

**KARVAKROL KAO EKOLOŠKI INSEKTICID I AKARICID OD
ZNAČAJA ZA HUMANU I VETERINARSKU MEDICINU***
*CARVACROL IMPORTANCE IN VETERINARY AND HUMAN MEDICINE
AS ECOLOGIC INSECTICIDE AND ACARICIDE*

Marijana Vučinić, Jelena Nedeljković-Trailović, S. Trailović, S. Ivanović,
Mirjana Milovanović, D. Krnjaić**

Karvakrol je aktivni sastojak esencijalnih ulja različitih biljnih vrsta, a uglavnom vranilove trave i timijana. Ima biocidno dejstvo u odnosu na mnoge artropode od značaja za veterinarsku i humanu medicinu. Karvakrol deluje kao repelent, larvicid, insekticid i akaricid. Ispoljava toksičnost u odnosu na štetne artropode koje predstavljaju mehaničke ili biološke vektore za mnoge uzročnike virusnih, bakterijskih ili parazit-skih bolesti životinja i ljudi. Zato je moguće da se koristi, ne samo u kontroli štetnih artropoda već i u kontroli bolesti koje prenose insekti i akarine. U radu je opisana biološka aktivnost karvakrola u odnosu na komarce, kućne muve, bubašvabe, krpelje i grinje. Takođe su opisani i verovatni načini delovanja karvakrola na insekte i akarine. Karvakrol ostvaruje svoje insekticidno i akaricidno delovanje ili sam ili u kombinaciji sa drugim sastojcima esencijalnog ulja u kojem se i sam nalazi, kao što su na primer timol, cimen i drugi sastojci. U radu su objašnjeni i osnovni razlozi učestalih istraživanja esencijalnih ulja i drugih prirodnih proizvoda biljnog porekla na biotoksičnost u odnosu na štetočine uskladištene hrane, štetočine od zdravstvenog značaja kao i potrebe za njihovu primenu u poljoprivredi, veterinarskoj i humanoj medicini.

Ključne reči: karvakrol, insekticid, akaricid

Uvod / Introduction

Veliki broj insekata i krpelja predstavlja rizik za javno zdravlje i zdravlje domaćih i divljih životinja, jer su ili biološki ili mehanički vektori velikog broja za-

* Rad primljen za štampu 25. 09. 2011. godine

** Dr sci med. vet. Marijana Vučinić, redovni profesor, dr sci med. vet. Jelena Nedeljković-Trailović, docent, dr sci med. vet. Saša Trailović, vanredni profesor, mr sci med. vet. Saša Ivanović, asistent, dr sci med. vet. Mirjana Milovanović, docent, dr sci med. vet. Dejan Krnjaić, vanredni profesor, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu

raznih bolesti, među njima i zoonoza. Među najznačajnije mere zaštite od ovih bolesti ubrajaju se kontrola reprodukcije i veličine populacije insekata i akarina u svim razvojnim stadijumima i zaštita od uboda insekata i akarina. Ovo znači da se u kontroli reprodukcije i veličine njihove populacije koriste i larvicidi i adulticidi, dok se za ličnu zaštitu od uboda koriste repelenti. Međutim, česta primena hemijskih, odnosno sintetičkih insekticida i akaricida za posledicu je imala pojavu rezistencije insekata i akarina, kontaminaciju i destabilizaciju ekosistema, kontaminaciju hrane i trovanja kod ljudi, domaćih i divljih životinja i neciljnih, poljoprivredno korisnih insekata. Sve ovo je ukazivalo na potrebu pronalaženja novih insekticida i akaricida, čija bi primena bila pouzdana u pogledu zaštite životne sredine i bezbednosti namirnica, koji bi bili degradabilni i koji bi u pogledu delovanja na insekte i akarine bili ciljno-specifični. Zato je poslednjih godina ispoljeno veliko interesovanje u oblasti istraživanja biljnih ekstrakta i fitohemikalija, kao potencijalnih sredstava sa insekticidnim i akaricidnim delovanjem.

U ovom pravcu, posebna pažnja posvećena je ispitivanju esencijalnih ulja. Esencijalna ulja su prirodne isparljive supstance koje se nalaze u mnogim biljkama. Komercijalno su našla primenu u četiri najznačajnije delatnosti, a to su farmaceutska, kozmetička, prehrambena industrija i zaštita ekosistema, ljudi, životinja i hrane a posebno uskladištene hrane od insekata i akarina. Interesovanje za ispitivanje insekticidne efikasnosti esencijalnih ulja ne jenjava. Zaštita bilja predstavlja samo jednu od delatnosti u kojoj su esencijalna ulja našla široku primenu, a posebno u organskim sistemima biljne proizvodnje kako ratarskih tako i ukrasnih vrsta biljaka u poljoprivrednim, ali i u urbanim područjima. Razloga je više. Prvo, u periodu žetve i berbe zabranjena je upotreba sintetskih insekticida. Drugo, javnost smatra da su prirodna sredstva za zaštitu bilja bolja. Treće, biljni insekticidi su sigurniji i bezbedniji i četvrto, biljni insekticidi su kompleksna jedinjenja ili kompleksne mešavine u odnosu na koje se rezistencija insekata i bihejvioralna desenzitizacija razvijaju sporije. To znači da se osnovni problemi, koje je stvorila upotreba sintetskih insekticida, kao što su kontaminacija životne sredine, rezidue u hrani i rezistencija insekata na sintetske insekticide, mogu izbeći upravo upotrebom botaničkih insekticida (Pavela, 2008). U botaničke insekticide spadaju i esencijalna ulja. Ništa manji nije interes za ispitivanje esencijalnih ulja i njihovih aktivnih principa u humanoj i veterinarskoj medicini i stočarstvu. Primarni interes usmeren je na ispitivanje biocidnog delovanja esencijalnih ulja u odnosu na insekte i grinje koji su vektori uzročnika mnogih infektivnih bolesti i zoonoza (Isman, 2000).

Cilj ovog rada je da prikaže značaj insekticidnog i akaricidnog dejstva karvakrola za humanu i veterinarsku medicinu.

Karvakrol / Carvacrol

Karvakrol ili cimofenol (C₁₀H₁₄O) je monoterpenski fenol (5-izopropil-2-metilfenol) zastupljen u mnogim esencijalnim uljima. Najviše je zastupljen u esencijalnim uljima vranilove trave i timijana, u kojima predstavlja i njihovu biološki

najaktivniju komponentu. Posедуje baktericidni, fungicidni i virucidni potencijal. Deluje antitumorski, antimutageno, antigenotoksično, analgetički, antispazmolitički, antiinflamatorno, angiogeno, antiparazitski, antitrombocitno, antielastazno, antihepatotoksično, hepatoprotektivno i inhibiše acetilholinesterazu (Baser, 2008; Bakkali i sar., 2008). Deluje biotoksično i na artropode, i ovo delovanje može da se sagleda kroz njegove ovicidne, repelentne, larvicidne i adulticidne efekte.

Repelentno dejstvo karvakrola / Repellent activity of carvacrol

Ustanovljeno je da karvakrol poseduje repelentno dejstvo u odnosu na insekte i akarine, značajno za zdravlje ljudi i životinja. Ispitivanja repelentnog dejstva pokazala su da karvakrol, sam ili u kombinaciji sa drugim aktivnim sastojcima esencijalnih ulja, deluje odbojno na insekte ili akarine. Tako, esencijalno ulje timijana (*Thymus vulgaris*), bogato sadržajem timola, p-cimena, karvakrola, linalola i α -terpinena, ispoljava repelentnu aktivnost u odnosu na adultne oblike komarca vrste *Culex pipiens pallens* (Choi i sar. 2002; Park i sar., 2005). Za esencijalno ulje žutog kedra sa Aljaske (*Chamaecyparis nootkatensis*), koje je takođe bogato sadržajem karvakrola, dokazano je repelentno delovanje na krpelja vrste *Ixodes scapularis*, vektora uzročnika lajmske bolesti, babezioze, anaplazmoze i dr. (Dietrich i sar., 2006). Repelentna aktivnost karvakrola i timola dokazana je u odnosu i na insekta vrste *Triatoma infestans*. Ovo je vektor za protozou *Trypanosoma cruzi*, koja je uzročnik bolesti čagas, odnosno američke tripanozomoze. Aktivne komponente sa repelentnim delovanjem, timol i karvakrol, koje deluju na navedenog uzročnika američke tripanozomoze, izolovane su iz lekovitog bilja sa centralnih Anda Argentine (Lima i sar., 2011). Karvakrol repelentno deluje i na bubašvabe vrste *Blattella germanica* (Phillips, 2009) i *Periplaneta americana* kao i na kućnu muvu, *Musca domestica* (Tong i Coats, 2010).

Insekticidna i akaricidna aktivnost karvakrola / Carvacrol insecticidal and acaricidal activity

Panella i sar. (2005) su iz esencijalnog ulja žutog kedra sa Aljaske (*Chamaecyparis nootkatensis*) izolovali 15 prirodnih proizvoda i ispitivali su njihov uticaj na krpelja vrste *Ixodes scapularis*, buvu vrste *Xenopsylla cheopis* i adultne oblike komarca vrste *Aedes aegypti*. Pet jedinjenja iz esencijalnog ulja žutog kedra identifikovali su kao monoterpene. Među njima je karvakrol bio jedini monotergen koji je ispoljio biocidnu aktivnost u odnosu na krpelje, buve i komarce, čime je potvrđena njegova akaricidna i insekticidna aktivnost. Silva i sar. (2007) su potvrdili da karvakrol i kariofilen, izolovani iz biljaka *Lippia gracilis* i *Hyptis pectinata* deluju biocidno na larve komarca *Aedes aegypti*, primarnog nosioca uzročnika denga groznice, denga hemoragične groznice i žute groznice. Potvrđeno je da karvakrol iz esencijalnog ulja izolovanog iz biljnih vrsta *Origanum onites* L. i *Origanum minutiflorum*, sa lokaliteta Turske, deluje na larve komarca u

3. i 4. stadijumu razvoja vsre *Culex pipiens* L. (Cetin i Yanikoglu, 2006). Larvicidni učinak na razvojne oblike komarca *Culex pipens* ispoljavaju i esencijalna ulja iz različitih biljnih vrsta *Satureja* spp. sa ekogeografskih lokaliteta Grčke koja su bogata sadržajem karvakrola (Michaelakis i sar., 2007). Radwana i sar. (2008) su takođe dokazali da monoterpeni, a među njima karvakrol i timol, ispoljavaju toksičnost u odnosu na larve 4. razvojnog stadijuma komarca iste vrste. Međutim, uočili su da je larvicidni učinak mnogo jači kada se ovi monoterpeni konvertuju u derivate svojih *N*-metil karbamata. Veliki broj biljnih vrsta, čija su esencijalna ulja bogata sadržajem karvakrola ispoljavaju larvicidni učinak na komarce. Takvo je i esencijalno ulje iz biljke *Plectranthus amboinicus*, koje obiluje sadržajem karvakrola i timola i koje deluje biocidno na larve komarca *Anopheles stephensi*, vektora za uzročnika malarije (Senthilkumar i Venkatesalu, 2010). Biocidno delovanje na larve u 4. stadijumu razvoja komarca *Culex pipens* ispoljavaju i esencijalna ulja iz biljke *Thymus broussonetti*, koje sadrži 33% karvakrola (Belaqziz i sar., 2010).

Akaricidno delovanje karvakrola dokazano je i u odnosu na krpelja vrste *Ixodes scapularis* i *Amblyomma americanum*, koji se smatraju glavnim vektorima uzročnika lajmske bolesti u endemskim područjima Nju Džerzija (Dolan i sar., 2009; Jordan i sar., 2011). Coskun i sar. (2008) su dokazali da esencijalno ulje biljne vrste *Origanum onites* L., koje sadrži 64,3% karvakrola ispoljava akaricidnu efikasnost u odnosu na krpelja vrste *Rhipicephalus turanicus*. Akaricidnu aktivnost u odnosu na istu vrstu krpelja, *Rhipicephalus turanicus*, poseduje i esencijalno ulje biljne vrste *Origanum minutiflorum*, čija je glavna aktivna komponenta karvakrol (Cetin i sar., 2009).

Esencijalno ulje iz biljke *Satureja thymbra* L. kao glavne aktivne komponente sadrži karvakrol i γ -terpinen. Dokazano je da ovo esencijalno ulje deluje akaricidno na krpelja vrste *Hyalomma marginatum*, koji je jedan od glavnih vektora uzročnika krimsko-kongo hemoragične groznice. Sam karvakrol ispoljava i „knockdown” efekat na ovog krpelja (Cetin i sar. 2010). Na kraju, ustanovljeno je da karvakrol izolovan iz esencijalnog ulja biljke *Thymus vulgaris* deluje biocidno i na grinje iz kućne prašine (*Dermatophagoides* spp.), koje su glavni izvor multipnih potentnih alergena i uzročnici iznenadne smrti dece (Lee i sar., 2010). Među njima su najčešće vrste *Dermatophagoides farinae* i *D. pteronyssinus*. Od značaja za žvinaarsku proizvodnju je i akaricidno delovanje karvakrola na grinju *Dermanyssus gallinae*. Ustanovljeno je da u kontaktnom delovanju sa ovom grinjom, akaricidna efikasnost karvakrola iznosi 100% (Sauers, 2009).

Interesantno je ukazati i na ranije rezultate ispitivanja insekticidnog delovanja karvakrola. Tako je insekticidno delovanje karvakrola potvrđeno i na vinskoj mušici, *Drosophila melanogaster*. Pri tome je utvrđeno da karvakrol poseduje jaču insekticidnu aktivnost od timola, ali i da se u kombinaciji sa timolom njegov insekticidni potencijal smanjuje. Ova činjenica ukazuje na antagonizam ova dva fenola (Karpouhtsis i sar., 1998) kada se primenjuju kao insekticidi. Suprotno ovom nalazu, ustanovljeno je da se germicidna aktivnost karvakrola pojačava u

prisustvu timola, što ukazuje na sinergističku aktivnost ova dva fenola pri delovanju na mikroorganizme (Didry i sar., 1993).

Utvrđeno je da karvakrol deluje insekticidno i na smeđu bubašvabu, *Blattella germanica*, pri čemu je visoko toksičan za sve njene razvojne oblike kako pri kontaktnoj i topikalnoj aplikaciji tako i kao fumigant (Jang i sar., 2005; Phillips, 2009; Phillips i Appel, 2010; Phillips i sar., 2010). Mada je ranijim istraživanjima potvrđeno da karvakrol deluje insekticidno na kućne muve i bubašvabe, tek je novijim istraživanjima (Tong i Coats, 2010) utvrđeno da i karvakrol i timol, kao monoterpenoidi, predstavljaju pozitivne alosteričke modulatore GABA receptora insekata.

Način delovanja karvakrola na insekte i akarine / *Carvacrol insecticidal and acaricidal mode of action*

Erler i Tunc (2005) su ispitivali fumigantnu aktivnost monoterpenoida u odnosu na štetne insekte staklenih bašta. Pri tome su ispitivali fitotoksičnost monoterpenoida i njihov uticaj na reproduktivni i razvojni ciklus štetnih insekata. Ustanovili su da su karvakrol i njegov izomer, timol, vrlo aktivni u inhibiciji proizvodnje jaja i izleganju larvi iz jaja štetnih insekata staklene bašte. Takođe su ustanovili su da je ovo prednost u načinu delovanja ovih monoterpenoida jer upotrebom manjih doza pri kraćoj ekspoziciji može da se utiče na reproduktivni ciklus štetnih insekata. Ovo omogućava da se izbegne upotreba visokih doza monoterpenoida ili duža ekspozicija, a time i njihovo fitotoksično delovanje koje bi mogli da ispolje upravo pri visokim dozama ili pri dužoj ekspoziciji. Sa druge strane, fitotoksični potencijal karvakrola otvara mogućnost njegove upotrebe kao herbicida, odnosno korovicida. Inače, u biljnoj proizvodnji karvakrol se koristi kao fungicid i insekticid (Kordali i sar., 2008). McAllister i Adams (2010) su objavili rezultate ispitivanja insekticidnog delovanja timokvinona, nootkanona i karvakrola izolovanih iz žutog kedra sa Aljaske na adultne oblike komaraca vrste *Anopheles gambiae* Giles sa poznatim mutacijama na tri ciljna mesta. Ciljna mesta su bila genski lokusi odgovorni za pojavu rezistencije na permetrin, organofosfate i karbamate. Najbitnije što su uočili je da kod komaraca sa ciljnim mutacijama na rezistentnost u odnosu na najčešće korišćene insekticide, nije bilo potrebe za većim dozama ispitivanih jedinjenja, a među njima i karvakrola. Međutim, navedeni istraživači nisu uspeli da ustanove mesta delovanja ispitivanih jedinjenja biljnog porekla sa adulticidnim delovanjem na komarce. Zaključili su samo da ispitivana jedinjenja, a među njima i karvakrol, svoje insekticidne aktivnosti ostvaruju drugačije od insekticida koji se danas koriste u kontroli komaraca. Isman (2000) navodi da je ustanovljeno da u ogleđima *in vitro* monoterpenoidi esencijalnih ulja deluju kao kompetitivni inhibitori acetilholinesteraze, ali i da ovu aktivnost monoterpenoidi ne moraju da ispolje kada na insekte deluju u uslovima *in vivo*. Kako je već navedeno, Tong i Coats (2010) su ustanovili da i karvakrol i timol, kao monoterpenoidi, predstavljaju pozitivne alosteričke modulatore GABA receptora insekata.

Zaključak / Conclusion

Karvakrol predstavlja samo jedan od velikog broja aktivnih sastojaka esencijalnih ulja, koji poseduje biocidni učinak u odnosu na insekte i akarine koje nanose ekonomske štete poljoprivrednoj proizvodnji i zdravlju ljudi i životinja. Mada su još uvek i poljoprivreda i veterinarska i humana medicina upućene na korišćenje sintetskih insekticida i akaricida, mnogobrojni ekološki, zdravstveni i ekonomski aspekti ukazuju na potrebu da se upotreba sintetičkih biocida zameni biocidima iz prirodnih izvora. Esencijalna ulja iz različitih biljnih vrsta i njihovi aktivni sastojci predstavljaju prirodne izvore biocida. Karvakrol je samo jedan od primera aktivnog sastojka esencijalnih ulja mnogih biljnih vrsta koji poseduje insekticidno i akaricidno delovanje. Pored toga što deluje kao adulticid, poseduje i larvicidnu i repelentnu aktivnost. Mada mehanizam insekticidne i akaricidne aktivnosti karvakrola još uvek nije u potpunosti rasvetljen, širok spektar biocidnog delovanja karvakrolu otvara mogućnost primene, ne samo u borbi sa štetnim artropodama, koje su vektori uzročnika virusnih, bakterijskih i parazitskih bolesti čoveka i životinja ili štetočine za biljne vrste, useve i uskladištenu hranu, već i u poljoprivrednoj proizvodnji kao biološkog herbicida/korovicida.

Literatura / References

1. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. Biological effects of essential oils – A review. *Food Chem Toxicol* 2008; 46(2): 446-75.
2. Baser KHC. Biological and Pharmacological Activities of Carvacrol and carvacrol bearing essential oils. *Curr Pharm Des* 2008; 14(29): 3106-19.
3. Belaqziz R, Harrak R, Romane A, Oufdou K, ElFels MAEA. Antimicrobial and insecticidal activities of the endemic *Thymus broussonetti* Boiss. and *Thymus maroccanus* Ball. *Rec Nat Prod* 2010; 4(4): 230-7.
4. Cetin H, Cilek JE, Aydin L, Yanikoglu A. Acaricidal effects of the essential oil of *Origanum minutiflorum* (Lamiaceae) against *Rhipicephalus turanicus* (Acari: Ixodidae). *Vet Parasitol* 2009; 160(3-4): 359-61.
5. Cetin H, Cilek JE, Oz E, Aydin L, Deveci O, Yanikoglu A. Acaricidal activity of *Satureja thymbra* L. essential oil and its major components, carvacrol and gamma-terpinene against adult *Hyalomma marginatum* (Acari: Ixodidae). *Vet Parasitol* 2010; 170(3-4): 287-90.
6. Cetin H, Yanikoglu A. A study of the larvicidal activity of *Origanum* (Labiatae) species from southwest Turkey. *J Vector Ecol* 2006; 31(1): 118-22.
7. Choi WS, Park BS, Ku SK, Lee SE. Repellent activities of essential oils and monoterpenes against *Culex pipiens pallens*. *J Am Mosq Control Assoc* 2002; 18(4): 348-51.
8. Coskun S, Girisgin O, Kürkcüoglu M, Malyer H, Girisgin AO, Kirimer N, Baser KH. Acaricidal efficacy of *Origanum onites* L. essential oil against *Rhipicephalus turanicus* (Ixodidae). *Parasitol Res* 2008; 103(2): 259-61.
9. Didry N, Dubreuil L, Pinkas M. Antimicrobial activity of thymol, carvacrol and cinnamaldehyde alone or in combination. *Pharmazie* 1993; 48(4): 301-4.

10. Dietrich G, Dolan MC, Peralta-Cruz J, Schmidt J, Piesman J, Eisen RJ, Karchesy JJ. Repellent activity of fractioned compounds from *Chamaecyparis nootkatensis* essential oil against nymphal *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). J Med Entomol 2006; 43(5): 957-61.
11. Dolan MC, Jordan RA, Schulze TL, Schulze CJ, Manning MC, Ruffolo D, Schmidt JP, Piesman J, Karchesy JJ. Ability of two natural products, nootkatone and carvacrol, to suppress *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) in a Lyme disease endemic area of New Jersey. J Econ Entomol 2009; 102(6): 2316-24.
12. Erler F, Tunc I. Monoterpenoids as fumigants against greenhouse pests: toxic, development and reproduction-inhibiting effects. J Plant Dis Prot 2005; 112(2): 181-92.
13. Isman MB. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot 2000; 19(8): 603-8.
14. Jang YS, Yang YC, Choi DS, Ahn YJ. Vapor phase toxicity to marjoram oil compounds and their related monoterpenoids to *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattellidae). J Agric Food Chem 2005; 53(20): 7892-8.
15. Jordan RA, Dolan MC, Piesman J, Schulze TL. Suppression of host-seeking *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) nymphs after dual applications of plant-derived acaricides in New Jersey. J Econ Entomol 2011; 104(2):659-64.
16. Karpouhtsis I, Pardali E, Feggou E, Kokkini S, Scouras ZG, Mavragani-Tsipidou P. Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. J Agric Food Chem 1998, 46(3), 1111-5.
17. Kordali S, Cakir A, Ozer H, Cakmakci R, Kesdek M, Mete E. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. Biores Tech 2008; 99(18): 8788-95.
18. Lee SG, Lee HS, Lee CH. Acaricidal effects of *Thymus vulgaris* Leaf-derived materials and monoterpene alcohols against *Dermatophagoides* spp. Journal of the J Korean Soc Appl Bi 2010; 53(2): 170-4.
19. Lima B, López S, Luna L, Agüero MB, Aragón L, Tapia A, Zacchino S, López ML, Zygadlo J, Feresin GE. Essential oils of medicinal plants from the central Andes of Argentina: chemical composition, and antifungal, antibacterial, and insect-repellent activities. Chem Biodivers 2011; 8(5): 924-36.
20. McAllister JC, Adams MF. Mode of action for natural products isolated from essential oils of two trees is different from available mosquito adulticides. J Med Entomol 2010; 47(6):1123-6.
21. Michaelakis A, Theotokatos SA, Koliopoulos G, Chorianopoulos NG. Essential Oils of *Satureja* Species: Insecticidal effect on *Culex pipiens* larvae (Diptera: Culicidae). Molecules 2007; 12(12): 2567-78.
22. Panella NA, Dolan MC, Karchesy JJ, Xiong Y, Peralta-Cruz J, Khasawneh M, Monteneri JA, Maupin GO. Use of novel compounds for pest control: insecticidal and acaricidal activity of essential oil components from heartwood of Alaska yellow cedar. J Med Entomol 2005; 42(3): 352-8.
23. Park BS, Choi WS, Kim JH, Kim KH, Lee SE. Monoterpenes from thyme (*Thymus vulgaris*) as potential mosquito repellents. J Am Mosq Control Assoc 2005; 21(1): 80-3.

24. Pavela R. The plants used in folk medicine-new possibility for development of botanical insecticides. *Journal of International Scientific Publications: Ecology and Safety* 2008; 2: 3-15.
25. Phillips AK, Appel AG, Sims SR. Topical toxicity of essential oils to the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol* 2010; 103(2): 448-59.
26. Phillips AK, Appel AG. Fumigant toxicity of essential oils to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol* 2010; 103(3):781-90.
27. Phillips AK. Toxicity and repellency of essential oils to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). Graduate Faculty of Auburn University. Master thesis 2009.
28. Radwana MA, El-Zemitya SR, Mohameda SA, Sherby SM. Larvicidal activity of some essential oils, monoterpenoids and their corresponding *N*-methyl carbamate derivatives against *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Int J Trop Insect Sci* 2008; 28(2): 61-8.
29. Sauers AR van. The contribution of red poultry mites *Dermanyssus gallinae* (Degeer 1778) (Acari: Dermanyssidae) to the cross contamination of poultry with *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. and the acaricidal effect of carvacrol, thymol, bay oil and neem oil on *Dermanyssus gallinae*. Utrecht University. Faculty of Veterinary Medicine. Master thesis 2009.
30. Senthilkumar A, Venkatesalu V. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against *Anopheles stephensi*: a malarial vector mosquito. *Parasitol Res* 2010; 107(5): 1275-8.
31. Silva WJ, Doria GA, Maia RT, Nunes RS, Carvalho GA, Blank AF, Alves PB, Marcal RM, Cavalcanti SC. Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: alternatives to environmentally safe insecticides. *Bioresour Technol* 2008; 99(8): 3251-5.
32. Tong F, Coats JR. Effects of monoterpenoid insecticides on [3H]-TBOB binding in house fly GABA receptor and 36Cl- uptake in American cockroach ventral nerve cord. *Pestic Biochem Physiol* 2010; 98(3): 317-24.

ENGLISH

CARVACROL IMPORTANCE IN VETERINARY AND HUMAN MEDICINE AS ECOLOGIC INSECTICIDE AND ACARICIDE

Marijana Vučinić, Jelena Nedeljković-Trailović, S. Trailović., S. Ivanović, Mirjana Milovanović, D. Krnjaić

Carvacrol is an active ingredient of essential oils from different plants, mainly from oregano and thyme species.. It poseses biocidal activity agains many artropodes of the importance for veterinary and human medicine. Carvacrol acts as repelent, larvicide, insecticide and acaricide. It acts against pest artropodes such as those that serve as mechanical or biological vectors for many causal agents of viral, bacterial and parasitic diseases for animals and humans. Therefore, it may be used not only in pest arthropodes control but in vector borne diseases control, too. In the paper carvacrol bioactivity against mosquitoes, house flies, cockroaches, ticks and mites are described. Potencial modes of carvacrol action on artropodes are given, too. Carvacrol reaches its biotoxicity against arthropodes alone or in combination with other active ingredients from the same plant of its origin, such as tymol, cymen or others. The paper explains reasons for frequently investigations on essential oils and other natural products of plant origin to their biotoxicity against

food stored pest or pest of medicinal importance, as well as, needs for their use in agriculture, veterinary and human medicine.

Key words: carvacrol, insecticide, acaricide

РУССКИЙ

КАРВАКРОЛ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСЕКТИЦИД И АКАРИЦИД ВАЖНЫЙ ДЛЯ ГУМАННОЙ И ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ

Марияна Вучинич, Елена Неделькович-Траилович, С. Траилович, С. Иванович, Миряна Милованович, Д. Крняич

Карвакрол составная часть эссенциальных масел различных растительных видов, а главным образом ваниловой травы и тимьяна. Обладает биоцидной активностью в отношении многих артроподов важно для ветеринарной и гуманной медицины. Карвакрол действует как репелент, ларвицид, инсектицид и акарицид. Проявляет токсичность в отношении вредных артроподов, которые представляют собой механические или биологические векторы для многих возбудителей вирусных, бактериальных или паразитарных болезней животных и людей. Поэтому возможно пользуется, не только в контроле вредных артроподов, уже и в контроле болезней, переносимые насекомые и акарины. В работе описана биологическая активность карвакрола в отношении комаров, домашних мух, тараканов, клещей и молей. Также описаны и вероятные способы действия карвакрола на насекомых и акринов. Карвакрол осуществляет своё инсектицидное и акарицидное действие или сам или в комбинации с другими составными частями эссенциального масла в котором и сам находится, как например, тимол, цимен и другие составные части. В работе объяснены и основные причины учащённых исследований эссенциальных масел и других природных продуктов растительного происхождения на биотоксичность в отношении вредителей складированного корма, вредителей от здравоохранительного значения словно и нужды для их применения в сельском хозяйстве, ветеринарной и гуманной медицине.

Ключевые слова: карвакрол, инсектицид, акарицид