

INVAZIVNE VRSTE KOMARACA (DIPTERA: CULICIDAE) U SRBIJI

Mihaela Kavran, Aleksandra Ignjatović Ćupina, Dušan Petrić
Univezitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija
E-mail: mihaela.kavran@polj.uns.ac.rs

Izvod

Prve aktivnosti nadzora invazivnih vrsta komaraca u Evropi datiraju od kraja 1990-ih godina. Invazivne vrste su iz godine u godinu širile svoj areal rasprostiranja u Evropi. Danas se u gotovo svim evropskim zemljama beleži prisustvo neke od ovih vrsta (ECDC, 2020). Invazivne vrste komaraca smatraju se važnim vektorima patogena, prouzrokovaca opasnih oboljenja na čoveka i životinje, koja često rezultiraju fatalnim ishodom. Pojedine vrste su veoma agresivni molestanti, i za razliku od domaćih vrsta komaraca koje se hrane u periodu od sumraka do svitanja, ove vrste se hrane u toku dana. Agresivne su i kada govorimo o koegzistenciji sa populacijom domaćih vrsta komaraca, što znači da invazivne vrste komaraca uspešno potiskuju populacije domaćih vrsta. Iako patogeni koje invazivne vrste prenose predstavljaju mnogo veći problem u tropskim regijama sveta nego u umerenom klimatu, u Evropi se svake godine beleže kako autohtoni, tako i importovani slučajevi pojedinih vektorskih oboljenja. Posebno zabrinjavaju rastući brojevi importovanih invazivnih jedinki vektorskih vrsta komaraca kao i importovanih slučajeva oboljenja u humanoj populaciji, posredstvom internacionalnog i interkontinentalnog transporta ljudi i roba. Pojava epidemija koje prouzrokuju vektorski prenosivi patogeni je takođe uslovljena i promenama u ekosistemu, promenama obrazaca ponašanja ljudi i klimatskim promenama.

Dve invazivne vrste komaraca zabeležene su u Srbiji: *Aedes albopictus* (Skuse, 1894), azijski tigrasti komarac i *Aedes japonicus*, japanski komarac (Theobald, 1901). Populacije *Ae. albopictus* su zabeležene na većem broju urbanih i suburbanih staništa, dok je japanski komarac detektovan na samo dva lokaliteta. S obzirom na to da se japanski komarac veoma uspešno raširio na prostoru Hrvatske, sličan scenario se očekuje i na teritoriji Srbije.

Ključne reči: invazivni komarci, *Aedes albopictus*, *Aedes japonicus*, monitoring, suzbijanje komaraca

Uvod

Invazivne vrste komaraca predstavljaju one vrste koje imaju sposobnost da kolonizuju nove teritorije (ECDC, 2012). Na evropskom kontinentu prisutno je šest invazivnih vrsta komaraca iz roda *Aedes*: *Aedes albopictus* (Skuse, 1894), *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762, *Aedes japonicus* (Theobald, 1901), *Aedes atropalpus* (Coquillett, 1902), *Aedes koreicus* (Edwards, 1917) i *Aedes triseriatus* (Say, 1823). Čovekova aktivnost, naročito kada je reč prometu ljudi i roba na globalnom nivou, značajno je doprinela pasivnom širenju ovih vrsta u sve delove sveta kako sa sličnim, tako i sa potpuno različitim klimatskim uslovima u odnosu na oblasti porekla ovih invazivnih vrsta. Ranije su ove vrste egzistirale samo u specifičnim ograničenim regijama.

Laboratorija za medicinsku i veterinarsku entomologiju na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, više od deset godina sprovodi aktivno praćenje invazivnih vrsta komaraca u Srbiji.

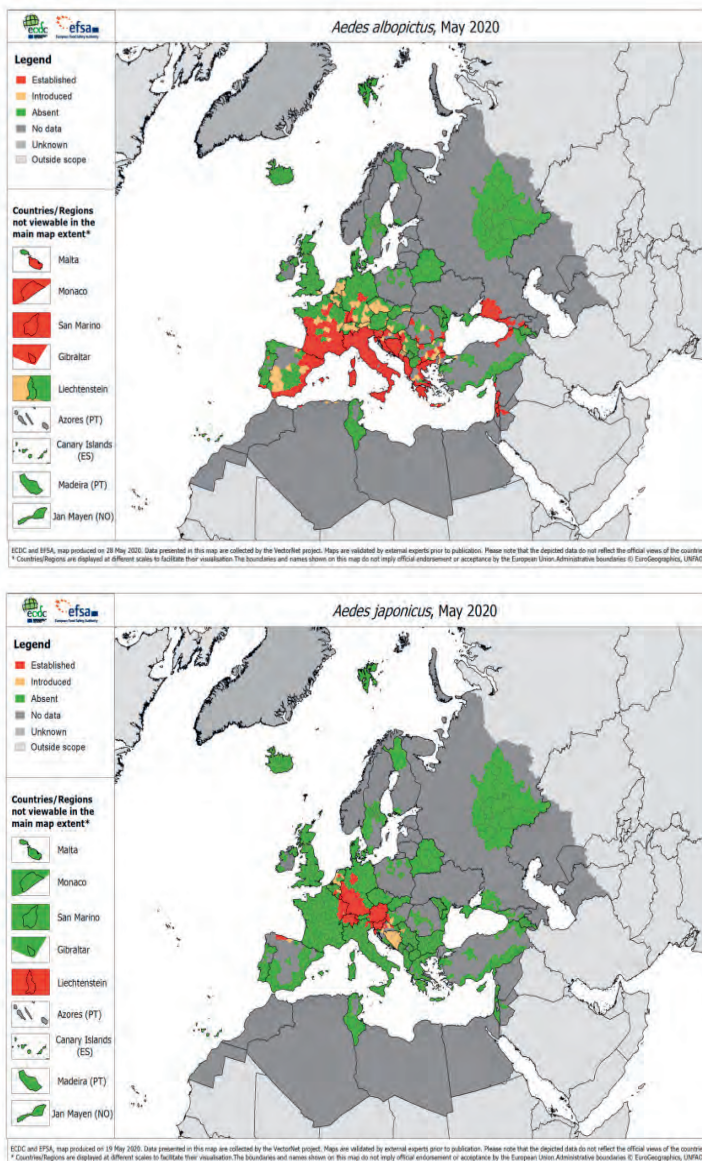
Materijal i metode

Sakupljanje ovih vrsta vršeno je na dva načina: sakupljanje odraslih NS2 klopaka i sakupljanje jaja ovipozicionim klopaka.

Tokom 2020. godine praćenje invazivnih vrsta je rađeno od početka do kraja sezone aktivnosti komaraca, kada je u Novom Sadu postavljeno 30 ovipozicionih klopki, a u Opštini Loznica 10. Inspekcija klopki i pregled sakupljenog materijala rađen je u intervalima od 10 do 15 dana, od maja do decembra u Novom Sadu, dok je u Loznici praćenje rađeno od juna do sredine oktobra. Dodatno, na teritoriji cele Vojvodine bilo je postavljeno 50 ovipozicionih klopki. Praćenje je rađeno od juna do avgusta.

Rezultati (višegodišnjih) istraživanja *Aedes albopictus* - azijski tigrasti komarac

Aedes albopictus je u Evropi prvi put registrovan 1979. na prostoru Albanije, mada postoje osnovane sumnje da je vrsta tamo bila prisutna još od 1976. godine. Nakon toga vrsta se na evropskom kontinentu ne spominje sve do 1990-ih kada je zabeležena u Italiji (Sabatini i sar., 1990), u koju je introdukovana preko Đenove putem uvezenih polovnih automobilskih guma iz SAD-a (Dalla Pozza and Majori, 1992; Romi, 1995; Sabatini et al., 1990).



Slika 1. Distribucija invazivnih vrsta *Aedes albopictus* i *Aedes japonicus* u Evropi (Izvor: ECDC, 2021)

Azijski tigrasti komarac je lako prepoznatljiva vrsta. Veličina tela je obično manja u odnosu na domaće vrste komaraca. Boja tela je crna, a na dorzalnoj strani toraksa, celom dužinom od glave do početka abdomena, nalazi se ravna bela pruga.



Slika 2. Rasprostranjenost vrste *Aedes albopictus* u Srbiji. Prikazana rasprostranjenost je rezultat višegodišnjeg praćenja u periodu od 2009- 2020. godine

Pored ovog karaktera, za identifikaciju je od velikog značaja i boja poslednje tarzomere na poslednjem paru nogu, koja je potpuno bela. Naziv tigrasti komarac potiče od prisustva naizmeničnih crnih i belih ljuspica u vidu prstenova na nogama, kao i kontrastna kombinacija crne i bele boje po ostatku tela (Slika 3).

Ženke vrste *Ae. albopictus* mogu da polože jaja u prirodne i veštačke recipijente vode. Međutim, u umerenom klimatu, ženke su prilagodile ovipoziciju veštačkim recipijentima vode manjih dimenzija. Polažu jaja na liniju između vode i suve površine u posudi. Veštački recipijenti su gume, burad, ali i bilo kakve druge posude u kojima se voda akumulira (Gatt i sar., 2009). Prirodna razvojna staništa su fitotelmate, biljke koje mogu da akumuliraju vodu u svojim delovima (npr. otvori u drvetu), zatim otvori i pukotine u stenama i dr. (Delatte i sar., 2008). Uopšteno gledano, ova vrsta u Evropi preferira urbane i suburbane sredine (Juliano i Lounibos, 2005) i smatra se značajno kompetitivnijom vrstom za izvore hrane u odnosu *Ae. triseriatus* i *Ae. japonicus* (Fisher i sar., 2014).



Slika 3. Mužjak (levo), ženka (sredina) i položena jaja (desno) *Aedes albopictus* (Foto: Ignjatović Čupina, 2019)

Da bi se embriogeneza uspešno završila neohodno je da jaja izvesno vreme budu na suvom. Preživljavanje vrste u nepovoljnim uslovima omogućeno je otpornošću jaja na desikaciju. Kada su jaja, po završetku embriogeneze potopljena u vodu, dolazi do piljenja larvi. Larve i lutke su, kao i kod svih ostalih vrsta komaraca, akvatični stadijumi razvića. Iako je reč o vrsti tropskih predela, koja u umerenom klimatu prezimljava u stadijumu jajeta, u Rimu je zabeleženo da i odrasle ženke mogu da prezime (Romi et al., 2006), a u Španiji su ženke u zimskom periodu polagale jaja (Collantes i sar., 2014).

Danas se *Ae. albopictus* smatra najrasprostranjenijom invazivnom vrstom komarca u Evropi (Slika 1, levo). Sektor transporta je najzaslužniji za širenje ove vrste, dok je visoka adaptibilnost *Ae. albopictus* omogućila uspešno nastanjivanje predela u kojima ova vrsta nikada ranije nije bila zabeležena. Pored širenja pasivnim putem, trgovinom biljkama dracena (engl. lucky bamboo, lat. *Dracaena sande-riana*) kao i trgovinom polovnim gumama posebno su doprinele uspešnoj invaziji novih teritorija (Paupy i sar., 2009). Azijski tigrasti komarac uvršten je na EU listu 100 najznačajnijih invazivnih vrsta u svetu (GISD, 2009).

Vrsta je prvi put na prostoru bivše Srbije i Crne Gore zabeležena u Podgorici (21.08.2001.) kada je izvršena inspekcija preko 30 000 polovnih guma (Petrić et al., 2001). U svega jednoj gumi je pronađeno nekoliko *Culex pipiens* larvi i jedna *Ae. albopictus* larva (mužjak). Infestirana guma je bila proizvedena u Francuskoj, a uvezena iz Nemačke. Tokom narednih 10 godina ova vrsta je nastanila sve opštine Crne Gore koje imaju izlaz na obalu, a takođe i obale Skadarskog jezera. Na prostoru Srbije azijski tigrasti komarac je prvi put registrovan na graničnom prelazu sa Hrvatskom, na Batrovcima 2009. godine (Petrić, 2009). Od prvog nalaza pa sve do danas vrsta je bila prisutna na ovom graničnom prelazu, kao i na lokacijama duž autoputa koji vodi od Batrovaca prema Rumi. Na graničnom prelazu Gostun (granica sa Crnom Gorom)

vrsta je prisutna od 2011. godine (Petrić, neobjavljeni podaci). Pretpostavlja se da u Srbiji do 2017. godine ova vrsta nije bila nastanjena, ali je na graničnom prelazu registrovana svake godine od 2009. do danas u letnjem periodu, kada je promet turista intenzivan. U prvoj polovini 2017. godine jaja ove vrste su zabeležena u Batrovcima veoma rano u toku sezone, te se smatra da se populacija od 2017. godine trajno nastanila u Srbiji (Petrić, neobjavljeni podaci). Treća lokacija na kojoj se ova vrsta nastanila je urbani deo Novog Sada gde su populacije azijskog tigrastog komarca kontinuirano registrovane na više lokaliteta od 2018. godine.

Tokom 2020. godine na teritoriji grada Novog Sada sakupljeno je ukupno 13 801 jaje azijskog tigrastog komarca, a najveća ovipoziciona aktivnost zabeležena je početkom septembra. Na teritoriji opštine Loznica sakupljeno je 7 188 jaja *Ae. albopictus*, gde je najveća aktivnost takođe bila početkom septembra. U 50 ovipozicionih klopki koje su bile raspoređene na celoj teritoriji Vojvodine, sakupljeno je ukupno 1234 jaja azijskog tigrastog komarca.

Tokom 2020. godine utvrđeno je prisustvo jedinki *Ae. albopictus* u svim delovima grada Novog Sada. Mnoga druga naseljena mesta takođe beleže prisustvo ove vrste, kao npr. Inđija, Apatin, Kuzmin, Ruma, Loznica (Slika 2). Na osnovu izveštaja građana, prisustvo vrste je takođe zabeleženo u Nišu, Beogradu i Valjevu (Kavran, neobjavljeni podaci).

Ranije istraživanje je pokazalo da je *Ae. albopictus* takođe prisutan na svim graničnim prelazima sa Hrvatskom (Kavran i sar., 2019).

Vrstu karakteriše ekološka plastičnost, visoka kompetitivnost, a takođe u prilog uspešnoj invaziji idu i nedostatak adekvatnog nadzora vrste, kao i nepostojanje efikasnih mera suzbijanja (Paupy i sar., 2009). Istraživanja predviđaju da će se zahvaljujući klimatskim promenama ova vrsta veoma uspešno i brzo širiti u regije sveta gde ranije nije bila prisutna, a visoka adaptibilnost vrste omogućiće joj preživljavanje u mnogo hladnijem klimatu u odnosu na klimu zemlje odakle potiče (Paupy i sar., 2009; Kraemer et al., 2015), što može rezultirati transmisijom patogena i novim epidemijama u regijama gde to ranije nije bilo zabeleženo. Petrić i sar. (2017) su kreirali model koji pokazuje povoljnost uslova na teritoriji Republike Srbije za naseljavanje azijskog tigrastog komarca, koji pokazuje da je prema klimatskim uslovima naša zemlja veoma povoljna za razvoj ove vrste.

Sezonska brojnost vrste je uslovljena temperaturama i raspoloživom hranom (Medlock i sar., 2006), pri čemu je brzina razvoja direktno proporcionalna temperaturama vode i vazduha. U zavisnosti od uslova sredine azijski tigrasti komarac može da realizuje veliki broj generacija u toku godine, čak i do 17 generacija (polivoltizam) (Gatt i sar., 2009).

Populacije ove vrste su u Italiji, Francuskoj i Španiji u značajnom porastu i u visokom stepenu ugrožavaju kvalitet života stanovnika ovih zemalja (Genchi i sar., 2009; Vazeille i sar., 2008; Aranda i sar., 2006).

Ženke se hrane krvlju u toku dana na otvorenom prostoru. Međutim, vrsta se sve više prilagođava endofilnom načinu ishrane, odnosno hrani se i u zatvorenim prostorima (Genchi i sar., 2009; Valerio i sar., 2010). Režim ishrane azijskog tigrastog komarca smatra se oportunističkim (Turell i sar., 2005) gde lista domaćina uključuje čoveka, domaće i divlje životinje, gmizavce, ptice i vodozemce (Eritja i sar., 2005). Ipak istraživanja su pokazala da ova vrsta preferira ishranu na sisarima, a pre svega na čoveku (Paupy i sar., 2009). Antropofilni preferendum u ishrani dodatno zabrinjava, jer otvara pitanje vektorske uloge u transmisiji zoonotskih patogena na čoveka (Benedict et al., 2007).

Azijski tigrasti komarac je potvrđeni vektor virusa Čikungunja, Denga kao parazitskih nematoda iz roda *Dirofilaria*. Zabeleženi su slučajevi oboljevanja prouzrokovani virusom Čikungunje i/ili Denge na prostoru Italije (Rezza i sar., 2007), Francuske (Grandadam i sar., 2011; Delisle i sar., 2015; La Ruche i sar., 2010; Marchand i sar., 2013; Succo i sar., 2016), Hrvatske (Gjenero-Margan i sar., 2011). U protekle dve godine na prostoru Francuske, Italije i Španije zabeleženo je više autohtonih slučajeva Denge (ECDC, 2019; Santé publique France, 2020a, 2020b; Succo i sar., 2016; Publica Ads, 2020; Vermeulen i sar., 2020), što potvrđuje aktivnu vektorsku ulogu ove vrste komarca, budući da glavni vektor *Ae. aegyptii* nije prisutan u ovim državama.

Tokom 2015. godine, u Srbiji (Opština Novi Sad, selo Kać) zabeležen je importovani humani slučaj obolevanja od groznice virusa Denga. U pitanju je bio slučaj importovan sa Kube (Petrović i sar., 2016). Na veliku sreću, u tom periodu vrsta *Ae. albopictus* nije bila prisutna na teritoriji Novog Sada, pa samim tim širenje virusa nije realizovano.

***Aedes japonicus* - japanski komarac (azijski komarac žbunova)**

Aedes japonicus japonicus (Theobald 1901) potiče iz Kine, Japana, Koreje, južnoistočne Rusije i Tajvana i smatra se drugom najrasprostranjenijom invazivnom vrstom komarca u Evropi (Slika 1, desno). Ova vrsta je takođe uključena na listu 100 najznačajnijih invazivnih vrsta u Evropi. *Aedes japonicus* je na prostoru evropskog kontinenta prvi put zabeležen 2000. u Francuskoj (Schaffner i sar., 2003), odakle je kasnije eliminisan (Schaffner i sar., 2009). Tokom 2002. godine larve japanskog komarca su pronađene u Belgiji u starim gumama, a 2007. i 2008. godine pronađene su i larve i adulti (Versteirt i sar., 2009). U Švajcarskoj je registrovan 2008. godine odakle se širio i u pogranične delove Nemačke (Schaffner i sar., 2009). Iako nije utvrđena precizna ruta širenja ove vrste u Evropi, pretpostavlja se da je iz navedenih zemalja japanski komarac bio dalje prenošen u ostale evropske zemlje.

Adulti *Ae. japonicus* su veći u odnosu na azijskog tigrastog komarca i morfološki se lako mogu identifikovati. Na dorzalnoj strani toraksa nalazi se pet

karakterističnih linija (Slika 4). U poređenju sa azijskim tigrastim komarcem čije je telo u osnovi crno, japanskog komarca odlikuje svetlija boja tela, kao i manji kontrast između boje šara i osnovne boje tela.



Slika 4. Ženka *Aedes japonicus* i detalj na toraksu (Foto: Kavran, 2017)

Biologija vrste i obrazac ponašanja su slični kao kod azijskog tigrastog komarca. Mapa ECDC-a (2021) ukazuje na to da vrsta preferira umerene predele više nego subtropske i mediteranske regije. U odnosu na azijskog tigrastog komarca, japanski komarac je manje zahtevan po pitanju izbora razvojnog staništa (Schaffner i sar., 2003).

Vrsta je prvi put pronađena u Srbiji 2018. godine na graničnom prelazu sa Hrvatskom, u Ljubi (Kavran i sar., 2019), a 2019. i na teritoriji Opštine Loznica (turišički kompleks Sunčana reka) (Kavran, neobjavljeni podaci). Vrsta je veoma rasprostranjena na prostoru Hrvatske, a njeno prisustvo je zabeleženo 2017. godine i u Bosni i Hercegovini (Kavran i sar., 2018), te je veoma moguće da je vrsta introdukovana u Srbiju iz neke od susednih zemalja.

Aedes japonicus se smatra kompetentnim vektorom za transmisiju virusa zapadnog Nila (Schaffner i sar., 2009), Japanskog encefalitisa (Takashima i Rosen, 1989), La Crosse virusa (Sardelis i sar., 2002b) i umereno efikasnim vektorom Saint Louis encefalitisa (Sardelis i sar., 2003), Eastern equine encephalitis virusa (Sardelis i sar., 2002a) i virusa Rift Valley groznice (Turell i sar., 2013). Istraživanja su pokazala da je kompetentan i za transmisiju virusa Denga i Čikunguja (Schaffner i sar., 2011).

Suzbijanje

Suzbijanje invazivnih vrsta komaraca zahteva kompleksan pristup. Efikasno suzbijanje invazivnih vrsta komaraca moguće je samo implementacijom integralnih mera. Integralne mere suzbijanja podrazumevaju dobro poznavanje biologije i

ekologije vrste, mogućnosti primene odgovarajućih mera kontrole brojnosti, uključivanje stručnih lica, lokalnih vlasti, društvenih institucija i privatnih organizacija (One Health approach ili pristup “Jedno zdravlje”) i građana kao krajnjih aktera u nizu, koji svojim svakodnevnim aktivnostima mogu doprineti poboljšanju preventivnih mera redukcije populacije komaraca, ali i dati doprinos praćenju vrste kroz signaliziranje ili dojavu o prisustvu vrste u njihovom okruženju. Aktivnosti kojima građani doprinose suzbijanju su pre svega eliminacija potencijalnih, ali i aktivnih razvojnih staništa (npr. sprečavanje akumulacije vode u predmetima malih dimenzija kao što su vaze, saksije za cveće, stare gume, kante i dr.), prijavljivanje prisustva vrste u mestu gde žive i rade (direktnim kontaktom stručnih lica ili korišćenjem besplatne aplikacija **Mosquito alert**, dostupne i na srpskom jeziku: <https://play.google.com/store/apps/details?id=ceab.moveLAB.tigatrapp>). Abramides i sar. (2011) su svojim istraživanjem pokazali da nije moguće efikasno suzbiti ove invazivne vrste bez aktivnog uključivanja građana.

Baldacchino i sar., (2015) smatraju opštim pravilom suzbijanja invazivnih vrsta dobro koordinisano uključivanje lokalnih vlasti, privatnih organizacija i institucija, kao i organizovanje društvenih zajednica.

Bez obzira na prednosti gore navedenih mera suzbijanja, hemijski tretmani su i dalje najzastupljeniji u odnosu na ostale mere suzbijanja. Međutim, populaciju ovih vrsta je moguće redukovati samo ukoliko se na adekvatan način pristupi suzbijanju juvenilnih stadijuma razvića, tačnije suzbijanje larvi. Pored toga što se suzbijanje odraslih formi u redovnom programu kontrole komaraca smatra neefikasnim, u slučaju vektorskih vrsta komaraca veoma je važno sprečiti pojavu odraslih ženki koje bi svojom ishranom krvlju mogle dalje prenositi patogene.

Plan suzbijanja larvi invazivnih vrsta uključuje pre svega mapiranje razvojnih staništa juvenilnih stadijuma razvića. Zatim se pristupa proceni tipa razvojnog staništa na osnovu koje će biti izvršena selekcija hemijskih ili bioloških sredstava za primenu u datom tipu razvojnog staništa. Hemijski tretman larvi podrazumeva primenu biocida iz grupe regulatora rasta i razvoja insekata i to analozi juvenilnog hormona (metopren, piriproksifen) i inhibitori sinteze hitina (diflubenzuron, novaluron).

Biološki biocidi na bazi *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) i *Bacillus sphaericus* (Bs) su u širokoj primeni u razvijenim evropskim zemljama (Nemačka, Francuska, Italija). Ovakav način suzbijanja je visoko efikasan u redukciji juvenilne populacije komaraca. Dodatno je i ekološki prihvatljiv. Ne ispoljava štetne efekte po zdravlje ljudi i životinja i deluje selektivno u akvatičnoj sredini, suzbijajući samo larve komaraca i vrste iz familije Chironomidae.

U Holandiji je primenom insekticida u zaštićenom prostoru staklenih bašta redukovana populacija *Ae. albopictus* (Scholte i sar., 2008). U Švajcarskoj se, u cilju suzbijanja azijskog tigrastog komarca, u razvojna staništa aplicira permetrin, *Bacillus thuringiensis israeliensis* ser. H14 (Bti) i diflubenzuron (Wymann i sar., 2008).

Za suzbijanje invazivnih vrsta u primeni su i monomolekularni filmovi (MMF) koje karakteriše fizički mehanizam delovanja na larve i lutke komaraca. Razlikuju se od svih ranije primenjivanih mera kontrole komaraca, pre svega zbog mogućnosti da utiču na sve stadijume njihovog razvića (Nayar i Ali, 2003). Delovanje MMF-a se zasniva na snižavanju površinskog napona vode koji u normalnim uslovima larve i lutke koriste da bi zauzele poziciju ispod površine vode za disanje, ishranu kod larvi i mirovanje, a prisustvo MMF-a inhibira njihovu sposobnost orijentacije i procene gde se nalazi površina vode. Osim toga kvašenjem ili potapanjem njihovih trahealnih struktura uzrokuju anoksiju. Kvašenje unutrašnjih hidrofobnih struktura larvinih i lutkinih traheja vodi do njihovog blokiranja tečnošću i interferiranja sa disanjem. To se dešava ukoliko je površinski napon tečnosti jednak ili niži od kritičnog površinskog napona čvrstog tela/površine, a u ovom slučaju zidova traheja (Garrett i White, 1977). Novija istraživanja su pokazala visoku efikasnost MMF-a u suzbijanju vrste *Ae. albopictus*, ali i najznačajnijeg vektora virusa zapadnog Nila (Kavran i sar., 2020).

Nekontrolisana i neadekvatna primena hemijskih sredstava rezultira razvojem rezistentnosti invazivnih vrsta komaraca. S obzirom na to da se u našoj zemlji suzbijanje komaraca i dalje u velikom procentu oslanja na primenu hemijskih sredstava, rezistentnost ove vrste na insekticide bi u budućnosti mogla predstavljati veliki problem. Rezistentnost je do sada zabeležena na Tajlandu (Chan i Zairi, 2013), na ostrvu La Reunion (Tantely i sar., 2010), u Maleziji (Chen i sar., 2013), Pakistanu (Khan i sar., 2011), Italiji (Pichler i sar., 2018). Iz prethodnih istraživanja može se zaključiti da je azijski tograsti komarac vrsta koja je razvija umereni do visok nivo rezistentnosti na biocidne aktivne materije iz grupe piretroida.

U mnogim zemljama EU primena SIT tehnike (Sterile Insect Technique) je pokazala visok potencijal za suzbijanje azijskog tigrastog komarca. Ova tehnika suzbijanja nastala iz potrebe da se nađe alternativa za hemijske tretmane koji nisu efikasni i koji su zbog prirode staništa invazivnih vrsta komaraca ponekad teško dostupni. Tehnika podrazumeva masovni uzgoj i otpuštanje sterilisanih mužjaka koji imaju za cilj sparivanje sa fertilnim ženkama iz prirode. Kao rezultat parenja dobijaju se sterilna jaja ženke koja neće dati potomstvo.

Tehnika relativno novijeg datuma je i infekcija komaraca adekvatnim sojem *Wolbachia* bakterije. Istraživanja su pokazala da je otpuštanjem inficiranih komaraca moguće blokirati transmisiju Denga i Čikungunja virusa (Bonizzoni i sar., 2013).

Zaključak

Na osnovu praćenja invazivnih vrsta komaraca utvrđeno je prisustvo potencijalno opasnih vrsta koje prenose patogene prouzrokovaoče oboljenja sa čestim fatalnim ishodom. Ukoliko se takva oboljenja importuju u našu zemlju, neophodna je

primena adekvatnog pristupa, kao i promptno reagovanje odgovarajućih institucija u cilju prevencije širenja epidemije. Pre svega, od krucijalnog je značaja primena efikasnih mera suzbijanja vektorskih vrsta koje su kompetentni prenosioci patogena kao što su Denga virus i Čikungunja.

Pokrajinski sekretarijat za Urbanizam i zaštitu životne sredine je kao organ upravljanja, iskazao dobre namere u sistemu nadzora nad invazivnim komarcima. Kao primer dobre prakse može se navesti i koordinisan rad nadležnih institucija lokalne samouprave Opštine Loznica, operatera suzbijanja i naučnih institucija koje svake godine zajednički rade na programu kontrolisanog praćenja invazivnih vrsta komaraca.

Zahvalnica

Ovaj rad su podržali Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (ugovor 451-03-9/2021-14/200117), Pokrajinski sekretarijat za urbanizam i zaštitu životne sredine, AIM COST (*Aedes Invasive Mosquitoes*) akcija (CA17108), Internacionalna agencija za atomsku energiju (IAEA RER 5026) i Opština Loznica.

Literatura

- Abramides, G.C., Roiz, D., Guitart, R., Quintana, S., Guerrero, I., Gimenez, N. (2011): Effectiveness of a multiple intervention strategy for the control of the tiger mosquito (*Aedes albopictus*) in Spain. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 105(5):281-288.
- Aranda, C., Eritja, R., Roiz, D. (2006): First record and establishment of the mosquito *Aedes albopictus* in Spain. *Med Vet Entomol.* 20(1):150-152.
- Baldacchino, F., Caputo, B., Chandre, F., Drago, A., della Torre, A., Montarsi, F., (2015): Control methods against invasive *Aedes* mosquitoes in Europe: a review. *Pest Management Science.* 71(11):1471-1485.
- Benedict, M.Q., Levine, R.S., Hawley, W.A., Lounibos, L.P. (2007): Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* Spring;7(1):76-85.
- Bonizzoni, M., Gasperi, G., Chen, X., James, A.A. (2013): The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives. *Trends Parasitol.* 29(9):460-8.
- Chan, H.H., Zairi, J. (2013): Permethrin resistance in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and associated fitness costs. *J Med Entomol.* 50(2):362-370.
- Chen, C.D., Nazni, W.A., Lee, H.L., Norma-Rashid, Y., Lardizabal, M.L., Sofian-Azirun, M. (2013): Temephos resistance in field *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) from Selangor, Malaysia. *Trop Biomed.* 30(2):220-230.

- Collantes, F., Delgado, J.A., Alarcón-Elbal, P.M., Delacour, S., Lucientes, J. (2014): First confirmed outdoor winter reproductive activity of Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) in Europe. *Anales de Biología*.36:71-6.
- Dalla Pozza, G., Majori, G. (1992): First record of *Aedes albopictus* establishment in Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 8(3): 318-320.
- Delatte, H., Dehecq, J.S., Thiria, J., Domerg, C., Paupy, C., Fontenille, D. (2008): Geographic distribution and developmental sites of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) during a Chikungunya epidemic event. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 8(1):25-34.
- Delisle, E., Rousseau, C., Broche, B., Leparç-Goffart, I., L'Ambert, G., Cochet, A., et al. (2015): Chikungunya outbreak in Montpellier, France, September to October 2014. *Euro Surveill*. 20(17):21108.
- ECDC (2020): Mosquito maps. <https://www.ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/mosquito-maps>.
- ECDC (2012). Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. Stockholm: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/TER-Mosquito-surveillance-guidelines.pdf>.
- ECDC (2019) Rapid risk assessment: Autochthonous cases of dengue in Spain and France, 1 October 2019. Stockholm: ECDC. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/rapid-risk-assessment-autochthonous-cases-dengue-spain-and-france>.
- Eritja, R., Escosa, R., Lucientes, J., Marques, E., Roiz, D., Ruiz, S. (2005): World-wide invasion of vector mosquitoes: present European distribution and challenges in Spain. *Biol Invasions*. 7(1).
- Fischer, D., Thomas, S.M., Neteler, M., Tjaden, N.B., Beierkuhnlein, C. (2014): Climatic suitability of *Aedes albopictus* in Europe referring to climate change projections: comparison of mechanistic and correlative niche modelling approaches. *Euro Surveill*. 19(6):20696.
- Garrett, W.D., White, S.A. (1977): Mosquito control with monomolecular organic surface films: I-selection of optimum film-forming agents. *Mosq News* 37: 344–348.
- Gatt, P., Deeming, J.C., Schaffner, F. (2009): First records of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Malta. *Eu Mosq Bull*. 27 56-64.
- Genchi, C., Rinaldi, L., Mortarino, M., Genchi, M., Cringoli, G. (2009): Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet Parasitol*. 163(4):286-92.
- Gjenero-Margan, I., Aleraj, B., Krajcar, D., Lesnikar, V., Klobucar, A., Pem-Novosel, I., et al. (2011): Autochthonous dengue fever in Croatia, August-September 2010. *Euro Surveill*. 16(9).
- GISD- Global Invasive Species Database (2009): Invasive Species Specialist Group. *Aedes albopictus*. Available from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=109&fr=1&sts=sss&lang=EN>

- Grandadam, M., Caro, V., Plumet, S., Thiberge, J.M., Souares, Y., Failloux, A.B., et al. (2011) Chikungunya virus, southeastern France. *Emerg Infect Dis.* 17(5):910-913.
- Juliano, S.A., Lounibos, L.P. (2005): Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. *Ecol Lett.* 8(5):558-574.
- Kavran, M., Ignjatović Čupina, A., Zgomba, M., Žunić, A., Bogdanović, S., Srdić, V., Dondur, D., Pudar, D., Marinković, D., Petrić, D. (2019): Invasive mosquito surveillance and the first record of *Aedes japonicus* in Serbia. The IXth European Mosquito Control Association Conference: Mosquito control without borders. La Rochelle, France, 11-14 March 2019. Mosquito. Abstract book pg. 78.
- Kavran, M., Lučić, D., Ignjatović-Čupina, A., Zgomba, M., Petrić, D. (2018): The first record of *Aedes japonicus* in Posavina region, Bosnia and Herzegovina. E-SOVE, European Society for Vector Ecology Conference, Palermo, Italy, 22-26 October 2018.
- Kavran, M., Pajović, I., Petrić, D., Ignjatović-Čupina, A., Latinović, N., Jovanović, M., Quarrie, S.A., Zgomba, M. (2020): Aquatain AMF efficacy on juvenile mosquito stages in control of *Culex pipiens* complex and *Aedes albopictus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 168(2):148-57.
- Khan, H.A., Akram, W., Shehzad, K., Shaalan, E.A. (2011): First report of field evolved resistance to agrochemicals in dengue mosquito, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), from Pakistan. *Parasit Vectors.* 4:146.
- Kraemer, M.U., Sinka, M.E., Duda, K.A., Mylne, A.Q., Shearer, F.M., Barker, C.M., et al. (2015): The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. *Elife.* 4:e08347.
- La Ruche, G., Souares, Y., Armengaud, A., Peloux-Petiot, F., Delaunay, P., Despres, P., et al. (2010): First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. *Euro Surveill.* 15(39):19676.
- Marchand, E., Prat, C., Jeannin, C., Lafont, E., Bergmann, T., Flusin, O., et al. (2013): Autochthonous case of dengue in France. *Euro Surveill.* 18(50):20661.
- Medlock, J.M., Avenell, D., Barrass, I., Leach, S. (2006): Analysis of the potential for survival and seasonal activity of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the United Kingdom. *J Vector Ecol.* 31(2):292-304.
- Nayar, J.K., Ali, A. (2003): A review of monomolecular surface films as larvicides and pupicides of mosquitoes. *J. Vector Ecol.* 28, 190–199.
- Paupy, C., Delatte, H., Bagny, L., Corbel, V., Fontenille, D. (2009): *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes Infect.* 11(14-15):1177-1185.
- Petrić, D., Pajović, I., Ignjatović Čupina, A., Zgomba, M. (2001): *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) a new mosquito species (Diptera; Culicidae) in the entomofauna of Yugoslavia (in Serbian). *Symposia of Serbian Entomologist's, Goč, Abstract Volume*, p 29.

- Petrić, D. (2009): Monitoring of invasive vector mosquitoes and vectorborne diseases. Rep. to Adm. Environ. Prot. Novi Sad City 1–9.
- Petrić, M., Lalić, B., Ducheyne, E., Djurdjević, V., Petrić, D. (2017): Climatic Change. 142(3-4):361-74.
- Petrović, V., Turkulov, V., Ilić, S., Milošević, V., Petrović, M., Petrić, D., Potkonjak, A. (2016): First report of imported case of dengue fever in Republic of Serbia. *Travel Med Infect Dis.* 14 (1):60-61.
- Pichler, V., Bellini, R., Veronesi, R., Arnoldi, D., Rizzoli, A., Lia, R.P., Otranto, D., Montarsi, F., Carlin, S., Ballardini, M., Antognini, E. (2018): First evidence of resistance to pyrethroid insecticides in Italian *Aedes albopictus* populations 26 years after invasion. *Pest management science.* 74(6):1319-27.
- Pública, A.S. (2020): L'Agència de Salut Pública confirma un altre cas de dengue autòcton a Catalunya [in Catalan: the public health agency confirms a new autochthonous case of dengue in Catalonia]. Available from: <https://salutpublica.gencat.cat/ca/detalls/Article/Dengue-autocton>.
- Rezza, G., Nicoletti, L., Angelini, R., Romi, R., Finarelli, A.C., Panning, M., et al. (2007): Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. *Lancet.* 370(9602):1840-1846.
- Romi, R., Severini, F., Toma, L. (2006): Cold acclimation and overwintering of female *Aedes albopictus* in Roma. *J Am Mosq Control Assoc.* 22(1):149-151.
- Romi, R. (1995): History and updating on the spread of *Aedes albopictus* in Italy. *Parassitologia* 37:99–103.
- Sabatini, A., Raineri, V., Trovato, G., Coluzzi, M. (1990): *Aedes albopictus* in Italy and possible diffusion of the species into the Mediterranean area]. *Parassitologia.* 32(3):301-304.
- Santé publique France (2020a): Agence régionale de santé Provence-Alpes-Côte d'Azur. Press release: Cinq cas autochtones de dengue détectés à Nice [in French: Five autochthonous cases of dengue detected in Nice]; 18 September 2020. ARS PACA. Available from: <https://www.paca.ars.sante.fr/cinq-cas-autochtones-de-dengue-detectes-nice>
- Santé publique France (2020b): Chikungunya, dengue et zika - Données de la surveillance renforcée en France métropolitaine en 2020 [in French: Chikungunya, dengue and zika - Data from the enhanced surveillance in metropolitan France in 2020]; 26 October 2020 Saint-Maurice: SPF; Available from: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2020>
- Sardelis, M.R., Dohm, D.J., Pagac, B., Andre, R.G., Turell, M.J. (2002a): Experimental transmission of eastern equine encephalitis virus by *Ochlerotatus j. japonicus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol.* 39(3): 480-484.

- Sardelis, M.R., Turell, M.J., Andre, R.G. (2002b): Laboratory transmission of La Crosse virus by *Ochlerotatus j.japonicus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol.* 39(4): 635-639.
- Sardelis, M.R., Turell, M.J., Andre, R.G. (2003): Experimental transmission of St. Louis encephalitis virus by *Ochlerotatus j. japonicus*. *J Am Mosq Control Assoc.* 19(2):159-162.
- Schaffner, F., Chouin, S., Guilloteau, J. (2003): First record of *Ochlerotatus (Finlaya) japonicus japonicus*(Theobald, 1901) in metropolitan France. *J Am Mosq Control Assoc.* 19(1): 1-5.
- Schaffner, F., Kaufmann, C., Hegglin, D., Mathis, A. (2009): The invasive mosquito to *Aedes japonicus* in Central Europe. *Med Vet Entomol.* 23(4):448-451.
- Schaffner, F., Vazeille, M., Kaufmann, C., Failloux, A., Mathis, A. (2011): Vector competence of *Aedes japonicus* for chikungunya and dengue viruses. *Eu Mosq Bull.* 29:141-142.
- Scholte, E.J., Dijkstra, E., Blok, H., De Vries, A., Takken, W., Hofhuis, A., et al. (2008): Accidental importation of the mosquito *Aedes albopictus* into the Netherlands: a survey of mosquito distribution and the presence of dengue virus. *Med Vet Entomol.* 22(4): 352-358.
- Succo, T., Leparc-Goffart, I., Ferre, J.B., Roiz, D., Broche, B., Maquart, M., et al. (2016): Autochthonous dengue outbreak in Nimes, South of France, July to September 2015. *Euro Surveill.* 2016 May 26;21(21): 30240.
- Takashima, I., Rosen, L. (1989): Horizontal and vertical transmission of Japanese encephalitis virus by *Aedes japonicus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol.* 26(5):454-458.
- Tantely, M.L., Tortosa, P., Alout, H., Berticat, C., Berthomieu, A., Rutee, A., et al. (2010): Insecticide resistance in *Culex pipiens quinquefasciatus* and *Aedes albopictus* mosquitoes from La Reunion Island. *Insect Biochem Mol Biol.* 40(4):317-324.
- Turell, M.J., Byrd, B.D., Harrison, B.A. (2013): Potential for populations of *Aedes j. japonicus* to transmit Rift Valley fever virus in the USA. *J Am Mosq Control Assoc.* 29(2):133-137.
- Turell, M.J., Dohm, D.J., Sardelis, M.R., Oguinn, M.L., Andreadis, T.G., Blow, J.A. (2005): An update on the potential of north American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile virus. *J Med Entomol.* 42(1):57-62.
- Valerio, L., Marini, F., Bongiorno, G., Facchinelli, L., Pombi, M., Caputo, B., et al. (2010): Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in urban and rural contexts within Rome province, Italy. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 10(3):291-294.
- Vezzani, D., Carbajo, A.E. (2008): *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* and dengue in Argentina: current knowledge and future directions. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.* 103(1): 66-74.

- Vermeulen, T.D., Reimerink, J., Reusken, C., Giron, S., de Vries, P.J. (2020): Autochthonous dengue in two Dutch tourists visiting Departement Var, southern France. *Euro Surveill.* 25(39).
- Vazeille, M., Jeannin, C., Martin, E., Schaffner, F., Failloux, A.B. (2008): Chikungunya: a risk for Mediterranean countries? *Acta Trop.* 105(2):200-202.
- Versteirt, V., Schaffner, F., Garros, C., Dekoninck, W., Coosemans, M., Van Bortel, W. (2009): Introduction and establishment of the exotic mosquito species *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) in Belgium. *J Med Entomol.* 46(6):1464-1467
- Wymann, M.N., Flacio, E., Radczuweit, S., Patocchi, N., Luthy, P. (2008): Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) - a threat for Switzerland? *Euro Surveill.* 13(10):8058.

Abstract

INVASIVE MOSQUITO SPECIES (DIPTERA: CULICIDAE) IN SERBIA

Mihaela Kavran, Aleksandra Ignjatović Ćupina, Dušan Petrić

Univezitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet

Novi Sad, Srbija

E-mail: mihaela.kavran@polj.uns.ac.rs

Invasive mosquito species surveillance has been carried out in Europe since late 1990s, and the results revealed that their distribution range and population density have been increasing every year (ECDC, 2020). Majority of European countries are affected by at least one of invasive mosquito species, which are considered as important vector species of public health concern. *Aedes* invasive species are very aggressive daily biters and highly competitive with native mosquito species co-existing in the same breeding sites.

Although pathogens transmitted by mosquitoes are much bigger problem in tropical areas, imported and autothonous cases of these diseases have been recorded every year in Europe. International and intercontinental transport of humans and goods increase the likelihood of outbreaks caused by vector-borne pathogens. Cases of imported invasive mosquito species and cases of imported human infection (with Dengue and Chikungunya virus, imported and autohtonous) are increasing every year. Together with the presence of invasive mosquito species, outbreaks caused by vector-borne pathogens are significantly driven by human behaviour, ecosystem and climat changes.

Two invasive mosquito species were present in Serbia so far: *Aedes albopictus* (Asian tiger mosquito) and *Aedes japonicus* (Japaneese bush mosquito). Populations of *Ae. albopictus* has been succesfully spreading in many urban and suburban areas in our coutry, while *Ae. japonicus* was identified in only two localities up today. According to the experience from Croatia, where this mosquito species is widely spreaded, similar scenario could be expected in Serbia as well.

Keywords: invasive mosquitoes, *Aedes albopictus*, *Aedes japonicus*, monitoring, mosquito control