersesyan A., Mišik M., Eisenbauer M., Knasmueller S. Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells. *Arch Toxicol*. 2012 May;86(5):805-13.
11. Luo Y., Zhang M. A geo-referenced modeling environment for ecosystem risk assessment: organophosphate pesticides in an agriculturally dominated watershed. *J Environ Qual*. 2009 Feb 25;38(2):664-74.
12. Mercola J. Roundup and Glyphosate Toxicity Have Been Grossly Underestimated, 2013.
13. Su L.Y., Dela Cruz A., Moor P.H., Marezki P.H. The Relationship of Glyphosate Treatment to Sugar Metabolism in Sugarcane: New Physiological Insights. *Journal of Plant Physiology*. 1992. 140(2):168.
14. Szarek J., Siwicki A., Andrzejewska A., Terech-Majewska E., & Banaszkiwicz T. (2000). Effects of the herbicide Roundup on the ultrastructural pattern of hepatocytes in carp (*Cyprinus carpio*). *Marine environmental research*, 50 (1), 263-266.
15. Walla A. Significant Concentrations Of Glyphosate AKA ‘Roundup Herbicide’ Found In Urine Of People Across Europe. *Collective Evolution* 2013.
Relyea R. A. The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecological applications*. 2005. 15(4), 1118-1124.
16. Watts, M., Chlorpyrifos as a possible global POP. 2013. Pesticide Action Network North America (PANAP), Oakland.
17. Williams G. M., Kroes R., & Munro I. C. (2000). Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 31(2), 117-165.