

SEKCIJA ZA DDD
SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO
KATEDRA ZA ZOOHIGIJENU
FAKULTETA VETERINARSKE MEDICINE,
UNIVERZITET U BEOGRADU

generalni sponzor



34. SAVETOVANJE
DEZINFEKCIJA, DEZINSEKCIJA I
DERATIZACIJA
JEDAN SVET – JEDNO ZDRAVLJE



Vrnjačka Banja, Hotel „Vrnjačke Terme 4“
8–11. jun 2023. godine

**SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO
SEKCIJA ZA DDD**

**KATEDRA ZA ZOOHIGIJENU
FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE
UNIVERZITET U BEOGRADU**



**ZBORNIK RADOVA
34. SAVETOVANJE
DEZINFEKCIJA, DEZINSEKCIJA
I DERATIZACIJA
– Jedan svet jedno zdravlje –**



**VRNJAČKA BANJA, Hotel „Vrnjačke Terme 4*“
8 - 11. jun 2023. godine**

34. SAVETOVANJE DEZINFEKCIJA, DEZINSEKCIJA I DERATIZACIJA

ORGANIZATORI:

SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO I SEKCIJA ZA DDD
KATEDRE ZA ZOOHIGIJENU FAKULTETA VETERINARSKE MEDICINE,
UNIVERZITETA U BEOGRADU

POKROVITELJ:

**MINISTARSTVO NAUKE, TEHNOLOŠKOG RAZVOJA I INOVACIJA
VETERINARSKA KOMORA SRBIJE**

GENERALNI SPONZOR:
AVENIJA MBNS1

SPONZORI:
**VSI KRALJEVO
EKO SISTEM CO.**

MEDIJSKI SPONZORI:
**AGROPRESS
AGROBIZNIS**

ORGANIZACIONI ODBOR:

Predsednik: Prof. dr Ljiljana Janković

Počasní predsednik: mr Miodrag Rajković, spec. vet. med.

Podpredsednik: Prof. dr Milutin Đorđević

Sekretar: Dr sci. vet. med. Vladimir Drašković

Tehnički sekretar: Spec. sanit. ekol. inž. Tamara Petrović

ORGANIZACIONI I PROGRAMSKI ODBOR:

Milorad Mirilović, Miloš Petrović, Mišo Kolarević, Miodrag Rajković, Nenad Budimović, Ljiljana Janković, Milutin Đorđević, Radislava Teodorović, Marijana Vučinić, Katarina Nenadović, Vladimir Drašković, Jakov Nišavić, Radoslava Savić-Radovanović, Zoran Kulišić, Neđeljko Karabasil, Saša Trailović, Renata Relić, Štefan Pintarić, Miroslav Kjosevski, Nada Plavša, Nevenka Aleksić, Maja Andrijašević, Tanja Kovačević, Dragana Despot, Olivera Vukićević-Radić, Dobrila Jakić-Dimić, Ivan Pavlović, Nenad Stevanović, Biserka Milunović, Cvijo Mrđan, Zoran Đerić, Predrag Ćurčić, Miodrag Ćurčić, Marko Nadaškić, Zoran Dunderski, Jovan Ivačković, Svetozar Milošević, Saša Maričić, Laslo Matković, Vitomir Ćupić, Branislav Mauković, Nemanja Zdravković, Oliver Radanović, Jasna Kureljušić

IZDAVAČ:

SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO, BEOGRAD

UREDNIK:

Prof. dr Ljiljana Janković

TEHNIČKI UREDNICI:

Dr sci.vet. Vladimir Drašković

Spec. sanit. ekol. inž. Tamara Petrović

Štampa: NAUČNA KMD, Beograd

Tiraž: 200 primeraka

ISBN 978-86-83115-49-5

Uz manje dopune i izmene koje nisu uticale na stručni deo teksta, a sa lektorskom korekcijom i tehničkim uređenjem u skladu sa zahtevima izdavača, u Zborniku radova su štampani originalni tekstovi autora.

SARDŽAJ

50. JUBILARNO SAVETOVANJE SEKCIJE ZA DEZINFEKCIJU, DEZINSEKCIJU I DERATIZACIJU	1
I TEMATSKO ZASEDANJE: DEZINFEKCIJA.....	3
❖ Milutin Đorđević, Ljiljana Janković, Vladimir Drašković, Ružica Cvetković, Oliver Radanović, Nemanja Zdravković, Marijana Vučinić, Katarina Nenadović, Radislava Teodorović, Branislav Pešić: Mogućnost primene nano srebra u dezinfekciji vimena krava	5
❖ Štefan Pintarič: Dekontaminacija stanovništva biocidom nove generacije	12
❖ Mišo Kolarević, Milovan Stojanović, Zoran Debeljak, Aleksandar Tomić, Milanko Šekler, Dejan Vidanović, Bojana Tešović, Kazimir Matović, Aleksandar Žarković, Marko Dmitrić, Mihailo Debeljak, Nikola Vasković, Miodrag Rajković, Katarina Anđelković, Miroljub Dačić: Mere i postupci u suzbijanju afričke kuge svinja na teritoriji opština Jagodina i Despotovac u periodu od aprila 2022. do aprila 2023. godine	19
❖ Radoslava Savić Radovanović, Milijana Sindić: Kontrola higijene površina u industriji hrane	23
❖ Nemanja Zdravković, Oliver Radanović, Zorica Zdravković, Teodora Grujović, Đorđe Marjanović, Dragana Medić, Ružica Cvetković, Milan Ninković: Dezinfekciono delovanje UV lampi.....	32
❖ Radislava Teodorović, Milutin Đorđević, Vladimir Drašković, Ružica Cvetković, Nada Plavša, Katarina Nenadović, Ljiljana Janković: Mehanizam otpornosti mikroorganizama na dezinfekciona sredstva.	38
❖ Ružica Cvetković, Vladimir Drašković, Ljiljana Janković, Radislava Teodorović, Katarina Nenadović, Marijana Vučinić, Nemanja Zdravković, Milutin Đorđević: Uloga i značaj dezinfekcije u prevenciji parvoviroze u odgajivačnicama pasa	44
❖ Nada Plavša, Ivan Pavlović, Mira Majkić, Nikola Plavša: Higijena na pčelinjaku	52
❖ Novica Stajković, Milutin Đorđević: Biocidi i globalne klimatske promene.....	60

II TEMATSKO ZASEDANJE: BIOSIGURNOSNE MERE	75
❖ Marijana Vučinić, Milutin Đorđević, Janković Ljiljana, Ružica Cvetković, Vladimir Drašković, Katarina Nenadović: Biosigurnost i dobrobit čoveka.....	77
❖ Štefan Pintarič: Korišćenje elektrooksigenirane vode za produženje roka trajanja namirnica	88
❖ Jasna Kureljušić, Dragana Ljubojević Pelić, Jelena Maletić: Biosigurnost u lancu proizvodnje hrane: Podrška proizvođačima ili zaštita potrošača?	94
❖ Jelena Maletić, Jasna Kureljušić, Bojan Milovanović, Vesna Milićević, Vladimir Radosavljević, Ljiljana Spalević, Branislav Kureljušić: Značaj procene nivoa biosigurnosti na brojlerskim farmama	102
❖ Ena Dobrikić, Elena Mitrevska, Monika Dovenska, Miroslav Kjosevski: Ispitivanje vode za piće za životinje kao mera biosigurnosti na farmama mlečnih krava	110
❖ Vladimir Radosavljević, Dimitrije Glišić, Oliver Radanović, Nemanja Zdravković, Jelena Maksimović-Zorić, Jelena Maletić, Ljubiša Veljović: Biosigurnost u akvakulturi	118
❖ Ivan Pavlović, Violeta Caro-Petrović, Slobodan Stanojević, Nemanja Zdravković, Marija Pavlović, Aleksandra Tasić, Ana Vasić, Jovan Bojkovski, Ljiljana Janković: Biosigurnosne mere u kontroli parazitskih infekcija malih preživara.....	124
 III TEMATSKO ZASEDANJE: DEZINSEKCIJA I DERATIZACIJA	133
❖ Milovan Stojanović, Mišo Kolarević, Zoran Debeljak, Aleksandar Tomić, Milanko Šekler, Dejan Vidanović, Bojana Tešović, Kazimir Matović, Aleksandar Žarković, Marko Dmitrić, Mihailo Debeljak, Nikola Vasković, Miodrag Rajković: Morfološka identifikacija odraslih formi komaraca prikupljenih tokom monitoringa virusa groznice Zapadnog Nila u 2022. godini na teritoriji koju pokriva Veterinarski specijalistički institut Kraljevo....	135
❖ Ivan Aleksić, Dragana Despot, Sanja Brnjoš: Detekcija virusa Zapadnog Nila u populacijama komaraca na teritoriji Republike Srbije, 2013-2022. godina	141
❖ Maiga Hamadahamane, Saša Lazić: Značaj tretiranja komaraca iz vazduha.....	152

❖ Ivan Aleksić, Dragana Despot, Maja Mihajlović, Ivana Krstić: Groblja u urbanoj sredini kao žarišta invazivne vrste komarca <i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	160
❖ Bojana Petričević: Suzbijanje larvi komaraca	167
❖ Velizar Ristić, Dragana Despot, Ivan Aleksić, Tatjana Ćurčić: Iskustva u suzbijanju insekata iz porodice smrdibuba (<i>Pentatomidea</i>) na bazi aktivne materije Etofenproks-a	174
❖ Jovan Vučetić, Boris Vučetić: Smrdibube (<i>Pentatoma rufipes</i>) i primena inovativnih preparata na prirodnoj bazi za suzbijanje smrdibuba	179
❖ Katarina Nenadović, Marijana Vučinić, Milutin Đorđević, Ljiljana Janković, Radislava Teodorović, Vladimir Drašković, Ružica Cvetković, Dejan Bugarski, Tamara Ilić: Kontrola vaši (<i>Phthiraptera</i>) i njihov značaj za zdravlje ljudi i životinja	184
❖ Vitomir Ćupić, Mirjana Bartula, Saša Ivanović, Sunčica Borožan, Indira Mujezinović, Dejana Ćupić Miladinović: Insekticidi, neželjeni efekti i uticaj na životna sredinu	201
❖ Aleksandra Tasić, Ivan Pavlović, Slobodan Stanojević, Ksenija Nešić, Dušan Nikolić: Pregled upotrebe PoPs pesticida, sa akcentom na sadržaj DDT u mleku	220
❖ Vladimir Drašković, Milica Glišić, Radislava Teodorović, Milutin Đorđević, Katarina Nenadović, Ružica Cvetković, Ljiljana Janković: Prošlost, sadašnjost i budućnost deratizacije u praksi	229
❖ Vitomir Ćupić, Mirjana Bartula, Saša Ivanović, Sunčica Borožan, Indira Mujezinović, Dejana Ćupić Miladinović, Vlada Vuković: Efikasnost vitamina D₃ kao rodenticida	238
❖ Renata Relić, Vesna Davidović, Aleksandra Ivetić, Željana Prijjić, Ivan Pavlović, Ljiljana Janković: Lekovito i začinsko bilje u kontroli parazita životinja i ljudi	249
OKRUGLI STO: FUMIGACIJA U VETERINARSKOJ DELATNOSTI	259
❖ Ljiljana Janković, Milutin Đorđević, Radislava Teodorović, Vladimir Drašković, Katarina Nenadović, Ružica Cvetković, Renata Relić, Ivan Pavlović, Štefan Pintarić: Dezinfekcija nasadnih jaja fumigacijom sa formaldehidom	261

- ❖ Ksenija Prpa, Igor Jovanović:
Sigurno rukovanje i primena fosfinskih fumiganata270
- ❖ Nada Plavša, Ivan Pavlović, Mira Majkić, Nikola Plavša:
Značaj fumigacije u dezinfekciji američke kuge pčelinjeg legla283
- ❖ Marijana Mačužić, Dragana Despot, Dejan Mitrović:
**Primena etilen oksida u procesima sterilizacije i fumigacije -
uloga i značaj290**

INSEKTICIDI, NEŽELJENI EFEKTI I UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU

INSECTICIDES, SIDE EFFECTS AND IMPACT ON THE ENVIRONMENT

**Vitomir Ćupić¹, Mirjana Bartula¹, Saša Ivanović², Sunčica Borožan²,
Indira Mujezinović³, Dejana Ćupić Miladinović²**

Kratak sadržaj

Poznato je da su insekticidi odigrali veoma značajnu ulogu u zaštiti ljudi i životinja ne samo od brojnih štetočina, već i raznih bolesti. Naime sintezom ovih jedinjenja i njihovim uvođenjem u praksu, (upravo zbog ovog drugog razloga), do danas su spašeni životi miliona ljudi i životinja. Dakle, insekticidi su odigrali važnu i značajnu ulogu, ne samo u poljoprivredi, gde su namenjeni za zaštitu useva od brojnih štetočina, već i u komunalnoj higijeni, odnosno veterinarskoj medicini, gde se uspešno koriste za zaštitu ljudi i životinja, kako od efekata uznemiravanja, tako i bolesti, koje ove štetočine mogu preneti. Koliki je značaj insekticida i njihova primena u navedene svrhe, najbolje pokazuje podatak da danas približno 40% svetске populacije živi u područjima sa visokim rizikom od zaražavanja malarijom, a zna se da oko 4 miliona ljudi godišnje umire od ove bolesti, a na stotine miliona teško oboli. Pored malarije, treba spomenuti i Denga groznicu, koju takođe prenosi komarac, i od koje godišnje oboli 35-50 miliona (prema drugim autorima 50-100 miliona) ljudi i veliki broj nažalost umire. Do danas je u praksu uvedeno nekoliko desetina hiljada hemijskih supstancija, koje se koriste za suzbijanje insekata u poljoprivredi. U cilju povećanja prinosa poljoprivrednih kultura, ali i proizvodnje veće količine mesa, danas se u životnu sredinu godišnje u svetu, unese više miliona tona raznih pesticida, od čega značajan deo čine insekticidi. Iako ova sredstva, kao što je već navedeno imaju veoma značajnu pozitivnu ulogu, treba istaći da njihova (često i neracionalna) primena može imati i negativne posledice, koje se ogledaju u razvoju rezistencije kod insekata, pojavi rezidua u hrani, vodi za piće, zemljištu i vazduhu, direktnom ili indirektnom toksičnom delovanju na ljude i životinje, te štetnom delovanju na životnu sredinu i brojne organizme koji žive u njoj.

¹ Dr Vitomir Ćupić, redovni profesor; dr Mirjana Bartula, vanredni profesor, Fakultet za primenu ekologiju „Futura“, Univerzitet Metropolitan, Beograd

² Dr Saša Ivanović, vanredni profesor; dr Sunčica Borožan, redovni profesor; dr Dejana Ćupić Miladinović, asistent, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

³ Dr Indira Mujezinović, redovni profesor, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Sarajevu, BIH

Ključne reči: Insekticidi, poljoprivreda, komunalna higijena, veterinarska medicina, neželjeni efekti, ljudi, životinje, životna sredina

Abstract

It is known that insecticides played a very important role in protecting people and animals not only from numerous pests, but also from various diseases. Namely, by synthesizing these compounds and putting them into practice (exactly because of this second reason), the lives of millions of people and animals have been saved to date. Therefore, insecticides have played an important and significant role, not only in agriculture, where they are intended to protect crops from numerous pests, but also in communal hygiene, i.e. veterinary medicine, where they are successfully used to protect people and animals, both from the effects of disturbance, and diseases that these pests can transmit. The importance of insecticides and their application for the stated purposes is best shown by the fact that today approximately 40% of the world's population lives in areas with a high risk of contracting malaria, and it is known that about 4 million people die from this disease every year, and hundreds of millions are seriously ill. In addition to malaria, we should also mention Dengue fever, which is also transmitted by mosquitoes, and from which 35-50 million (according to other authors 50-100 million) people fall ill annually and a large number unfortunately die. To date, several tens of thousands of chemical substances have been put into practice, which are used to control insects in agriculture. In order to increase the yield of agricultural crops, but also to produce more meat, millions of tons of various pesticides are introduced into the environment every year in the world, a significant part of which is insecticides. Although these agents, as already mentioned, have a very significant positive role, it should be pointed out that their (often irrational) application can also have negative consequences, which are reflected in the development of resistance in insects, the appearance of residues in food, drinking water, soil and air, direct or indirect toxic effects on humans and animals, and harmful effects on the environment and numerous organisms that live in it.

Key words: *Insecticides, agriculture, communal hygiene, veterinary medicine, side effects, people, animals, environment*

UVOD

Insekticidi su hemijske supstancije ili mešavine supstancija, koji se koriste u cilju suzbijanja, odnosno kontrole brojnosti insekata. Na insekte ova sredstva deluju najčešće kontaktno, ali mogu i nakon inhalacije, odnosno ingestijom. Kao i drugi pesticidi, insekticidi su imali i imaju veoma značajnu ulogu u zaštiti poljoprivrednih kultura od brojnih štetočina. Ne manji značaj, (a možda čak i veći) ova sredstva imaju i u zaštiti zdravlja ljudi i životinja. Naime, sintezom ovih jedinjenja i njihovim uvođenjem u praksu, (upravo zbog ovog drugog razloga), do danas je u svetu spašeno od smrti više milona ljudi i životinja (Ćupić i sar., 2019; 2022).

Koliki je njihov značaj, najbolje pokazuje podatak da danas približno 40% svetske populacije živi u područjima sa visokim rizikom od zaražavanja malarijom, a zna se da oko 1-3 miliona, a prema nekim autorima, čak 4 miliona ljudi godišnje umire od ove bolesti, a na stotine miliona teško oboli. Pored malarije, treba spomenuti i Denga groznicu, koju takođe prenosi komarac, i od koje godišnje oboli 50-100 miliona ljudi i veliki broj nažalost umire (Ansari i sar., 2014; Malik i sar., 2014).

Do danas je u praksu uvedeno nekoliko desetina hiljada (prema nekim autorima preko 80.000) hemijskih supstancija, koje se koriste za suzbijanje brojnih štetočina, pre svega u poljoprivredi. Poslednjih nekoliko decenija upotreba pesticida (a time i insekticida) višestruko se povećala. U cilju povećanja prinosa poljoprivrednih kultura, ali i proizvodnje veće količine mesa, danas se u svetu koristi oko 2,6 biliona kg pesticida godišnje, od čega više miliona tona insekticida (Ćupić i sar., 2022).

Osim u poljoprivredi, insekticidi se koriste i u komunalnoj, odnosno javnoj higijeni, šumarstvu, te veterinarskoj i humanoj medicini, gde je njihova primena odigrala, a i danas ima veliki značaj u zaštiti zdravlja ljudi i životinja. Dakle, pesticidi se danas široko koriste, tako da se može slobodno reći da gotovo nema grane ljudske delatnosti gde ova sredstva nisu našla svoju primenu (Ćupić i sar., 2022).

Iako ova sredstva, (kao što je već navedeno) imaju veoma značajnu pozitivnu ulogu, treba istaći da njihova (česta i neracionalna) primena može imati i negativne posledice, koje se ogledaju u razvoju rezistencije kod insekata, pojavi rezidua u hrani, vodi za piće, zemljištu i vazduhu, direktnom ili indirektnom toksičnom delovanju na ljude i životinje, te štetnom delovanju na životnu sredinu i brojne organizme koji žive u njoj (Ansari i sar., 2014).

Brojna istraživanja su pokazala da postoji direktna povezanost između izloženosti ljudi i životinja poljoprivrednim hemikalijama i različitih zdravstvenih problema, uključujući nažalost i nastajanje onih koji su najteži, kao što su različite vrste kancera (Daniels i sar., 1997; Khuder i Mutgi, 1997; Zahm i Vard, 1998). Osim toga, treba spomenuti i degenerativne bolesti (Engel i sar., 2001; Jenner, 2001), toksične efekte na imunološki, hematološki, nervni, endokrini i reproduktivni sistem, te mutagenezu i teratogenezu (Ojajarvi i sar., 2000; Ritz i Yu, 2000; Figa-Talamanca i Petrelli, 2001; Gomez-Arroio i sar., 2000; Undeger i Basaran, 2002; Costa i sar., 2007; Ergene i sar., 2007; Muniz i sar., 2008).

Inače, prema podacima Svetske zdravstvene organizacije, svake godine se u svetu otruje raznim pesticidima više miliona ljudi, a preko 200.000 završi letalno i to prvenstveno u zemljama u razvoju, odnosno u regionima sa niskim obrazovanjem (Ćupić i sar., 2022; Ansari i sar., 2014; Lah, 2014).

Isto tako, pokazalo se da česta i neracionalna primena pesticida, a time i insekticida može da izazove i zagađenje životne sredine sa brojnim posledicama. Tako je utvrđeno da prekomerna upotreba pesticida (a time i insekticida) može dovesti do uništenja biodiverziteta. Mnoge ptice, vodeni organizmi i životinje se

nalaze pod stalnom pretnjom od mogućih štetnih efekata pesticida, koji mogu da ugroze čak i njihov opstanak. Drugim rečima, pesticidi su postali jedan od glavnih faktora koji mogu negativno da utiču na održivost životne sredine (Rajveer i sar., 2019).

Dakle, može se zaključiti da je doprinos primene pesticida u povećanju poljoprivredne proizvodnje, danas već dobro poznat i nesumnjivo veliki. Međutim, uvek treba imati u vidu da ta ista sredstva (naročito ukoliko se ne primenjuju prema Uputstvu i neracioložno) mogu prouzrokovati i brojne štetne efekte u životnoj sredini, uključujući i one kod ljudi i domaćih životinja (Rajveer i sar., 2019).

Zato se danas u svetu (naročito u razvijenim zemljama) uporedo sa proizvodnjom enormno velikih količina pesticida radi na pronalaženju i razvoju novih formulacija ovih sredstava. Posebna pažnja se poklanja razvoju onih formulacija, koje imaju mali rizik za korisnike i koje su ekološki prihvatljivije (Rajveer i sar., 2019; Miladinović Čupić, 2021; Čupić, 1998).

Razvoj i primena insekticida kroz istoriju

Poznato je da insekti mogu izazvati brojne štete u poljoprivredi, ali i u javnom zdravstvu. One se pre svega ogledaju u negativnom uticaju na aktivnost ljudi i životinja, ali i gubicima u prinosima useva i produkciji mesa i mleka, te infrastrukturi, i svakodnevnom životu. Smatra se da gubici u poljoprivredi mogu da iznose od 10 do 40%. Osim toga, za nekoliko insekata se zna da su prenosnici bolesti, kao što su malarija, rečno slepilo, bolest spavanja, te niz ozbiljnih groznica i drugih bolesti. Komarac, „kao javni neprijatelj broj jedan“, ostaje glavni problem za javno zdravlje, kao vektor malarije, virusa Zapadnog Nila, Žute groznice, filarijaze, Denga groznice i japanskog encefalitisa. Oko 40% svetske populacije živi u područjima sa visokim rizikom od zaražavanja malarijom. Pri tome oko 1-3 miliona, a prema nekim podacima čak 4 miliona ljudi godišnje umire od ove bolesti, dok na stotine miliona teško oboli. Ovi podaci uglavnom (preko 90%) potiču iz subsaharske Afrike (Snov i sar., 2005). Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije od ranije, u Africi smrtnost samo od malarije kod dece mlađe od 5 godina, iznosila je skoro 25% od ukupnog mortaliteta. Pored malarije, treba spomenuti i Denga groznicu, virusnu bolest, koju takođe prenosi komarac. Smatra se da od ove bolesti godišnje oboli 50-100 miliona ljudi, od čega 250.000-500.000 ozbiljno oboli i nažalost veliki broj umire. Osim navedenih, veliki broj ljudi svake godine oboli i od drugih ozbiljnih vektorskih bolesti. To su: šistosomijaza (oko 200 miliona), limfna filarijaza (više od 90 miliona), onhocerkoza (oko 18 miliona), lajšmanijaza (oko 12 miliona), drakunkulijaza (oko 1 milion) i Afrička tripanozomijaza (godišnje se prijavi oko 25.000 novih slučajeva (Anonimus, 2012).

Smatra se da oko 10.000 vrsta insekata oštećuje poljoprivredne useve, usled čega su godišnji gubici na globalnom nivou prilično visoki. Ipak, najveću štetu na usevima, bilo u polju ili uskladištenim usevima izaziva oko 700 vrsta

insekata. Ovo su više nego dovoljni podaci, koji zahtevaju dodatne napore da se ovi problemi umanje što je moguće više. Ako se imaju u vidu i činjenice da je oko 870 miliona, pa čak i do milijardu ljudi danas u svetu gladno, da veliki broj (8-10 miliona) ljudi umire od gladi, te siromaštvo koje i dalje postoji širom sveta, onda su apsolutno neophodne brojne mere za suzbijanje insekata, čime bi se između ostalog povećala i proizvodnja hrane (Anonimus, 2012).

Iz tog razloga, odnosno u cilju zaštite sebe, svojih životinja, poljoprivrednih useva, hrane i drugih materijalnih dobara od štetnih efekata insekata, čovek je odavno počeo da koristi razna sredstva. A počeci njihove primene sežu u daleku prošlost. Još 4500 godina pre hrista, Sumerani su u cilju zaštite useva od insekata koristili sumpor. Postoji podatak da su Kinezi (3200 godina pre hrista) za suzbijanje vaški i stenica upotrebljavali jedinjenja žive i arsena. I u vreme Rimskog carstva (70 godina nove ere) postoje podaci da se koristio arsen kao sredstvo za ubijanje insekata. Osim toga, u rimsko doba se koristio i bakar za suzbijanje gljivičnih bolesti kod biljaka, a u kombinaciji sa sumporom, bakar se koristio i u zaštiti vinove loze od gusenica (Edwards, 1973; Martinić, 2015). Za suzbijanje insekata u sedamnaestom veku koristio se nikotin-sulfat, ekstrahovan iz lista duvana, a u devetnaestom veku piretrum, ekstrakt dobijen iz cveta jedne vrste hrizanteme (buhača), i rotenon, dobijen iz korena biljke vrste *Derris*.

Tokom Drugog svetskog rata počeli su da se razvijaju i uvode u praksu sintetički organski insekticidi. Dihlor-difenil-trihloretan (DDT) i drugi hlorovani ugljovodonični insekticidi pojavili su se na tržištu između 1942. i 1950. godine. DDT je sintetisao nemački hemičar Cajdler, 1874. godine, ali nije korišćen kao insekticid sve do 1939. godine, kada je dr. Pol Miler, otkrio njegova izuzetna insekticidna svojstva i za to dobio Nobelovu nagradu 1948. godine. Američki biolog, Rejčel Karson, žena pokretač modernog pokreta za zaštitu okoline, objavila je knjigu „Tiho proleće” 1962. godine, u kojoj stoji da su pesticidi, uključujući DDT, toksični za ljude i životinje. Kao rezultat toga, proizvodnja i prodaja DDT-a je zabranjena u Švedskoj 1970. i SAD 1972. (Lear, 2009). Zatim je zabranjena primena DDT-a da se koristi u poljoprivredi i u drugim zemljama u svetu. Međutim, njegova ograničena upotreba u kontroli vektora bolesti nastavljena je u nekim delovima sveta do dana današnjeg (Jabbar i Mallick 1994; Delaplane, 2000). Nakon organohlornih jedinjenja, u praksu su uvedeni i brojni drugi, danas poznati sintetički pesticidi, od kojih posebno treba spomenuti organofosfate, karbamate, piretroide, te neonikotinoide i druge (Edwards, 1973; Housset i Dickmann 2009; Yamamoto 1999).

Od 90-ih godina prošlog veka, pažnja brojnih istraživača nije bila toliko usmerena na traženje novih hemijskih jedinjenja i razvoj novih pesticida, već više na modifikaciju postojećih aktivnih principa, a sve u cilju povećanja njihove selektivnosti i time smanjenja potencijalne opasnosti, kako za životnu sredinu, tako i za ljude i životinje (Martinić, 2015).

Vrlo brzo je uočeno da prekomerna upotreba pesticida nosi sa sobom i veliki rizik za ugrožavanje životne sredine. Poseban problem su bili vodeni ekosistemi,

jer je utvrđeno da ova jedinjenja dovode do ozbiljne pretnje za ribe i druge organizme u vodi. Takođe, zapaženo je da pesticidi utiču i na beskičmenjake (Macneale i sar., 2010).

Treba spomenuti i to, da se trenutno u svetu sve veća pažnja poklanja primeni tzv. bioloških sredstava tj. biološkoj kontroli štetočina, čije ispitivanje je počelo još u prošlom veku. Ovi agensi se takođe nazivaju i bio-racionalni pesticidi. Primeri bio-racionalnih pesticida su regulatori rasta insekata (RRI ili Insect growth regulators – IGR) (Edwards, 1973).

Na svetskom tržištu danas postoji oko više hiljada aktivnih materija, a komercijalno je dostupno više od 2500 različitih preparata pesticida. Oni se u prometu nalaze u raznim formulacijama, a najčešće u obliku koncentrata za emulziju i suspenziju ili rastvor, vodorastvorljivih granula, prašiva, granula ili mikrogranula (Martinić, 2015).

Klasifikacija insekticida

Insekticidi obuhvataju veliki broj jedinjenja, koja se mogu podeliti na više načina. Uglavnom se dele prema hemijskoj strukturi, fizičko-hemijskim karakteristikama, putu ulaska u organizam, mehanizmu toksičnog delovanja i stepenu toksičnosti. Najčešće se klasifikuju prema hemijskoj strukturi i nameni (Ćupić i sar., 2022).

Na osnovu hemijske strukture, insekticidi se dele na organohlorna jedinjenja, organofosfate, karbamate, piretroide, makrociklične laktanske insekticide, derivate benzoilureje, derivate formamidina, derivate arsena, derivate fluora, izoksazolinske insekticide, juvenilne hormone i one koji oponašaju delovanje juvenilnih hormona, milbemicinske insekticide, repelente, atraktante i druge (Rajveer i sar., 2019; Martinić, 2015; Tomlin, 2015; Ćupić i sar., 2019).

Na osnovu stepena toksičnosti, Svetska zdravstvena organizacija je svrstala insekticide u četiri klase ili grupe: ekstremno opasne, veoma opasne, umereno opasne i malo opasne (Stajkovic i sar., 2009; Ćupić, 2015, Martinić, 2015).

Primena insekticida

Sintetički insekticidi su odigrali veoma važnu ulogu u suzbijanju insekata, a time i u smanjenju gubitaka u poljoprivredi i širenju vektorskih bolesti. Generalno, insekticidi su često jedini način za upravljanje, tj. suzbijanje vektora. Organohlorni insekticidi su korišćeni za kontrolu malarije, Denga groznice i vektorskih insekata tokom 1950-ih godina. Svetska zdravstvena organizacija (SZO) je 1955. objavila program za suzbijanje malarije širom sveta, oslanjajući se uglavnom na DDT. Ostvaren je veliki uspeh na Karibima, Tajvanu, delu severne Afrike, Balkanskim zemljama, Severnoj Americi i Evropi. Tako je tokom 1945. godine, primenom DDT-a i organofosfata u kontroli bolesti, koje prenose insekti, kao što su malarija, bolest spavanja, kuga i tifus, spašeno oko sedam miliona ljudskih života (Ansari sar., 2014; Malik i sar., 2014).

Danas je na tržištu širom sveta dostupno nekoliko hiljada prepatrata za suzbijanje insekata. Već pre deset godina, analitičari tržišta su predvideli da će prihodi od prodaje pesticida u 2019. godini premašiti iznos od 50 milijardi dolara po jednoj godini (Anonimus, 2012b). Globalno gledano, u Indiji se od ukupne količine pesticida, koristi 76% insekticida (Mathur, 1999). Sjedinjene američke države su u periodu od 1990. do 2007. godine, bile najveći potrošač insekticida, iza koje slede Kina, Rusija, Japan, Italija, Brazil, Turska, Indija, Bangladeš i Vijetnam. Slična je situacija i danas (Ansari i sar, 2014).

Oko 2,2 miliona ljudi, uglavnom iz zemalja u razvoju, izloženo je svakodnevno povećanom riziku od izloženosti pesticidima (Hicks, 2013). Osim toga, neki ljudi su podložniji toksičnim efektima pesticida u odnosu na druge. Naročito su osetljive bebe i mala deca, kao i mladunčad životinja. Ovim jedinjenjima su najviše izloženi radnici na poljoprivrednim farmama i oni koji primenjuju pesticide, takozvani radnici-operateri. Pesticidi ulaze u ljudski, odnosno životinjski organizam, najčešće preko kontaminirane hrane (gutanjem), ali i udisanjem ili preko kože (Spear, 1991). Iako u organizmu ljudi i životinja, postoje mehanizmi za detoksikaciju i izlučivanje toksičnih supstancija, nažalost u nekim slučajevima, ova jedinjenja postižu tolike koncentracije u organizmu, koje mogu izazvati određene poremećaje u istom, tj. trovanje (Jabbar i Mallick 1994).

Toksičnost insekticida

Sintetički insekticidi su (kao što je poznato) uvedeni 1940-ih, godina prošlog veka i predstavljaju prilično heterogenu grupu biološki aktivnih jedinjenja. Kao takvi, oni su vrlo brzo postali ključno i široko korišćeno oružje za kontrolu brojnosti insekata, a time i prenošenja zaraznih bolesti (Bolognesi i Merlo 2011). Međutim, vrlo brzo nakon uvođenja zapaženo je da ova sredstva, pored pozitivnih efekata mogu imati i štetne efekte. Iako se na ovakve efekte stalno ukazuje, nažalost neracionalna primena pesticida i dalje je prisutna. Drugim rečima, postoji sve veća zabrinutost, jer je zapaženo da pesticidi predstavljaju rizik, kako za ljude (Margni i sar., 2002), tako i domaće i divlje životinje, odnosno osetljive ekosisteme (Ansari i sar., 2013, 2014). Naime, prekomerna upotreba sintetičkih insekticida dovela je do brojnih problema, koji nisu bili predviđeni u trenutku njihovog uvođenja. Utvrđena su brojna akutna i hronična trovanja ljudi operatera, radnika na farmama, pa čak i slučajnih prolaznika, potrošača i životinja, jer pesticidi mogu ući u lanac ishrane (Ansari i sar, 2013).

Insekticidi u organizam životinja i ljudi mogu ući udisanjem, ingestijom ili pak preko kože. Zbog velike liposolubilnosti, koju poseduju neki insekticidi se u značajnoj količini mogu apsorbovati preko nezaštićene kože. Ipak, ovaj način potencijalnog ulaska pesticida u organizam je najmanje opasan, zato što se pranjem može relativno brzo ukloniti neki pesticid sa kože. Za ovaj način unošenja opasniji su oni insekticidi, koji su u tečnom stanju (aldrin, dieldrin, lindan, nikotin), i ono što je posebno opasno, jeste ako dođu u dodir sa sluznicom oka. Preko respiratornog trakta u organizam mogu ući oni pesticidi koji se nalaze u obliku

gasa ili dima. Osim klasičnih fumiganata, kao što su na primer metilbromid, cijanovodonična kiselina, sumpor-ugljenik, naročito su opasni organofosfati. Opasnost od trovanja inhalacijom raste sa povećanjem temperature. Preko gastrointestinalnog trakta, pesticide obično unose životinje preko kontaminirane hrane ili vode, dok ih ljudi mogu uneti kontaminiranim rukama prilikom pušenja, ili preko kontaminirane hrane ili vode (Martinić, 2015).

Kod ljudi i životinja utvrđeni su brojni slučajevi toksičnog delovanja insekticida, kao što su različiti oblici kancera jetre, pluća, mozga, mlečne žlezde, prostate, bubrega, pankreasa, raka kože, te leukemija, Parkinsonova i druge hronične bolesti. Ne manji značaj imaju takođe i potencijalni štetni efekti na mentalno zdravlje i reprodukciju (Bolognesi i Merlo 2011). Do danas su prijavljeni brojni slučajevi u svetu uzrokovani trovanjem insekticida. Jedan od ozbiljnijih desio se u Indiji još davne 1958. godine, kada je više od 100 ljudi umrlo nakon konzumiranja pšeničnog brašna kontaminiranog parationom (Karunakaran, 1958). Osim u Indiji u kojoj su se trovanja nažalost kroz istoriju dešavala i sa drugim insekticidima, slični slučajevi trovanja su zabeleženi i u drugim manje razvijenim zemljama, gde su se ljudi i životinje otrovali udisanjem ili ingestijom nekog insekticida preko hrane ili vode za piće (Margni i sar., 2002).

Organohlorni insekticidi (*aldrin, DDT, lindan, dikofol, endrin, hlordan, dieldrin*)

Pesticidi, odnosno insekticidi iz ove grupe imaju različitu hemijsku građu i efekte. U organizam mogu ući na sva tri načina: inhalacijom, ingestijom i preko kože. Zbog velike lipofilnosti tj. rastvorljivosti u mastima ovi pesticidi poseduju afinitet za lipide i organe bogate mastima, gde se mogu deponovati u velikim koncentracijama bez vidljivih posledica. Međutim, u uslovima nagle metaboličke potrošnje masti u organizmu, deponovane količine hloriranih ugljikovodonika mogu izazvati simptome akutnog trovanja. Hlorirani ugljikovodonici deluju pre svega na nervno tkivo, odnosno CNS. U zavisnosti od količine otrova koji prodre u organizam, simptomi akutnog trovanja se mogu javiti nakon nekoliko minuta ili nekoliko sati. Pojavljuju se grčevi, mučnina, povraćanje, proliv, glavobolja, vrtoglavica, pojačana salivacija, i ponekad krvarenje iz nosa. Osim toga, mogu se pojaviti toničko-klonički grčevi, a smrt obično nastaje usled paralize disanja. Specifičnog antidota nema. Kontaminiranu kožu treba dobro isprati vodom i sapunom. Iako se ova jedinjenja više ne koriste (ili bar ne koriste u većini zemalja sveta), zbog mogućih trovanja, koja se sporadično dešavaju, smatramo da ih je potrebno, (zajedno sa simptomima) i dalje navoditi (Ćupić, 2015; Martinić, 2015).

Organofosforni insekticidi (*paration, malation, diazinon, fosfamidon i hlorspirifos*)

Organofosfatni pesticidi spadaju takođe u grupu insekticida sa širokim spektrom insekticidnog delovanja. Većina organofosfornih jedinjenja se brzo

apsorbuje nakon ingestije, inhalacije ili preko intaktne kože. Svi su derivati fosforne kiseline. I ovi pesticidi se (zbog toksičnosti) danas ređe koriste, i to samo neki (hlorpirifos, diazinon). Ulaskom u organizam organofosforne pesticidi uzrokuju ireverzibilnu inhibiciju enzima acetilholinesteraze – enzima, koji razlaganjem acetilholina, utiče na transmisiju nervnih impulsa u parasimpatičkom nervnom sistemu. Trovanje antiholinesteraznim jedinjenjima je posledica akumulacije acetilholina, koji onda deluje na muskarinske i nikotinske receptore. Inhibicija holinesteraze dovodi do hiperstimulacije parasimpatičkog nervnog sistema. Znaci akutnog trovanja se karakterišu: kontrakcijom bronhijalnih mišića, pojačanom salivacijom, suženjem, znojenjem, bronhijalnom hipersekrecijom, povećanim motilitetom i sekrecijom u gastrointestinalnom traktu, arefleksijom, cijanozom, edemom pluća, komom, pa čak i uginućem usled asfiksije. Ovi pesticidi su biorazgradivi, uzrokuju minimalno zagađenje životne sredine i na njih se sporo razvija rezistencija kod štetočina. Specifični antidot za muskarinske, a delom i centralne efekte acetilholina je atropin, kao i oksimi, koji se koriste za reaktivaciju acetilholinesteraze (Ćupić, 2015; Martinić, 2015).

Karbamati (*karbaril, bendiokarb, aldikarb, propoksur*)

Karbamati su po mehanizmu delovanja slični organofosfatima. Međutim, razlikuju se po svom poreklu. Organofosfati su (kao što je već rečeno) derivati fosforne kiseline, dok su karbamati dobijeni iz karbaminske kiseline. Koriste se najčešće kao insekticidi, ali neki poseduju i fungicidno i herbicidno delovanje. I mehanizam delovanja karbamatnih pesticida se zasniva na inhibiciji enzima acetilholinesteraze, ali za razliku od organofosfata, ova inhibicija je reverzibilnog karaktera. Karbamati, takođe u organizam mogu ući preko digestivnog trakta, fumigacijom ili preko kože. Lako se razgrađuju pod dejstvom prirodnih uslova uz minimalno zagađenje životne sredine. Kod otrovanih jedinki mogu se zapaziti simptomi kao što su: pojačana salivacija, pojačano znojenje, premorenost, podrhtavanje mišića i grčevi. Specifični antidot je atropin. Oksimi su kontraindikovani (Ćupić, 2015; Martinić, 2015).

Piretroidi (*permetrin, transmetrin, deltametrin, flumetrin*)

Piretroidi se danas široko koriste u javnoj higijeni kao insekticidi, odnosno u humanoj i veterinarskoj medicini, kao antiektoparazitici. Za uništavanje insekata često se kombinuju sa piperonil-butoksidom, sa kojim ostvaruju sinergistički efekt. Piretroidi su kontaktni insekticidi. Ova jedinjenja veoma brzo deluju na ektoparazite (vaši, buve, muve i krpelje), i kod njih prouzrokuju paralizu, kojoj prethodi muskularna ekscitacija i konvulzije. Ustvari, oni primarno kod parazita menjaju permeabilnost voltažnih natrijumskih kanala u membrani nervnih ćelija, te kao posledica ulaska velike količine jona natrijuma u ćeliju, započinje proces stvaranja akcionog potencijala, odnosno depolarizacije membrane. Isto tako, oni odlažu zatvaranje ovih kanala, pa time produžavaju depolarizaciju, odnosno

povećavaju ekscitabilnost membrane. Na taj način nastaje hiperekscitabilnost, a kao posledica toga brza paraliza parazita („knock down effect”) i smrt. Piretroidi spadaju u prilično bezbedne antiektoparazitike i malo su toksični za sisavce i pti-ce. Postoji različita osetljivost pojedinih životinjskih vrsta na piretroidne. Goveda i ovce su manje osetljivi od drugih vrsta domaćih životinja, dok su ribe najosetljivije. Kod tretiranih životinja (pre svega pasa i mačaka) mogu se javiti iritacija kože, hipersalivacija, povraćanje, dijareja, tremor mišića, ataksija, hiperekscitabilnost ili depresija, te ukočenost zadnjeg dela tela. Inače kod mačaka se (zbog sporog razlaganja, a samim tim i veće preosetljivosti, te poremećaja u CNS-u) piretroidi ne bi smeli koristiti. Ukoliko se kod tretiranih životinja pojave konvulzije treba koristiti antikonvulzivne lekove i relaksanse sa centralnim delovanjem, kao što je *metokarbamol*. Specifični antidot ne postoji (Čupić i sar., 2019; Čupić, 2015).

Negativni uticaji insekticida na životnu sredinu

Da bi zadovoljila potrebe za hranom sve većeg broja satanovnika na zemlji, poljoprivredna proizvodnja je značajno porasla u toku druge polovine dvadesetog veka. Veliku pomoć u ovom rastu svakako je imala primena insekticida i drugih pesticida, đubriva, te izbor kvalitetnog semena, odgovarajućeg zemljišta i lokaliteta sa povoljnim klimatskim uslovima. Isto tako, poznato je da su insekticidi suzbijanjem vektorskih bolesti odigrali vrlo značajnu ulogu u iskorenjivanju brojnih bolesti, a time i poboljšanju zdravlja ljudi i životinja. Međutim, njihova dugotrajna, često i neracionalna i neselektivna upotreba rezultirala je ozbiljnim problemima, koje neki autori dele u četiri kategorije: na prvom mestu su zdravstveni problemi ljudi i životinja, na drugom je zagađenje životne sredine, koje opet može štetno delovati na ljude i životinje, na trećem je gubitak efikasnosti zbog pojave rezistencije ili delovanja na neciljne organizme, usled čega može doći do oživljavanja ciljnih insekata, te kao četvrti problem se navode finansijski troškovi (Atreya i sar., 2012; Venkatesh i sar., 2012).

Značajnija narušavanja u biocenoza registruju se pri sistematskoj primeni visokotoksičnih pesticida (organohlorna i organofosforna jedinjenja). Za navedene pesticide (naročito organohlorne) poznato je da se slabo razlažu u vodi i zemljištu, te da poseduju sposobnost akumulacije u organizmima biljaka i životinja, pa njihova dugotrajna primena u neograničnim količinama ispoljava značajna dejstva na biocenoze. Zbog potencijalnog toksičnog delovanja i dugotrajne perzistencije u prirodi, (kao što je već rečeno) organohlorni pesticidi, odnosno insekticidi su uglavnom povučeni iz upotrebe, a u toku je proces povlačenja i organofosfornih jedinjenja. Iako su organohlorni insekticidi, povučeni, danas poseban problem predstavljaju polihlorovani bifenili (piraleni), koji su takođe organohlorne građe. Ova jedinjenja su našla široku upotrebu krajem 20. veka. To su vrlo stabilna jedinjenja sa niskim naponom pare, slabo su zapaljiva i veliki su elektroizolatori. Međutim, pokazalo se da su polihlorovani bifenili nažalost veoma toksični i opasni, kako po životnu sredinu, tako i za životinje i ljude. Širenje polihlorovanih bifenila je moguće na dva načina: tokom upotrebe slučajnim

izlivanjem u zemljište ili vodu, ili nakon upotrebe, prilikom odlaganja i termičke dezintegracije. Ukoliko se izliju u zemlju ili vodu, oni u toj sredini ostaju i do 10 i više godina. Pošto se malo rastvaraju u vodi, prava su opasnost da se trajno zagađe određene vodene sredine. Sagorevanjem polihlorovanih bifenila nastaje veoma toksično jedinjenje *dioksin* (2,3,7,8-tetrahlor-dibenzo-dioksid). Inače, polihlorovani bifenili su se (zbog svojih svojstava) najčešće koristili u transformatorskim rashladnim sistemima. Pošto se pokazalo da im je šteta veća od koristi, danas su polihlorovani bifenili zabranjeni u većini zemalja u svetu. Ovom prilikom treba spomenuti i to da je u toku NATO bombardovanja SRJ, usled gađanja trafo-stanica, došlo do teških oblika kontaminacije vode i zemljišta upravo ovim jedinjenjima (Stajkovic i sar., 2009; Martinić, 2015; Čupić, 2015).

Imajući u vidu da insekticidi spadaju među najtoksičnije pesticide (čemu svakako doprinosi njihova lipofilnost i spora razgradnja u životnoj sredini), zagađenje životne sredine ovim jedinjenjima pre svega u Aziji, Africi, Latinskoj Americi, Bliskom istoku, ali i Evropi, pa i zemljama Balkana već je u toku dvadesetog veka predstavljalo ozbiljan problem i izazvalo zabrinutost (Zhang i sar., 2011). Najvažniji zagađivači u to vreme bili su svakako organohlorni, a kasnije i organofosforni insekticidi, koji se i danas (mada manje) koriste (Shafiani i Malik 2003). Vrlo brzo nakon uvođenja u praksu, a naročito pedesetih i šezdesetih godina prošlog veka, utvrđene su koncentracije DDT-a i drugih predstavnika organohlornih jedinjenja u ribi, jajima i povrću znatno iznad maksimalno dozvoljenih količina (Wu, 1986). Ovo je utvrđeno u brojnim zemljama, a jedna od njih je bila Indija u kojoj su zabeležene najveće koncentracije DDT-a ikada u svetu (Zhang i sar., 2011). Iako se poslednjih godina stanje popravilo u mnogim zemljama u svetu, još uvek je nezadovoljavajuće. Koliko je i dalje velika i široka primena ovih sredstava, najbolje pokazuju podaci iz nekih zemalja u kojima nema segmenta životne sredine (zemljišta, vazduha, snega, kiše, magle), gde ova sredstva, bar u minimalnoj količini nisu utvrđena. Čak postoje podaci da su organofosfati utvrđeni i u pupčanoj vrpici novorođene dece. Ilustracije radi, treba istaći da samo u Kini postoji više od 1000 registrovanih preparata, koji sadrže hlorspirifos ili pak da je samo Kina u 2011. godini izvezla hlorspirifos u vrednosti od 110 miliona dolara. Takođe, smatra se da će njegova proizvodnja do 2025 godine u ovoj zemlji dostići količinu od preko 200.000 tona godišnje (Watts, 2013). Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije, svake godine se u zemljama u razvoju prijavi oko 3.000.000 slučajeva trovanja pesticidima, a od toga čak 220.000 završi smrtnim ishodom (Lah, 2014).

Ubrzo nakon početne primene, rizici povezani sa upotrebom pesticida prevazišli su njihove korisne efekte. Naime, pokazalo se da pesticidi deluju toksično na neciljne vrste i da utiču na biodiverzitet životinja i biljaka, vodene organizme, kao i na lanac ishrane i ekosisteme. Prema Majevskom i Capelu (1995), oko 80–90 % primenjenih pesticida može da ispari u roku od nekoliko dana od primene (Majewski i Capel, 1995). Nekontrolisana upotreba insekticida rezultirala je smanjenjem brojnosti nekoliko kopnenih i vodenih životinjskih i biljnih

vrsta. Oni su takođe ugrozili opstanak nekih retkih vrsta ptica kao što su neki orlovi i sokolovi (Helfrich i sar., 2009). Pored toga, vazduh, voda i zemljište su u nekim zemljama, kontaminirani ovim hemikalijama do toksičnih nivoa (Anonimus, 2009a; Martinić, 2015).

Vazduh

Generalno, insekticidi mogu doprineti kontaminaciji vazduha. Prskanjem u vazduh, čestice insekticida vetar može da odnese i u druga područja van ciljnog mesta i tako potencijalno kontaminira vazduh. Ako krenemo od ranije, organohlorna jedinjenja su utvrđena na nadmorskoj visini od 4.250 m na snegu vrhova Tibeta (Shan, 1997). Rezidue DDT-a, lindana i aldrina su pronađene u Indiji i na velikim nadmorskim visinama u hladnim regionima čak i u ledenom pokrivaču Grenlanda (Zhang i sar., 2011). Slično je i sa organofosfatima, čije čestice su takođe utvrđene na brojnim mestima. Pod uticajem brzine vetra, temperature, svojstava hemikalija, rastvorljivosti, tipa zemljišta, molekularnih svojstava, koncentracije i pritiska pare, insekticidi imaju tendenciju da ispare u atmosferu (Kellogg i sar., 2002). Isto tako, i ona sredstva koja se primenjuju na zemljište mogu isparavanjem doći u kontakt sa drugim supstancijama u vazduhu, reagovati sa istim i formirati određena jedinjenja. Ova jedinjenja mogu štetno delovati i na ozonski omotač, za koji je poznato da se nalazi u donjem delu stratosfere, sloju zemljinog vazdušnog omotača koji se nalazi iznad troposfere. A poznato je da ozonski omotač ima veliki značaj u zaštiti živog sveta na zemlji od brojnih zračenja velike energije koji dolaze iz svemira (Pfundt, 2009).

Voda i vodeni organizmi

Insekticidi mogu ući u površinske i podzemne vode direktno putem prskanja, prolivanja ili bacanja ostataka pesticida u vodu ili pak indirektno preko površinskog oticanja sa kontaminiranog zemljišta, odnosno tretiranih useva. Sposobnost pesticida da zagađuju vodu zavisi od više faktora: od njegove rastvorljivosti u vodi, udaljenosti od mesta primene, vremenskih prilika, tipa zemljišta, prisustva rastućih useva i metode, odnosno načina primene hemikalije. U uzorcima rečnih i podzemnih voda već odavno su u brojnim zemljama utvrđene koncentracije pesticida, koje su bile znatno iznad dozvoljenih količina. Kao primer za to su bile i zemlje Ujedinjenog kraljevstva ili Velike Britanije (Bingham, 2007). U Sjedinjenim Američkim Državama, gotovo da nije bilo potoka koji nije bio zagađen pesticidima (Gilliom i sar., 2007). Rezidue pesticida su takođe utvrđene i u kišnicama (Kellogg i sar., 2002), kao i u gradskim vodotokovima. Prijavljeno je prisustvo lindana, α -endosulfana, β -endosulfana, hlropirifosa, monokrotofosa, dimetoata i malationa i drugih u industrijskim otpadnim vodama u Indiji (Anjum i Malik, 2013).

Za insekticide je poznato da mogu imati potencijalno negativne uticaje i na organizme u vodenom ekosistemu. Utvrđeno je štetno delovanje na mikroor-

ganizme (DeLorenzo i sar., 2001), beskičmenjake (Castillo i sar., 2006), biljke (Frankart i sar., 2003) i ribe (Grande i sar., 1994). Inače, za organizme koji žive u vodi, insekticidi su toksičniji od herbicida i fungicida. Od posebnog značaja je činjenica da pesticidi mogu delovati štetno, pa čak i ubitačno i na zooplanktone, za koje se zna da su glavni izvori hrane za mnoge mlade ribe (Anonimus, 1999). Usled primene karbarila i smanjenja zooplanktona, kao resursa hrane, utvrđen je negativan uticaj i na brojnost vodozemaca, odnosno daždevnjaka, čiji je broj tada bio smanjen čak za 97% (Metts i sar., 2005). Poznato je da se neke vrste riba hrane insektima, koje mogu uništiti razni insekticidi. Usled toga, ribe mogu biti primorane da migriraju u potrazi za hranom, te na taj način biti izložene riziku od brojnih predatora. Utvrđeno je da jednokratna primena, karbarila, hlorspirifosa, diazinona i endosulfana u koncentraciji od 2–16 ppb-a kao i mešavina insekticida sa herbicidima, može da utiče štetno na vodene organizme, odnosno zajednice sastavljene od zooplanktona, fitoplanktona, perifitona i larvi vodozemaca, kao što su sive (*Hyla versicolor*) i leopard žabe (*Rana pipiens*) (Relyea, 2009).

Za vreme primene organohlornih insekticida u Severnoj Americi i Evropi objavljeni su slučajevi stradanja vodenih ptica i morskih sisara, koji se hrane ribom (Barron i sar., 1995). Isto tako, kao što je navedeno, primena pesticida širom sveta je uticala na smanjenje populacije vodozemaca.

Vodeni sisari, kao što su delfini imaju sposobnost akumulacije većih količina perzistentnih organskih zagađivača, pre svega zbog učešća u lancu ishrane, ali i relativno niske aktivnosti enzima, koji iste metabolišu (Tanabe i sar., 1998). Iz tog razloga, delfini spadaju među osetljivije vrste na toksične efekte brojnih zagađivača. Tako se smatra da je pad populacije morskih sisara, u nekim regionima bio posledica delovanja organohlornih insekticida (Borrell i sar., 2001). Dokazano je da DDT i polihlorovani bifenili (PCB) imaju negativne efekte na reproduktivne organe i imunološki sistem, kako kod sisara u zatočeništvu, tako i divljih vodenih sisara (Colborn i Smolen 1996). Značajne koncentracije organohlornih jedinjenja, uključujući lindan, heptahlor, aldrin, heptahlor-epoksid, endosulfan, dieldrin i endrin otkriveni su u organizmu delfina, koji žive u delovima francuskog Mediterana (Wafo i sar., 2012).

Generalno, na osnovu brojnih izveštaja, može se reći da u poljoprivrednim ekosistemima u kojima se koriste pesticidi opada brojnost vodozemaca (Bruhl i sar., 2013). Smatra se da su vodozemci ugroženiji od ptica i sisara. Niske koncentracije insekticida imaju indirektno posledice na neciljne članove zajednice kroz višestruke trofične nivoe (Hua i Relyea 2012). Nakon prskanja polja, endosulfanom, zabeleženo je štetno (uz pojavu abnormalnosti u rastu), pa čak i ubitačno delovanje na punoglavce. Takođe, primenom hlorspirifosa, masa punoglavaca je bila smanjena za 20 do 35% (Vidder i Bidvell 2008). Toksično delovanje organohlornih i organofosfornih insekticida, a naročito njihovih oksonskih oblika, zabeleženo je i kod žaba (mlade i odrasle jedinke), te puževa (Sparling i sar., 2001; Bruhl i sar., 2013; Sparling i Fellers 2007; Vandan i sar., 2010).

Zemljište

Primena insekticida u poljoprivredi, takođe može kontaminirati i zemljište na kojem se gaje poljoprivredne kulture. Najčešće se to dešava uobičajenom primenom ovih sredstava u cilju zaštite bilja, ali se to može desiti i neodgovornim izlivanjem ostataka insekticida, odnosno pranjem kontejnera (Kaushik i sar., 2010). Bez obzira na način kontaminacije, insekticidi sa površine zemljišta delom mogu ispariti, delom se ispiraju kišom i naravno delom prodiru u dublje delove zemljišta, odakle mogu prodrati i u podzemne vode. U zavisnosti od koncentracije i fizičko-hemijskih svojstava, te vrste zemljišta (glineno zemljište, peskovito zemljište) i dejstva sunčeve energije, insekticidi u zemljištu mogu perzistirati u različitim vremenskim periodima. Kao takva, ova jedinjenja mogu predstavljati i određen rizik za životnu sredinu i organizme u njoj (Ali, 2011; Anjum i sar., 2012). Ispitivanja su pokazala da insekticidi mogu uticati i smanjiti biodiverzitet zemljišta. Naime, prekomerna upotreba ovih sredstava može delovati štetno pre svega na mikroorganizme, ali i na druge organizme (beskičmenjaci) (Sardar i Kole 2005). Interesantno je spomenuti da organohlorni insekticidi, (za koje se zna da se slabo razlažu u vodi i zemljištu, te da poseduju sposobnost akumulacije u organizmima biljaka i životinja) u dozama koje se preporučuju u borbi protiv zemljišnih štetočina, ne ispoljavaju negativno dejstvo na brojnost mikroorganizama u zemlji. Ustvari, oni u većim dozama u početku izazivaju smanjenje, a zatim stimulišu mikrofloru zemljišta. Pri unošenju u zemljište u povećanim dozama, dolazi do privremenog pregrupisanja sastava mikroflore (Stajkovic i sar., 2009). Osim toga, kontaminirano zemljište može da utiče na zdravlje ljudi i životinja, direktnim kontaktom sa zemljištem ili udisanjem para onih zagađivača zemljišta koji isparavaju (Philp, 2013).

Kao i u vazduhu i vodi, tako i u zemljištu, trećem segmentu životne sredine, takođe su širom sveta do danas utvrđene znatno veće količine pojedinih insekticida od maksimalno dozvoljenih. Od zemalja u kojima su ove koncentracije u dvadesetom veku dostigle alarmantne nivoe, takođe se spominje Indija (Nawab i sar., 2003).

Ptice

Do danas su zabeleženi brojni slučajevi uginjavanja ptica na poljima tretiranim insekticidima (Mineau, 2005). Ovo može biti posledica velike i široke primene insekticida, a posebno neonikotinoida i fipronila (Mason i sar., 2012), kao i izbijanja zaraznih bolesti kod slepih miševa i ptica (Mineau i sar., 2005). Smatra se da godišnje zbog insekticida uginu oko 72 miliona ptica u SAD, dok je u Velikoj Britaniji, više od 30 vrsta ptica nestalo usled primene insekticida u poljoprivredi (Donald i sar., 2001). Naime, na poljoprivrednim zemljištima u Velikoj Britaniji, broj ptica je između 1980. i 2009. godine opao sa 600 miliona na 300 miliona. Isto tako, u Evropi je poznato da su usled primene insekticida ugrožene brojne vrste ptica (Anonimus, 2012a). Postoji podatak da su u Indiji

divlje ptice (rezidentne i selice) bile izložene velikim količinama organohlornih insekticida, te da su njihove rezidue utvrđene svuda u organizmu ovih životinja (Tanabe i sar., 1998). Poznato je da organohlorni pesticidi (pored ostaloih toksičnih efekata) izazivaju i stanjivanje ljuske jajeta. Do ovih zapažanja je došlo naročito kod evropskih i severnoameričkih populacija ptica (Vos i sar., 2000). Kao posledica stanjenja ljuske jajeta (zbog tretiranja semena organohlornim insekticidima), tokom 1950-ih i 1960-ih godina, najviše su stradali kobci (ptice iz reda jastrebova) (Bright i sar., 2008).

Treba spomenuti i činjenicu da je stopa mortaliteta ptica pevačica na godišnjem novou u SAD, iznosila 3–16 ptica pevačica/ha (ukupno 17–91 miliona ptica), kada su polja kukuruza tretirana karbofuranom (Mineau, 2005). Jedno zrno kukuruza tretirano neonikotinoidom može da ubije pticu pevačicu, pa čak i malo zrno pšenice ili repice primenjeno sa neonikotinoidom (imidakloprid) može biti toksično za ptice (Mineau i Palmer 2013).

ZAKLJUČCI

Insekticidi su (suzbijanjem brojnih štetočina-insekata) omogućili znatno veće prinose poljoprivrednih kultura, i time doprineli smanjenju cena istih, što je opet doprinelo većem standardu kod ljudi. Insesticidi su (suzbijanjem insekata) odigrali i veliku ulogu u uklanjanju brojnih bolesti i time unapredili zdravlje kod ljudi i životinja.

Česta i neracionalna primena insekticida, pokazala je da ova jedinjenja mogu delovati toksično, kako na ljude i životinje, tako i na životnu sredinu. Do danas su objavljeni brojni slučajevi trovanja ljudi širom sveta. U zavisnosti od težine trovanja, uzrokovanih pesticidima, simptomi mogu biti veoma blagi, ali ne retko mogu da ugroze i život jedinke. Prema podacima Svetske zdravstvene organizacije, svake godine se u svetu prijavi više miliona ljudi otrovanih insekticidima, od toga nažalost veliki broj završi letalno. Osim toga, utvrđeno je da insekticidi mogu delovati štetno i na životnu sredinu, odnosno na organizme u vazduhu, zemljištu i vodi. Imajući sve ovo u vidu, tj. moguće koristi s jedne strane i rizika sa druge strane, u cilju dobijanja maksimalnih (korisnih) efekata, neophodno je da se primena pesticida sprovodi strogo u saglasnosti sa Uputstvom za upotrebu.

LITERATURA

1. Ali MH. Pollution of water resources from agricultural fields and its control. *Pract Irrig On-farm Water Manag.* 2011; 2:241–269.
2. Anjum R, Malik A. Evaluation of mutagenicity of wastewater in the vicinity of pesticide industry. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2013; 35(2):284–291.
3. Anjum R, Rahman M, Masood F, Malik A. Bioremediation of pesticides from soil and wastewater. In: Malik A, Grohmann E (eds) *Environ Prot Strateg Sustain Dev.* Springer, Netherlands, 2012; pp 295–328
4. Anonymous. WHO Specifications and Evaluations for Public Health Pesticides. Chlorpyrifos *O,O*-diethyl *O*-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate. World Health Organization, Geneva. 2009a,

5. Anonymous. FAO Food and Agricultural Organization <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf>. Accessed on 23 November 2012.
6. Anonymous. PECBMS, Pan-European Common Bird Monitoring Scheme Population trends of common European breeding birds 2012. CSO, Prague. <http://www.ebcc.info/wpimages/video/Leaflet2012.pdf>. 2012a.
7. Anonymous. Ceresana Research market study: crop protection (UC-2805). June 2012. 837. http://www.ceresana.com/upload/Marktstudien/brochueren/Ceresana_Brochure_Market_Study_Crop_Protection.pdf. 2012b.
8. Anonymous. WHO World Health Organization. Dengue and dengue haemorrhagic fever. Fact-sheet No 117, Geneva, WHO, Media centre. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>. Accessed on 23 May 2012.
9. Anonymous PANNA, Pesticide Action Network North America, pesticides threaten birds and fish in California. Pesticide Action Network Updates Service (PANUPS). http://www.panna.org/legacy/panups/panup_19990604.dv.html. 1999
10. Ansari MS, Moraiet AM and Ahmad S. Insecticides: Impact on the Environment and Human Health. In: Malik A, Grohmann E, Akhta R. Environmental Deterioration and Human Health, Springer Science+Business Media Dordrecht, 2014.
11. Atreya K, Kumar BS, Bajracharya RM. Pesticide use in agriculture: the philosophy, complexities and opportunities. *Sci Res Essays*. 2012; 7(25):2168–2173.
12. Barron MG, Galbraith H, Beltman D. Comparative reproduction and developmental toxicology of birds. *Comp Biochem Physiol*. 1995; 112c:1–14
13. Bingham S. Pesticides in rivers and groundwater. Environ Agency, UK. 2007; Retrieved on 2007-10-12
14. Bolognesi C, Merlo FD. Pesticides: human health effects. *Encyclop Environ Health*, 2012; 438–453.
15. Borrell A, Cantos G, Pastor T, Aguilar A. Organochlorine compounds in common dolphins (*Delphinus delphis*) from the Atlantic Mediterranean waters of Spain. *Environ Poll*. 2001; 114:265–274.
16. Bright JA, Morris AJ, Winspear R. A review of indirect effects of pesticides on birds and mitigating land-management practices. RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds). Res Rep. 2008; No 28, p 66.
17. Brühl CA, Schmidt T, Pieper S, Alscher. Terrestrial pesticide exposure of amphibians: an underestimated cause of global decline? *Sci Rep* 3, 1135 (online); 2045–2322 <http://www.nature.com/srep/2013/130124/srep01135/full/srep01135.html>. 2013.
18. Castillo LE, Martínez E, Ruedert C, Savage C, Gilek M, Pinnock M, Solis E. Water quality and macroinvertebrate community response following pesticide applications in a banana plantation, Limon, Costa Rica. *Sci Environ*. 2006; 367(1):418–432.
19. Colborn T, Smolen MJ. Epidemiological analysis of persistent organochlorine contaminants in cetaceans. *Rev Environ Contam Toxicol*. 1996; 146:91–172
20. Costa C, Silva S, Coelho P, Roma-Torres J, Teixeira JP, Mayan O. Micronucleus analysis in a Portuguese population exposed Environ Sci Pollut Res to pesticides: preliminary survey. *Int J Hyg Environ Health*. 2007; 210(3–4):415–418
21. Čupić V. Pesticidi kao uzročnici epidemijskih trovanja. *Archives of toxicology, kinetics and xenobiotic metabolism*, 6, 3, 667-674, 1998.
22. Čupić V. Najčešća trovanja u veterinarskoj medicini. *Stručna knjiga*, Beograd, 2015, str. 367.
23. Čupić V, Ivanović S, Borozan S, Mujezinović I, Prevendar Crnić A, Čupić Miladinović D. Primena pesticida, njihova klasifikacija i uticaj na životnu sredinu. 33. Savetovanje dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija. Bajina Bašta, Hotel Zepter Drina, 26.-29. 05. 2022. *Zbornik radova*, 135-148.
24. Čupić V, Muminović M, Kobal S, Velev R. *Farmakologija za studente veterinarske medicine*, III Izdanje, Beograd, Sarajevo, Ljubljana, Skoplje, Naučna KMD, 2019.
25. Daniels JL, Olshan AF, Savitz DA. Pesticides and childhood cancers. *Environ Health Perspect*. 1997; 105(10): 1068-77.

26. Delaplane KS. 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>
27. DeLorenzo ME, Scott GI, Ross PE. Toxicity of pesticides to aquatic microorganisms: a review. *Environ Toxic Chem.* 2001; 20(1):84–98.
28. Donald PF, Green RE, Heath MF. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc Biol Sci.* 2001; 268(1462):25–29
29. Edwards CA. Environmental pollution by pesticides. Environmental science research. Plenum Press. London and New York, 1973.
30. Engel AK, Fries P, and Singer W. Dynamic predictions: oscillations and synchrony in top-down processing. *Nat. Rev. Neurosci.* 2001; 2, 704–716
31. Ergene S, Cavas T, Celik A, Koleli N, Kaya F. and Karahan A. Monitoring of nuclear abnormalities in peripheral erythrocytes of three fish species from the Goksu Delta (Turkey): Genotoxic in relation to water pollution. *Ecotoxicology.* 2007; 16: 385-391
32. FAO Food and Agricultural Organization (2012) <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf>. Accessed on 23 November 2013
33. Figa-Talamanca I, Traina E. and Urbani E. Occupational exposure to chemicals: recent evidence on male reproductive effects and biological markers. *Occup Med (Lond)*; 2001; 51: 174–188.
34. Frankart C, Eullaffroy P, Vernet G. Comparative effects of four herbicides on non-photochemical fluorescence quenching in *Lemna minor*. *Environ Exptl Bot.* 2003; 49:159–168.
35. Grande M, Andersen S, Berge D. Effects of pesticides on fish. *Norwegian J Agric Sci.* 1994; 13:195–209.
36. Gilliom RJ, Barbash JE, Crawford GG, Hamilton PA, Martin JD, Nakagaki N, Nowell LH, Scott JC, Stackelberg PE, Thelin GP, Wolock DM. The quality of our nation's waters—pesticides in the nation's streams and ground water, 1992–2001: U.S. Geological Survey Circular 1291:172. <http://pubs.usgs.gov/circ/2005/1291/pdf/circ1291.pdf>. 2007.
37. Helfrich LA, Weigmann DL, Hipkins P, Stinson ER. Pesticides and aquatic animals: a guide to reducing impacts on aquatic systems. 2009; In: Virginia Polytechnic Institute and State University. Available from <https://pubs.ext.vt.edu/420/420-013/420-013.html>. Accessed Jan 17, 2015
38. Hicks B. 2013. Agricultural pesticides and human health. In: National Association of Geoscience Teachers. Available from http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/health/case_studies/pesticides.html. Accessed Jan 13, 2014
39. Housset P, Dickmann R. A promise fulfilled—pyrethroid development and the benefits for agriculture and human health. *Bayer Crop Sci.* 2009; 62(2):135–144.
40. Hua J, Relyea RA. East coast vs West coast: effects of an insecticide in communities containing different amphibian assemblages. *Freshwater Science.* 2012; 31(3):787–799.
41. Jabbar A, Mallick S. Pesticides and environment situation in Pakistan (Working Paper Series No. 19). 1994; Available from Sustainable Development Policy Institute (SDPI)
42. Jenner P. Parkinson's disease, pesticides and mitochondrial dysfunction. *Trends in Neuroscience.* 2001; 24: 245-246.
43. Kaushik A, Sharma HR, Jain S, Dawra J, Kaushik CP. Pesticide pollution of river Ghaggar in Haryana, India. *Environ Monit Assess* 160:61–69. doi:10.1007/s10661-008-0657-z, 2010.
44. Karunakaran CO. The Kerala food poisoning. *J Indian Med Assoc.* 1958; 31:204.
45. Khuder SA and Mutgi AB. Meta-analyses of multiple myeloma and farming. *Am J Ind Med;* 1997; 32:510-551.
46. Kellogg RL, Nehring R, Grube A, Goss DW, Plotkin S. Environmental indicators of pesticide leaching and runoff from farm fields. United States Department of Agriculture Natural Resources conservation service. Agricultural productivity, studies in productivity and efficiency. 2002; 2:213–256.

47. Lah K. Effects of pesticides on human health. In: Toxipedia. Available from <http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Effects+of+Pesticides+on+Human+Health>. Accessed Jan 16, 2014.
48. Lear L. Rachel Carson: witness for nature. Mariner Books; Reprint edition, 2009; 688
49. Macneale KH, Kiffney PM, Scholz NL. Pesticides, aquatic food webs, and the conservation of Pacific salmon. *Front Ecol Environ*. 2010; 8:475–482
50. Majewski M, Capel P. Pesticides in the atmosphere: distribution, trends, and governing factors. Pesticides in the hydrologic system, vol 1. Ann Arbor Press Inc., Boca Raton, FL, 1995; p 118.
51. Malik A, Grohmann E, Akhta R. Environmental Deterioration and Human Health, Springer Science+Business Media Dordrecht, 2014.
52. Margni M, Rossier D, Crettaz P, Jolliet O. Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. *Agric Ecosys Environ*. 2002; 93(1):379–392.
53. Martinić Matijas. Opasnosti primene pesticida. Završni rad. Stručni studij sigurnosti i zaštite. Veleučilište u Karlovcu, Hrvatska, 2015.
54. Mason R, Tennekes H, Sánchez-Bayo F, Jepsen PU. Immune suppression by neonicotinoid insecticides at the root of global wildlife declines. *J Environ Immunol Toxicol X:X, XX-XX*; September/October 2012; STM Publications
55. Mathur SC. Future of Indian pesticides industry in next millennium. *Pestic Inform*. 1999; 24(4):9–23.
56. Metts BS, Hopkins WA, Nestor JP. Interaction of an insecticide with larval density in pond-breeding salamanders (*Ambystoma*). *Freshwater Biol*. 2005; 50:685–696.
57. Miladinović Čupić Dejana, revendar Crnić Andreja, Peković Sanja, Dacić Sanja, Ivanović Saša, Juan Francisco Santibanez, Čupić Vitomir, Borozan Nevena, Miljković Antonijević Evica, Borozan Sunčica. Recovery of brain cholinesterases and effect on parameters of oxidative stress and apoptosis in quails (*coturnix japonica*) after chlorpyrifos and vitamin B1 administration. *Chemico-Biological Interaction*. 2021; 333 (5): 109312.
58. Mineau P, Downes CM, Kirk DA, Bayne E, Csizy M. Patterns of bird species abundance in relation to granular insecticide use in the Canadian prairies. *Ecosci*. 2005; 12(2):267–278.
59. Mineau P, Palmer C. Neonicotinoid insecticides and birds-the impact of the nation's most widely used insecticides on birds. *Am Bird Conservancy* 97. 2013.
60. Muniz JF, McCauley L, Scherer J, Lasarev M, Koshy M, Kow YW, Nazar-Stewart V and Kisby GE. Biomarkers of oxidative stress and DNA damage in agricultural workers: A pilot study. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2008; 227:97-107.
61. Nawab A, Aleem A, Malik A. Determination of organochlorine pesticides in agricultural soil with special reference to c-HCH degradation by *Pseudomonas* strains. *Biores Technol*. 2003; 88:41–46.
62. Ojajarvi I, Partanen T, Ahlbom A, Boffetta P, Hakulinen T. and Jourenkova N. Occupational exposures and pancreatic cancer: A meta-analysis. *Occup. Environ. Med.*, 2000; 7: 316-324
63. Pfendt P. Hemija životne sredine. I Deo. Zavod za Udžbenike, Beograd, 2009.
64. Philp RB. Ecosystems and Human Health: Toxicology and Environmental Hazards (third edition). Boca Raton: Taylor and Francis Group, CRC Press, 2013; pp 440.
65. Rajveer K, Gurjot KM and Shweta R. Pesticides Classification and its Impact on Environment, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019; 8 (3): 1889-1897.
66. Relyea RA. A cocktail of contaminants: how mixtures of pesticides at low concentrations affect aquatic communities. *Oecologia*. 2009; 159(2):363–376
67. Ritz B, Yu F. Parkinson's disease mortality and pesticide exposure in California 1984-1994. *Int J Epidemiol* 2000; 29:323–329.
68. Sardar D, Kole RK. Metabolism of chlorpyrifos in relation to its effect on the availability of some plant nutrients in soil. *Chemosphere*. 2005; 61:1273–1280.
69. Shan ZJ. Status of pesticide pollution and management of China. *Environ Prot*. 1997; 7:40–43.
70. Shafiani S Malik A. Tolerance of pesticides and antibiotic resistance in bacteria isolated from wastewater-irrigated soil. *World J Microbiol Biotechnol*. 2003; 19(9):897–901.

71. Snow RW, Guerra CA, Noor AM, Myint HY, Hay SI. The global distribution of clinical episodes of *Plasmodium falciparum* malaria. *Nature*. 2005;434(7030):214–7.
72. Sparling DW, Fellers GM, McConnell LL. Pesticides and amphibian population declines in California, USA. *Environ Toxicol and Chem*. 2001; 20 (7):1591–1595.
73. Sparling DW, Fellers G. Comparative toxicity of chlorpyrifos, diazinon, malathion and their oxon derivatives to larval *Rana boylei*. *Environ Poll*. 2007; 147(3):535–539.
74. Spear R. Recognised and possible exposure to pesticides. In: Hayes WJ, Laws ER (eds) *Handbook of pesticide toxicology*. Academic, San Diego, CA, 1991; pp 245–274
75. Stajkovic J, Amidžić B, Biočanin J. Pesticidi i izvori zagađenja u životnoj sredini i značaj remedijacije u sanaciji kontaminacije. 1st International Conference "Ecological safety in post-modern environment". 26-27. Juny 2009. Banja Luka, RS, BiH.
76. Tanabe S, Senthilkumar K, Kannan K, Subramanian AN. Accumulation features of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in resident and migratory birds from south India. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1998; 34:387–397.
77. Tomlin CDS. *The Pesticide Manual. A World Compendium*. 2015.
78. Undeger U. and Basaran N. Assessment of DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures by alkaline comet assay. *Archives of Toxicology*. 2002; 76: 430-6
79. Venkatesh J, Priya S, Balasubramaniam M, Aarthi C, Thenmozhi S, Balasubramanie P. Continuing issues in the use of pesticides for procuring life in developing countries. *Life Sci*. 2012; J 9(4):304–308.
80. Vos JG, Dybing E, Greim HA, Ladefoged O, Lambré C, Tarazona JV, Brandt I, Vethaak AD. "Health Effects of endocrine-disrupting chemicals on wildlife, with special reference to the European situation." *Critic Rev Toxicol*. 2000; 30(1):71–133.
81. Wafo E, Mama C, Risoul V, Schembri T, Dhermain F, Portugal H. Chlorinated pesticides in the bodies of dolphins of the French Mediterranean coastal environment. *Adv Environ Sci Int J of the Bioflux Soc*. 2012; 4(1):29–35.
82. Wandan EN, Elleingand Ef, Koffi E, Clément BN, Charles B. Impact of the insecticide endosulfan on growth of the African giant snail *Achatina achatina* (L.). *Afr Environ Sci Technol*. 2010; 4(10):685–690.
83. Watts M. Chlorpyrifos. Sheet. Panap. 2013.
84. Widder PD, Bidwell JR. Tadpole size, cholinesterase activity, and swim speed in four frog species after exposure to sub-lethal concentrations of chlorpyrifos. *Aquat Toxicol*. 2008; 88(1):9–18.
85. WHO World Health Organization. Dengue and dengue haemorrhagic fever. Factsheet No 117, Geneva, WHO, Media centre. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>. 2012.
86. Wu M. Serious crop phytotoxicity by pesticides in India. *World Agric*. 1986; 4:37–37
87. Yamamoto I. Nicotine to Nicotinoids: 1962 to 1997. In: Yamamoto I, Casida J (eds) *Nicotinoid insecticides and the nicotinic acetylcholine receptor*. Springer-Verlag, Tokyo, 1999; pp 3–27.
88. Zahm SH and Ward MH. Pesticides and childhood cancer. *Environ. Health. Perspect*. 1998; 106 (suppl. 3):893–908.
89. Zhang WJ, Jiang FB, Ou JF. Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proc Int Acad Ecol Environ Sci*. 2011; 1(2):125–144.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

614.44/.48(082)

САВЕТОВАЊЕ Дезинфекција, дезинсекција и дератизација (34 ; 2023 ; Врњачка Бања)

Jedan svet jedno zdravlje : zbornik radova / 34. Savetovanje Dezinfekcija, dezinsекција i deratizacija, Vrnjačka Banja, 8 - 11. jun 2023. godine ; [organizatori] Srpsko veterinarsko društvo, Секција за DDD [i] Факултет ветеринарске медицине, Београд, Катедра за зоохијену ; [уредник Ljiljana Janković]. - Београд : Српско ветеринарско друштво, 2023 (Београд : Научна КМД). - 296 стр. : илустр. ; 25 cm

Тираж 200. - Библиографија уз сваки рад. - Abstracts.

ISBN 978-86-83115-49-5

а) Дезинфекција -- Зборници б) Дезинсекција -- Зборници
в) Дератизација -- Зборници

COBISS.SR-ID 117421577