

**SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO  
SEKCIJA ZA DDD  
KATEDRA ZA ZOOHIGIJENU  
FAKULTETA VETERINARSKE MEDICINE  
UNIVERZITETA U BEOGRADU**



# **ZBORNİK RADOVA**

## **33. SAVETOVANJE**

# **DEZINFEKCIJA, DEZINSEKCIJA I DERATIZACIJA**

**- Jedan svet jedno zdravlje -**



**BAJINA BAŠTA, Hotel „Zepter Drina 4\*“  
26 – 29. maja 2022. godine**



**AVENIJA MBNS1**

FIRMA SPECIJALIZOVANA ZA USLUGE

**DEZINFEKCIJA**

**DEZINSEKCIJA**

**DERATIZACIJA**

[www.avenija.co.rs](http://www.avenija.co.rs)



**SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO  
SEKCIJA ZA DDD  
KATEDRA ZA ZOOHIGIJENU  
FAKULTETA VETERINARSKE MEDICINE  
UNIVERZITETA U BEOGRADU**



SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO



# **ZBORNİK RADOVA**

## **33. SAVETOVANJE**

### **DEZINFEKCIJA, DEZINSEKCIJA I DERATIZACIJA**

**– Jedan svet jedno zdravlje –**



**BAJINA BAŠTA, Hotel „Zepter Drina 4\*“  
26 – 29. maja 2022. godine**

**33. SAVETOVANJE  
DEZINFEKCIJA, DEZINSEKCIJA I DERATIZACIJA**

**Organizatori:**

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

**Organizacioni odbor:**

**Predsednik:** Prof. dr Ljiljana Janković  
**Počasni predsednik:** Mr Miodrag Rajković, vet. spec.  
**Potpredsednici:** Prof. dr Radislava Teodorović  
Prof. dr Milutin Đorđević  
**Sekretar:** Dr sci. vet. Vladimir Drašković  
**Tehnički sekretar:** Spec. sanit. ekol. inž. Tamara Petrović

**Programski i naučni odbor:**

Milorad Mirilović, Miodrag Rajković, Mišo Kolarević, Novica Stajković, Nenad Budimović,  
Vitomir Čupić, Zoran Kulišić, Jakov Nišavić, Neđeljko Karabasil, Ljiljana Janković,  
Radislava Teodorović, Milutin Đorđević, Saša Trailović, Katarina Nenadović, Vladimir Drašković,  
Marijana Vučinić, Nada Plavša, Nevenka Aleksić, Tamara Ilić, Tanja Antić,  
Olivera Vukićević-Radić, Dobrila Jakić-Dimić, Sobodan Marić, Renata Reljić, Milena Krstić,  
Marko Nadaškić, Armin Tomašić, Zoran Jovanović, Božidar Ljubić, Zoran Đerić, Vladimir Vuković,  
Štefan Pintarić, Svetozar Milošević, Jovanka Bodiroga, Živan Dejanović, Predrag Čurčić, Zoran  
Dunderski, Jovan Ivačković, Ivan Pavlović, Saša Maričić, Dragan Banjac, Snežana Radivojević,  
Branislav Mauković, Tanja Antić, Radoslava Savić Radovanović, Laslo Matković

**Pokrovitelj Simpozijuma:**

VETERINARSKA KOMORA SRBIJE

**Sponzori:**

AVENIJA MBNS1  
VISAN  
EKOSAN  
EKO SISTEM CO.  
VSI KRALJEVO  
PANAGRO N&G  
EKOZAŠTITA  
SANUS-M

**Izdavač:**

SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO, BEOGRAD

**Urednici:**

Prof. dr Ljiljana Janković  
Dr sci. vet. Vladimir Drašković

**Tehnički urednici:**

Dr sci. vet. Vladimir Drašković  
Spec. sanit. ekol. inž. Tamara Petrović

**Priprema teksta za štampu:** Gordana Lazarević

**Štampa:** Naučna KMD, Beograd, 2022.

**Tiraž:** 100

**ISBN-978-86-83115-46-4**

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.

## SADRŽAJ

### PREDAVANJA PO POZIVU

- ◆ **Jasna Stevanović:**  
Zašto je važno poresko oslobađanje za usluge dezinfekcije, dezinskcije i deratizacije, koje se pružaju kao veterinarska delatnost .....3
- ◆ **Radoslava Savić Radovanović:**  
Sanitacione mere u industriji mleka .....9
- ◆ **Vladimir Drašković, Milica Glišić, Radislava Teodorović, Milutin Đorđević, Katarina Nenadović, Ljiljana Janković:**  
Rezistencija glodara na antikoagulantne rodenticide .....20

### OKRUGLI STO

#### UKLANJANJE ANIMALNOG OTPADA U REPUBLICI SRBIJI - STANJE I PERSPEKTIVA

- ◆ **Ljiljana Janković, Milutin Đorđević, Radislava Teodorović, Vladimir Drašković, Katarina Nenadović, Renata Relić, Ivan Pavlović:**  
Neškodljivo uklanjanje životinjskih leševa i značaj izgradnje transfer stanica .....33
- ◆ **Milutin Đorđević, Ljiljana Janković, Zoran Kulišić, Radislava Teodorović, Marijana Vučinić, Katarina Nenadović, Vladimir Drašković, Branislav Pešić:**  
Mere za suzbijanje trihineloze životinja na teritoriji Republike Srbije .....41
- ◆ **Mirjana Bojanić Rašović:**  
Sistem i metode upravljanja nusproizvodima animalnog porijekla u Crnoj Gori .....61
- ◆ **Nada Plavša, Nikolina Novakov, Mira Majkić, Nikola Plavša, Ivan Pavlović:**  
Potencijalno zagađenje životne sredine animalnim otpadom .....72

### I TEMATSKO ZASEĐANJE

#### DEZINFEKCIJA

- ◆ **Mišo Kolarević, Miodrag Rajković, Milovan Stojanović:**  
Mere DDD u zaštiti od zaraznih bolesti .....81
- ◆ **Radislava Teodorović, Ljiljana Janković, Milutin Đorđević, Vladimir Drašković:**  
Povećani nusprodukti dezinfekcije kao rezultat pojačane dezinfekcije: .....88
- ◆ **Novica Stajković:**  
Koinfekcija infektivnih agenasa zoonoznog porekla .....93
- ◆ **Milena Krstić, Ana Bakračević, Jovan Mladenović, Srđan Lazić, Dolores Opačić:**  
Mere prevencije infekcije virusom SARS-CoV-2 .....103
- ◆ **Tanja Kovačević:**  
Sanitarno - higijenske mere u objektima pod sanitarnim nadzorom .....112
- ◆ **Marina Radojičić, Isidora Prošić, Jožef Ezved, Dejan Krnjaić:**  
Značaj sprovođenja dezinfekcije u zoo vrtovima – aspergiloza pingvina (*Spheniscus humboldti*) – prikaz slučaja .....119

## II TEMATSKO ZASEDANJE

### DEZINSEKCIJA

- ◆ **Maja Janković , Milica Rajković, Ivana Đurić Maslovara, Olivera Vukićević-Radić, Marko Popović:**  
Praćenje brojnosti krpelja i detekcija uzročnika lajmske bolesti, bakterije *B. burgdorferi* S.L u uzorcima izlovljenim na teritoriji grada Beograda tokom 2021. godine ..... 129
- ◆ **Vitomir Čupić, Saša Ivanović, Sunčica Borozan, Indira Mujezinović, Andreja Prevendar Crnić, Dejana Čupić Miladinović:**  
Primena pesticida, njihova klasifikacija i uticaj na životnu sredinu..... 135
- ◆ **Aleksandra Tasić, Ivan Pavlović, Tatjana Šolević Knudsen:**  
Rasprostranjenost ostataka organohlornih pesticida u hrani životinjskog porekla: ..... 149
- ◆ **Ana Bakračević, Milena Krstić, Jovan Mladenović, Srđan Lazić, Dolores Opačić:**  
Primena mera dezinfekcije i deratizacije tokom pandemije COVID-19 ..... 160
- ◆ **Vitomir Čupić Arturo Anadon, Saša Ivanović, Sunčica Borozan, Gordana Žugić, Indira Mujezinović, Andreja Prevendar Crnić, Romel Vele, Dejana Čupić Miladinović:**  
Primena piretroida u veterinarskoj medicini ..... 166
- ◆ **Vitomir Čupić, Saša Ivanović, Sunčica Borozan, Gordana Žugić, Indira Mujezinović, Andreja Prevendar Crnić, Romel Vele, Dejana Čupić Miladinović:**  
Mehanizam repelentnog delovanja piretroida ..... 180
- ◆ **Katarina Nenadović, Marijana Vučinić, Radislava Teodorović, Ljiljana Janković, Milutin Đorđević, Vladimir Drašković, Tamara Ilić:**  
Kontrola bubašvaba i njihov značaj za javno zdravlje ..... 190

## III TEMATSKO ZASEDANJE

### BIOSIGURNOSNE MERE

- ◆ **Štefan Pintarić, Stanka Vadnjal:**  
Biosigurnosne mere u peradarstvu: ..... 205
- ◆ **Ivan Pavlović, Ljiljana Janković, Slobodan Stanojević, Jovan Bojkovski, Nemanja Zdravković, Aleksandra Tasić, Dragica Vojinović:**  
Biosigurnosne mere u kontroli parazitskih infekcije svinja u farmskim objektima ..... 213
- ◆ **Renata Relić, Ljiljana Janković, Ivan Pavlović:**  
Biosigurnost i pašno držanje životinja ..... 220

## MEHANIZAM REPELENTNOG DELOVANJA PIRETROIDA

### MECHANISM OF PYRETHROID REPELLENT ACTION

**Vitomir Ćupić<sup>1\*</sup>, Saša Ivanović<sup>1</sup>, Sunčica Borozan<sup>1</sup>, Gordana Žugić<sup>2</sup>,  
Indira Mujezinović<sup>3</sup>, Andreja Prevendar Crnić<sup>4</sup>, Romel Velev<sup>5</sup>,  
Dejana Ćupić Miladinović<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dr sc. vet. med. Vitomir Ćupić, redovni profesor, član akademije vet. medicine; dr sc. vet. med. Saša Ivanović, vanredni profesor; dr sc. vet. med. Sunčica Borozan, redovni profesor; dr sc. vet. med. Dejana Ćupić Miladinović, asistent, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, R Srbija

<sup>2</sup>Dr Gordana Žugić, Agencija za lekove i medicinska sredstva, Beograd, R. Srbija

<sup>3</sup>Dr Indira Mujezinović, redovni profesor, Univerzitet u Sarajevu, Veterinarski fakultet, Bosna i Hercegovina

<sup>4</sup>Dr Andreja Prevendar Crnić, redovni profesor, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Republika Hrvatska

<sup>5</sup>Dr Romel Velev, redovni profesor, Univerzitet u Skoplju, Veterinarski fakultet, Severna Makedonija

#### **Kratak sadržaj**

*Piretrum je ekstrakt ili smeša prirodnih insekticida, poznatih pod imenom piretrini, koji se dobijaju ekstrakcijom iz cvetnih glavica jedne vrste hrizanteme (*Chrysanthemum cinerariifolium treviranus*). Piretroidi su sintetička jedinjenja, strukturni analozi prirodnih piretrina. Pored njihove insekticidne aktivnosti, poznato je da piretrini i piretroidi poseduju i repelentno delovanje. Međutim, molekularna osnova načina odbijanja insekata još uvek nije do kraja razjašnjena. Cilj ovog rada je upravo da se koliko-toliko razjasni mehanizam repelentnog delovanja piretruma i piretroida kod komaraca i drugih štetnih insekata koji napadaju poljoprivredne kulture.*

**Ključne reči:** *piretrum, piretrini, piretroidi, insekticidi, repelentno delovanje*

#### **Abstract**

*Pyrethrum is an extract or mixture of natural insecticides, known as pyrethrins, which are obtained by extraction from the flower heads of a species of chrysanthemum (*Chrysanthemum cinerariifolium treviranus*). Pyrethroids are synthetic compounds, structural analogues of natural pyrethrins. In addition to their insecticidal activity, pyrethrins and pyrethroids are known to have repellent effects. However, the molecular basis of insect repellent has not yet been fully elucidated. The aim of this paper is to clarify the mechanism of repellent action of pyrethrum and pyrethroids in mosquitoes and other harmful insects that attack agricultural crops.*

**Key words:** *pyrethrum, pyrethrins, pyrethroids, insecticides, repellent action*

---

\*e-mail kontakt osobe: vcupic@vet.bg.ac.rs

## UVOD

Piretrini su prirodna jedinjenja, koja se dobijaju ekstrakcijom iz cvetnih glavica jedne vrste hrizanteme (*Chrysanthemum cinerariaefolium treviranum*). U ovom ekstraktu ili *piretrumu* nalazi se šest jedinjenja sa insekticidnim delovanjem. To su: piretrin 1 i 2, cinerin 1 i 2, te jasmolin 1 i 2 (Anadon, 2009). U prirodnom obliku oni su moćni insekticidi, ali su nestabilni kada se izlože sunčevoj svetlosti, vazduhu i toploti (Enslei, 2007). Njihova upotreba u obliku sirovih ekstrakata datira još odavno. Postoje zapisi da su se kao takvi koristili još u Persiji, 400 godina pre nove ere (Enslei, 2007). Pored insekticidnog delovanja, ova jedinjenja poseduju i repelentno delovanje. U ove svrhe su se proteklih decenija (u cilju suzbijanja komaraca) koristili samostalno (u obliku osušanih ili zgnječanih cvetova), ili u obliku aerosola (sprej boce) ili u kombinaciji sa drugim repelentima, odnosno insekticidima, ili sinegistima, kao što je piperonil butoksid (Casida, 1980).

Piretroidi su sintetički analozi prirodnih piretrina sa poboljšanom stabilnošću i znatno jačom insekticidnom aktivnošću (Breckenridge i sar., 2009; Davies i sar., 2007; Enslei, 2007) Uz nekoliko izuzetaka, piretroidi su tipični estri hrizantemične kiseline (Soderlund, 2012). Prema strukturi i godini sinteze, odnosno uvođenju u praksu, piretroidi se dele na dva tipa (I i II). Prvi predstavnik piretroida tipa-I bio je aletrin (1949. godine), a potom su u praksu uvedeni i drugi, kao što su: fenotrin i permetrin (Anadon, 2009). Za ove insekticide je karakteristično da im osnovnu strukturu čini estar karboksil-ciklopropana. Insekticidna aktivnost navedenih piretroida dodatno je poboljšana dodavanjem cijano grupe i tako su dobijeni alfa-cijano piretroidi tipa-II, kao što su deltametrin, ciflutrin i  $\gamma$ -cihalotrin (Anadon, 2009).

Iako su počeli da se koriste prilično davno piretroidi se i dalje (zbog svoje efikasnosti i bezbednosti) veoma često koriste u praksi širom sveta, kako u javnoj higijeni i poljoprivredi, tako i u veterinarskoj i humanoj medicini protiv ektoparazita (Eliott i sar., 1978; Sugiura i sar., 2008; Denham i sar., 2015; Enaiati i Hemingvai, 2006; Stevenson i sar., 2011; Takken, 2002).

Pored već poznatog mehanizma insekticidnog delovanja, istraživanja su pokazala da piretroidi efikasnost ispoljavaju i svojom isparljivošću tj. parama. Po isparljivosti se posebno ističu neki piretroidi, a jedan od njih je transflutrin. Naime, utvrđeno je da ovaj insekticid (primenjen u subletalnim koncentracijama) izaziva promene u ponašanju komaraca (Ogoma i sar., 2014). Ispitivanja su pokazala da ovaj piretroid, kao i drugi koji se prenose vazduhom veoma efikasno deluju na prenosiocce malarije i to pre svega zahvaljujući insekticidnom delovanju, ali i (usled promene ponašanja) odbijajućem efektu i inhibiciji hranjenja komaraca krvlju. Zapaženo je da se kod komaraca, koji su uhvaćeni u eksperimentalnim posudama nije mogla utvrditi krv, tj. da se nisu hranili niti polagali jaja. Navedeni rezultati su kasnije potvrđeni i u drugim studijama gde se transflutrin koristio kao repelent za sprečavanje ujeda komaraca na otvo-



renom (Govella i sar., 2015; Ogoma i sar., 2014, 2017; Ogoma, Ngoniani, i sar., 2012; Ogoma i sar., 2012).

### **Mehanizam delovanja**

Piretroidi svoje toksično delovanje na parazite i sisare primarno ostvaruju delovanjem na voltažno-osetljive natrijumske kanale u membranama nervnih ćelija, koji se potom aktiviraju (otvaraju) i dozvoljavaju natrijumovim jonima da uđu u ćeliju, izazivajući tako depolarizaciju i stvaranje akcionog potencijala. Osim toga, ova jedinjenja takođe deluju na hloridne i kalcijumske kanale (Lund i Narashashi, 1982) i postoji izraženo stereospecifično delovanje na natrijum-ske kanale pri čemu su neki izomeri toksičniji od drugih. Utvrđeno je da su cis izomeri obično toksičniji od trans izomera (Narahashi, 1986). Piretroidi tipa I izazivaju ponavljajuća pražnjenja, dok piretroidi tipa II izazivaju depolarizaciju membrane praćenu supresijom ćelijske ekscitabilnosti (Narahashi, 1986).

Generalno, piretroidi tipa-II odlažu inaktivaciju osetljivih voltažnih-natrijumskih kanala znatno duže od jedinjenja tipa-I.

U relativno visokim koncentracijama, piretroidi takođe mogu delovati na gama-aminobuternu kiselinu (GABA)-zavisne hloridne kanale (Bloomkuist i sar., 1986), što može doprineti nastajanju toničkih napada, koji se javljaju kod teškog trovanja uzrokovanog piretroidima tipa-II. Nekoliko izveštaja potvrdilo je ulogu GABA-A receptor-jonofornog kompleksa, kao mehanizma toksičnog delovanja piretroida tipa-II (Crofton i Reiter, 1987; Lavrence i Casida, 1983).

### **Rezistencija na piretroide**

Iako piretroidi ostaju pouzdani u kontroli insekata zbog svoje niske toksičnosti za sisare, treba reći da na njihovo delovanje na insekte utiče i razvoj rezistencije. Neki od mehanizama preko kojih insekti razvijaju otpornost na piretroide uključuju povećanu metaboličku detoksikaciju, smanjenu osetljivost ciljnog mesta (natrijumovih kanala) na piretroide, te smanjenu penetraciju ili povećanu sekvestraciju insekticida (Kasai i sar., 2014; Liu, 2012; Nardini i sar., 2012; Ranson i sar., 2011; Toe i sar., 2014). Na osnovu rezultata većine radova u svetu, smatra se da postoje dva najčešća mehanizma razvoja rezistencije na piretroide. Jedan se odnosi na pojačanu metaboličku detoksikaciju (uglavnom posredovanu preko citohroma P-450) i drugi način se odnosi na otpornost vezanu za „Knock-down“ efekat piretroida, koji nastaje zbog mutacija u natrijumovim kanalima (Ffrench-Constant i sar., 2004; Liu i sar., 2015; Matovo i sar., 2014; Dong i sar., 2014).

### **Aparat za miris kod insekata i repelentni efekat piretroida**

Mnoge bolesti, koje izazivaju veliki broj smrtnih slučajeva kod ljudi, danas u svetu (kao što je malarija) prenose se preko insekata. Jedna od najefikasnijih mera za smanjenje prenošenja bolesti je svakako smanjenje kontakata ljudi i

životinja sa vektorima bolesti. Repelenti se koriste najčešće u obliku losiona, sapuna ili aerosola (spreja). U ovu svrhu piretrini su počeli da se koriste još odavno, a od 1902. godine, kada su uključeni kao glavni (ključni) sastojak u komercijalnim preparatima protiv komaraca (Debboun and Strickman 2007). Međutim, mehanizam odbijanja piretrina, odnosno piretroida dugo vremena bio je nepoznat.

Insekti uključujući muve i komarce osećaju miris, zahvaljujući receptorima, koji se nalaze na olfaktornim neuronima (ON) (Vosshal i Stocker, 2007; Leal, 2013). Navedeni neuroni i njihovi receptori se nalaze u mirisnoj senzili na antenama i maksilarnim palpama. Mirisi se vezuju za specifične mirisne receptore. Pored glavnog receptora, postoji ko-receptor, koji ne vezuje mirise sam po sebi, ali je zajedno sa pravim receptorom neophodan za ispravnu funkciju ovog olfaktornog kompleksa (Larsson i sar., 2004). Drugi su pak pokazali efekat mirisa tela koji utiče na let i sletanje komaraca (Webster i sar., 2015). Postoje podaci o ispitivanjima u kojima je utvrđeno da miris ljudskog ili životinjskog tela ili pak ugljen-dioksida itekako može da utiče na kretanje, tj. let komaraca (Dekker i Carde, 2011). Da je ponašanje, a time i kretanje (let) insekata posredovano mirisom (i olfaktornim receptorima smeštenim uglavnom na antenama i maksilarnoj palpi) potvrđeno je od brojnih autora (Takken i sar., 2001; Zwiebel i Takken, 2004; Wang i sar., 2010, Takken i Verhulst, 2011; Zwiebel i Takken, 2004).

Olfaktorna senzila može otkriti veoma niske koncentracije hemikalija koje se prenose vazduhom. Decenijama je poznato da dietiltoluamid i drugi prirodni repelenti protiv insekata izazivaju promene u ponašanju komaraca upravo kroz ili preko olfaktornog aparata (Logan i sar., 2010a; Masetti i Maini, 2006; McMahon i sar., 2003; Syed i Leal, 2009).

Tradicionalno, većina studija o piretroidima se fokusirala na kontaktnu toksičnost, a ne na sposobnost insekata da mogu otkriti i reagovati na veoma niske koncentracije ovih sredstava, koje mogu izazvati promene u ponašanju njihovog domaćina. Detalji o stvarnim mehanizmima koji leže u osnovi izazvanih promena u ponašanju nakon izlaganja subletalnim koncentracijama piretroida još uvek nisu dovoljno jasni. U literaturi postoje podaci o modifikaciji ponašanja insekata i neurotoksičnim efektima subletalnih koncentracija piretroida (Haynes, 1988). Između ostalog, navodi se da permetrin i drugi insekticidi utiču na ponašanje mužjaka u pronalaženju ženki. Naglašene su varijacije u delovanju insekticida na ponašanje jedinki pri lociranju partnera. Jedna studija je razjasnila uticaj plastičnog cilindra impregniranog metoflutrinom sa sporim oslobađanjem na komarce u zatvorenom prostoru. Utvrđeno je da preko 6 nedelja traje aktivnost piretroida tj. da je u navedenom periodu zapaženo značajno smanjenje broja i aktivnosti komaraca (Kavada i sar., 2006). S druge strane bilo je i takvih studija, koje su pokazale da su neki komarci (usled mutacija) bili neosetljivi na repelentne efekte transflutrina (Wagman i sar., 2015). Pojedini autori su spekulirali da je ponašanje komaraca nakon repelentnog delovanja transflutrina posredovano neuroekscitacijom, koja je uticala na lokomotorno ponašanje komaraca.

U pokušaju da se definiše repelent, kada su u pitanju piretroidi, došlo je do podele u mišljenju pojedinih autora. Na osnovu određenog broja studija, neki autori smatraju da se pod terminom repelent može svrstati i obaranje, odnosno padanje insekata, njihova smrtnost i odvrćanje od životinja i ljudi (Adu-Acheampong i sar., 2014, Ogoma i sar., 2012). S druge strane (na osnovu drugih studija), neki autori naglašavaju da repelenti ne bi trebalo da izazivaju smrtnost insekata, već da samo smanje kontakt insekata sa domaćinom i da utiču na ponašanje insekata, nakon primene u vrlo niskim koncentracijama (Maia i sar., 2013).

Repelentnost je od strane nekih autora definisana na osnovu lokomotornog ponašanja insekata; tj. kada se insekt kreće dalje od izvora stimulusa (Debboun i sar., 2006). Drugi su definisali repelentnost u zavisnosti od toga da li se efekti ponašanja primećuju nakon tarzalnog kontakta, čiji je rezultat ponašanje koje dovodi do odbijanja „tzv. kontaktna repelentnost“ ili nastaje ponašanje koje se primećuje kada insekt ne uspostavi tarzalni kontakt sa izvorom stimulusa, a ipak postoji efekat odbijanja i to se naziva „prostorna repelentnost“ (Achee i sar., 2009; Debboun i sar., 2006; Dufour i sar., 2009; Sathantriphop i sar., 2014). Pojmove prostorna repelentnost i/ili kontaktna repelentnost je još uvek teško definisati kao termine ponašanja.

U skladu sa napred navedenim, pojedini autori su u odnosu na lokomotorne odgovore koje izazivaju piretroidi kod insekata, ažurirali termine (Miller i sar., 2009), te su naglasili da se termin „repelent“ definiše kao hemikalija, koja izaziva određene promene u kretanju kod insekata tj. da insekt pravi pokrete koji ga udaljavaju od izvora nadražaja, dok se neko „privlačno sredstvo ili atraktant“ definiše kao hemikalija, koja privlači, odnosno izaziva usmereno kretanje insekata ka izvoru stimulusa. Autori (Miller i sar., 2009) su dalje naglasili, da ove hemikalije, koje su označene kao atraktanti ili repelenti treba da deluju pre svega mirisom. Osim toga, neki autori smatraju da bi se repelent mogao definisati kao hemikalija, koja izaziva odbijajući efekat bez prethodnog kontakta.

Na osnovu svega rečenog, može se pretpostaviti da su receptori na olfaktornim neuronima uključeni u mehanizme repelentnog delovanja piretrina i piretroida kod komaraca i drugih poljoprivrednih štetočina. Bilo je različitih mišljenja o načinima testiranja ovakve hipoteze, a oni uključuju pre svega modifikovane testove u kavezu (Boyle i sar., 2016; Kain i sar., 2013; Logan i sar., 2010; Masetti i Maini, 2006; Sied i Leal, 2009). Da bi se testiralo učešće olfaktornih receptora, u jednom ogledu su korišćeni mutantni komarci. Pored testa u kavezu, drugi testovi ponašanja koji se koriste za testiranje hipoteze uključuju T-lavirint, testove dva izbora i testove preferencije hranjenja. U svim ogledima je ispitivano repelentno delovanje piretruma i piretroida (transflutrina i permetrina) kod različitih sojeva komaraca *Aedes* i *Anopheles*.

Na osnovu rezultata većine studija u mehanizmu repelentnog delovanja piretrina i piretroida svakako učestvuju olfaktorni receptori (Degennaro i sar., 2013). Međutim, moglo bi se reći da su repelentni efekti piretruma posledica i

neurotoksičnih efekata, te delovanja piretruma na natrijumove kanale. Potencijalni sinergistički efekti između navedenih mehanizma vredni su daljeg istraživanja u budućim studijama i trebalo bi da budu od koristi u razvoju novih strategija u kontroli komaraca, što će pomoći u smanjenju rizika od prenošenja bolesti. Kao potvrda za sve navedeno, odnosno da u svemu ovome učestvuju natrijumovi kanali jesu i dobijeni rezultati brojnih studija iz kojih se vidi da je smanjena repelentnost piretruma kod komaraca, koji su otporni na piretroide. U svakom slučaju, potencijalni sinergistički efekti između ova dva mehanizma vredni su daljeg istraživanja u budućim studijama i trebalo bi da budu od koristi u (kao što je već rečeno) u razvoju novih strategija u kontroli komaraca, što će pomoći u smanjenju rizika od prenošenja bolesti (Bandason, 2018).

## ZAKLJUČCI

Na osnovu svega iznetog može se zaključiti da:

Piretrini i piretroidi svoju aktivnost na insekte ostvaruju delovanjem na voltažno-zavisne natrijumske kanale, koji su kritični za električnu signalizaciju u nervnom sistemu, tako što produžavaju otvaranje natrijumskih kanala što doводи do prekomerne ekscitacije centralnog nervnog sistema insekata.

Takođe, piretrini i piretroidi poseduju i značajan repelentni efekat, koji je zasnovan na mirisu, ali i aktivaciji natrijumskih kanala.

Utvrđeno je da piretrini i piretroidi aktiviraju receptore na olfaktornim neuronima u antenama komaraca i usled toga izazivaju repelentni efekat kod istih.

## Zahvalnica:

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Projekat br. III 46009.

## LITERATURA

1. Achee NL, Sardelis MR, Dusfour I, Kamlesh R, & Grieco JP. Characterization of Spatial Repellent, Contact Irritant, and Toxicant Chemical Actions of Standard Vector Control Compounds. *Journal of American Mosquito Control Association*, 2009; 25(2), 156–167
2. Adu-Acheampong S, Kyerematen R, Dadzie S, Appawu M, Boakye D, & Williams J. (2014). Bio-efficacy, user perception and acceptability of pyrethroid based mosquito coils in controlling *Anopheles gambiae* s.l., in some parts of Accra, Ghana. *Medical Entomology and Zoology*, 2014; 65(3), 139–145.
3. Anadón A, Martínez-Larrañaga MR, & Martínez MA. Use and abuse of pyrethrins and synthetic pyrethroids in veterinary medicine. *Veterinary Journal*, 2009; 182, 7–20.
4. Bandason E. Mechanisms of pyrethrum and pyrethroid repellency. Dissertation. Michigan State University in partial fulfilment of the requirements for the degree of Entomology-Doctor of Philosophy, 2018

5. Boyle SM, Guda T, Pham CK, Tharadra SK, Dahanukar A, & Ray A. Natural DEET substitutes that are strong olfactory repellents of mosquitoes and flies. *BioRxiv*, 2016; 060178. <https://doi.org/10.1101/060178>
6. Breckenridge CB, Holden L, Sturgess N, Weiner M, Sheets L, Sargent D, Ray D. (2009). Evidence for a separate mechanism of toxicity for the Type I and the Type II pyrethroid insecticides. *NeuroToxicology*, 2009; 30.
7. Bloomquist JR, Adams PM, Soderlund DM, Inhibition of gamma-aminobutyric acid-stimulated chloride flux in mouse brain vesicles by polychloroalkane and pyrethroid insecticides. *Neurotoxicology*. 1986; 7, 11–20.
8. Casida JE. Pyrethrum flowers and pyrethroid insecticides. *Environmental Health Perspectives*, 1980; vol. 34(February), 189–202.
9. Crofton KM, Reiter LW. 1987. Pyrethroid insecticides and the gamma-aminobutyric acid receptor complex: motor activity and the acoustic startle response in the rat. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 243, 946–954.
10. Davies TGE, Field LM, Usherwood PNR, & Williamson MS. DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life*, 2007, 59(3), 151–162.
11. Debboun M, Frances SP, & Strickman D. *Insect repellents: Principles, Methods, and Uses*, 2006; 466–472.
12. Degennaro M, McBride CS, Seeholzer L, Nakagawa T, Dennis EJ, Goldman C, Vosshall LB. (2013). Orco mutant mosquitoes lose strong preference for humans and are not repelled by volatile DEET. *Nature*, 498(7455), 487–491.
13. Dekker T, & Carde RT. Moment-to-moment flight manoeuvres of the female yellow fever mosquito (*Aedes aegypti* L.) in response to plumes of carbon dioxide and human skin odour. *Journal of Experimental Biology*, 2011; 214(20), 3480–3494.
14. Denham S, Eisen L, Beaty M, Beaty BJ, Black WC, Saavedra-rodriguez K, W. C. B. Two Novel Bioassays to Assess the Effects of Pyrethroid-Treated Netting on Knockdown-Susceptible Versus Resistant Strains of *Aedes aegypti*, 2015; 31(1), 52–62.
15. Dong K, Yuzhe Du, Rinkevich F, Peng Xu, Wang L, Silver K, Zhorov BS. Molecular biology of insect sodium channels and pyrethroid resistance. *Insect Biochem Mol Biol*. 2014; Jul;50:1-17.
16. Dusfour I, Achee NL, Roberts DR, & Grieco JP. (2009). Contact irritancy and spatial repellency behaviors in *Anopheles albimanus* Wiedemann (Diptera: Culicidae) collected in Orange Walk, Belize, C.A. *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, 2009; 34(2), 232–237.
17. Elliott M, Farnham AW, Janes NF, Soderlund DM. Insecticidal activity of the pyrethrins and related compounds Part XI. Relative potencies of isomeric cyano-substituted 3-phenoxybenzyl esters. *Pesticide Science*. 1978; 9, 112–116.12
18. Enayati AA. & Hemingway J. Pyrethroid insecticide resistance and treated bednets efficacy in malaria control. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2006; 84, 116–126.
19. Ensley S. Pyrethrins and pyrethroids. *Veterinary Toxicology*, 2007; 494–498.
20. Ffrench-Constant RH, Daborn PJ, & Le Goff G. The genetics and genomics of insecticide resistance. *Trends in Genetics*, 2004; 20(3), 163–170.
21. Govella NJ, Ogoma SB, Paliga J, Chaki PP. & Killeen G. Impregnating hessian strips with the volatile pyrethroid transfluthrin prevents outdoor exposure to vectors of malaria and lymphatic filariasis in urban Dar es Salaam, Tanzania. *Parasites & Vectors*, 2015; 8–12.

22. Haynes KF. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Annual Review of Entomology*, 1988; 33, 149–168.
23. Kain P, Boyle SM, Tharadra SK, Guda T, Pham C, Dahanukar A, & Ray A. Odour receptors and neurons for DEET and new insect repellents. *Nature*, 2013;502(7472), 507–12.
24. Logan JG, Stanczyk NM, Hassanali A, Kemei J, Santana AEG, Ribeiro K. a L, Mordue Luntz, a J. (2010). Arm-in-cage testing of natural human-derived mosquito repellents. *Malaria Journal*, 2010;9, 239.
25. Lund AE, Narashashi T. Dose-dependent interaction of the pyrethroid isomers with sodium channels of squid axon membranes. *Neurotoxicology*. 1982; 3, 11–24.
26. Kasai S, Komagata O, Itokawa K, Shono T, Ng LC, Kobayashi M, & Tomita T. Mechanisms of Pyrethroid Resistance in the Dengue Mosquito Vector, *Aedes aegypti*: Target Site Insensitivity, Penetration, and Metabolism. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2014; 8(6).
27. Kawada H, Iwasaki T, Luu LL, Tran KT, Mai NTN, Shono Y, Takagi M. Field evaluation of spatial repellency of metofluthrin-impregnated latticework plastic strips against *Aedes aegypti* (L.) and analysis of environmental factors affecting its efficacy in My Tho City, Tien Giang, Vietnam. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2006; 75(6), 1153–1157.
28. Lawrence LJ, Casida JE. Stereospecific action of pyrethroid insecticides on the gamma-aminobutyric acid receptor-ionophore complex. *Science*. 1983; 221, 1399–1401.
29. Liu N. Pyrethroid resistance in insects: genes, mechanisms, and regulation. *Insecticides - Advances in Integrated Pest Management*, (2), 457–468. Retrieved from [http://cdn.intechopen.com/pdfs/25686/InTech-pyrethroid\\_resistance\\_in\\_insects\\_genes\\_mechanisms\\_and\\_regulation](http://cdn.intechopen.com/pdfs/25686/InTech-pyrethroid_resistance_in_insects_genes_mechanisms_and_regulation). 2012; pdf%5Cpapers3://publication/uuid/18B0E24C-921C-4981-9C84-2D746310DC9A
30. Leal WS. Odorant reception in insects: roles of receptors, binding proteins, and degrading enzymes. *Annual review of entomology*, 2013; 58, pp.373-391.
31. Liu Y, Wu H, Xie Q, & Bu W. Novel Detection of insecticide resistance related p450 genes and transcriptome analysis of the hemimetabolous pest *erthesina fullo* (Thunberg) (Hemiptera: Heteroptera). *PLoS ONE*, 2015; 10(5), 1–13.
32. Logan JG, Stanczyk NM, Hassanali A, Kemei J, Santana AEG, Ribeiro K. Mordue Luntz, J. (Arm-in-cage testing of natural human-derived mosquito repellents. *Malaria Journal*, 2010; 9, 239. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-9-239>
33. Maia MF, Onyango SP, Thele M, Simfukwe ET, Turner EL, & Moore SJ. (2013). Do topical repellents divert mosquitoes within a community? - Health equity implications of topical repellents as a mosquito bite prevention tool. *PLoS ONE*, 2013; 8(12), 1–7.
34. Masetti A. & Maini S. Arm in cage tests to compare skin repellents against bites of *Aedes albopictus*. *Bulletin of Insectology*, 2006; 59(2), 157–160.
35. Matowo J, Jones CM, Kabula B, Ranson H, Steen K, Masha F, Weetman D. Genetic basis of pyrethroid resistance in a population of *Anopheles arabiensis*, the primary malaria vector in Lower Moshi, north-eastern Tanzania. *Parasites & Vectors*, 2014; 7(1), 274.
36. McMahon C, Kröber T, & Guerin PM. In vitro assays for repellents and deterrents for ticks: Differing effects of products when tested with attractant or arrestment stimuli. *Medical and Veterinary Entomology*, 2003;17, 370–378.
37. Miller et al.,(2009) reinforced the assessment by Diether and coinvestigators, that these chemicals designated as attractants or repellents should act as odors.

In the context of our study, we refer a repellent to a chemical that is causing a noncontact disengagement.

38. Narahashi T. Toxins That Modulate the Sodium Channel Gating Mechanism. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1986; 479(1), 133–151.
39. Nardini L, Christian RN, Coetzer N, Ranson H, Coetzee M, & Koekemoer LL. Detoxification enzymes associated with insecticide resistance in laboratory strains of *Anopheles arabiensis* of different geographic origin. *Parasites & Vectors*, 2012; 5(1), 113.
40. Ogoma SB, Lorenz LM, Ngonyani H, Sangusangu R, Kitumbukile M, Kilalangongono M, Moore SJ. An experimental hut study to quantify the effect of DDT and airborne pyrethroids on entomological parameters of malaria transmission. *Malaria Journal*, 2014; 13(1), 131.
41. Ogoma SB, Mmando AS, Swai JK, Horstmann S, Malone D, & Killeen GF. Research article: A low technology emanator treated with the volatile pyrethroid transfluthrin confers long term protection against outdoor biting vectors of lymphatic filariasis, arboviruses and malaria. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 2017; 11(4)
42. Ogoma SB, Moore SJ, & Maia MF. A systematic review of mosquito coils and passive emanators: defining recommendations for spatial repellency testing methodologies. *Parasites & Vectors*, 2012; 5(1), 287.
43. Ogoma SB, Ngonyani H, Simfukwe ET, Mseka A, Moore J, & Killeen GF. Spatial repellency of transfluthrin-treated hessian strips against laboratory-reared *Anopheles arabiensis* mosquitoes in a semi-field tunnel cage, 2012; 1–5.
44. Ranson H, N'guessan R, Lines J, Moiroux N, Nkuni Z, & Corbel V. Pyrethroid resistance in African anopheline mosquitoes: what are the implications for malaria control? *Trends in Parasitology*, 2011; 27(2), 91–8.
45. Sathantriphop S, Thanispong K, Achee NL, & Bangs MJ. (2014). Comparative Behavioral Responses of Pyrethroid-Susceptible and -Resistant *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) Populations to citronella and Eucalyptus Oils. *J.Med.Entomol.*, 2014; 51(6), 1182–1191.
46. Soderlund DM. Molecular mechanisms of pyrethroid insecticide neurotoxicity: recent advances. *Arch Toxicol* 2012 Feb; 86(2):165-81.
47. Stevenson BJ, Bibby J, Pignatelli P, Muangnoicharoen S, O'Neill PM, Lian LY, Paine MJ. Cytochrome P450 6M2 from the malaria vector *Anopheles gambiae* metabolizes pyrethroids: Sequential metabolism of deltamethrin revealed. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 2011; 41(7), 492–502.
48. Sugiura M, Horibe Y, Kawada H & Takagi M. Insect spiracle as the main penetration route of pyrethroids. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2008; 91, 135–140.
49. Syed Z, & Leal WS. (2009). Acute Olfactory response of *Culex* mosquitoes to a human- and bird-derived attractant. *Www.Pnas.Org/Cgi/Doi/10.1073/pnas.0906932106*.
50. Takken W. Do insecticide treated bednets have an effect on malaria vectors? *Tropical Medicine & International Health*. 2002; 7(12), 1022–1030.
51. Takken W, & Verhulst NO. Host Preferences of Blood-Feeding Mosquitoes. *Annual Review of Entomology*, 2011; 58(1), 120928130709004.
52. Toé KH, Jones CM, N'Fale S, Ismail HM, Dabiré RK, & Ranson H. (2014). Increased pyrethroid resistance in malaria vectors and decreased bed net effectiveness, Burkina Faso. *Emerging Infectious Diseases*, 2014; 20(10), 1691–6.
53. Vosshall LB, Stocker RF. Molecular architecture of smell and taste in *Drosophila*. *Review Annu rev Neurosci*. 2007; 30: 505-33

54. Wagman JM, Achee NL, & Grieco JP. (2015). Insensitivity to the Spatial Repellent Action of Transfluthrin in *Aedes aegypti*: A Heritable Trait Associated with Decreased Insecticide Susceptibility. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 2015; 9(4), e0003726.
55. Wang G, Carey AF, Carlson JR, & Zwiebel LJ. Molecular basis of odor coding in the malaria vector mosquito *Anopheles gambiae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2010; 107(9), 4418–23.
56. Webster B, Lacey ES, & Cardé RT. Waiting with Bated Breath: Opportunistic Orientation to Human Odor in the Malaria Mosquito, *Anopheles gambiae*, is Modulated by Minute Changes in Carbon Dioxide Concentration. *Journal of Chemical Ecology*, 2015; 41(1), 59–66.
57. Zwiebel LJ, & Takken W. Olfactory regulation of mosquito-host interactions. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 2004; 34, 645–652.



CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

614.44/.48(082)

САВЕТОВАЊЕ Дезинфекција, дезинсекција и дератизација (33 ; 2022 ; Бајина Башта)

Jedan svet jedno zdravlje : zbornik radova / 33. Savetovanje  
Dezinfekcija, dezinfekcija i deratizacija, Bajina Bašta, 26 % 29. maja  
2022. godine ; [organizatori] Srpsko veterinarsko društvo, Sekcija za DDD  
[i] Fakultet veterinarske medicine, Beograd, Katedra za zoohigijenu ;  
[urednici Ljiljana Janković, Vladimir Drašković]. - Beograd : Srpsko  
veterinarsko društvo, 2022 (Beograd : Naučna KMD). - II, 226 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-83115-46-4

1. Српско ветеринарско друштво (Београд). Секција за дезинфекцију,  
дезинсекцију и дератизацију 2. Факултет ветеринарске медицине (Београд).  
Катедра за зоохигијену

a) Дезинфекција - Зборници b) Дезинсекција - Зборници c) Дератизација  
- Зборници

COBISS.SR-ID 66732041