

Ana Klobučar^{1*}, Ivana Vrućina²

¹ Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“ Zagreb, Mirogojska 16, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska

² Odjel za biologiju, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Cara Hadrijana 8a, 31000 Osijek, Republika Hrvatska

Invazivna vrsta komaraca *Aedes koreicus* (Edwards, 1917) - u očekivanju nalaza u Hrvatskoj

Sažetak

Azijska invazivna vrsta komaraca *Aedes koreicus* (Edwards, 1917) pronađena je prvi put na području Europe 2008. godine u Belgiji. Od tada do danas pronađena je u više zemalja središnjeg dijela Europe: Italiji, na graničnom području Švicarske i Italije, u Europskom dijelu Rusije, Sloveniji, Njemačkoj i Mađarskoj. U pojedinim područjima se udomaćila.

Vrsta *Ae. koreicus* genetski je srodna i morfološki vrlo slična vrsti *Aedes japonicus*. Sposobnost preživljavanja hladnih zima, područja pojavljivanja u Europi te legla vrste ukazuju da vrsta posjeduje i ekološke karakteristike slične karakteristikama vrste *Ae. japonicus*.

Dokazano je da je *Ae. koreicus* vektor virusa japanskog encefalitisa, nematode *Dirofilaria immitis* te potencijalni vektor *Chikungunya* virusa i nematode *Brugia malayi*.

Obzirom na prisutnost *Ae. koreicus* u susjednim državama Hrvatske te na ekološke osobitosti vrste, prisutnost i nalaz vrste u Hrvatskoj se očekuje.

Ključne riječi: *Aedes koreicus*, invazivni komarci, Europa, Croatia.

Osnovne morfološke karakteristike vrste *Aedes koreicus*

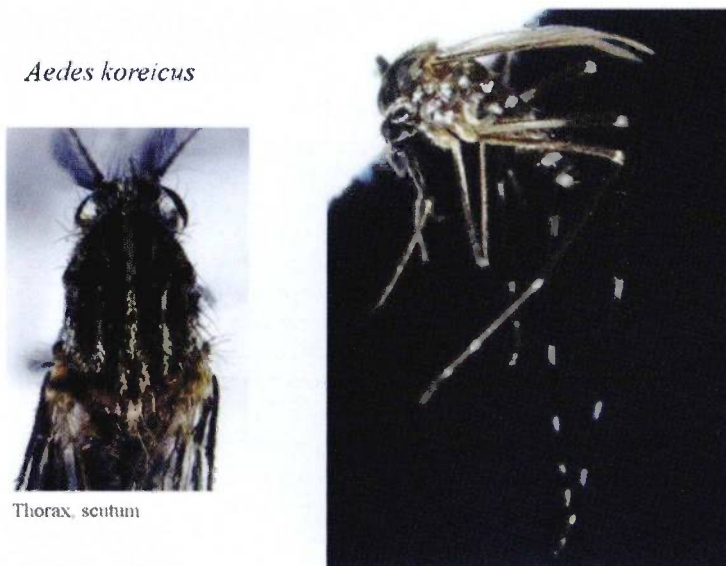
Odrasla jedinka vrste komaraca *Aedes* (Finlaya) *koreicus* (Edwards, 1917), opisana je prvi put 1917. godine. Endemsko područje vrste je južna Koreja, Japan, sjeveroistočna Kina te istočna Rusija (ECDC, 2019.). Vrsta je obitavala na ovim područjima dugi niz godina prije nego je prenesena u druge dijelove svijeta i započela širenje areala.

Sinonimi imena vrste *Ae. koreicus* su *Ochlerotatus koreicus* (Reinert, 2000.) i *Hulecoeteomyia koreica* (Reinert, 2006.)

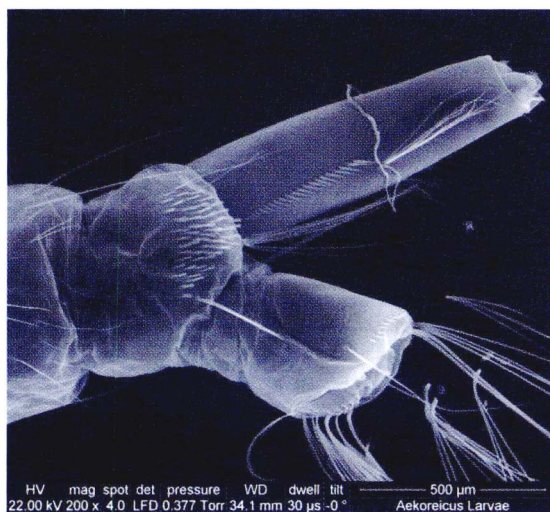
Odrasle jedinke *Ae. koreicus* su relativno velike, sa svijetlim i bijelim ljskicama na tamnom tijelu i na nogama. Odrasle jedinke morfološki nalikuju vrsti *Aedes j. japonicus* (Theobald, 1901) (Capelli i sur., 2011.), imaju nekoliko jasnih uzdužnih linija na skutumu (dorzalni dio prsa) (Slika 1). Raspored linija pomaže u razlikovanju ovih vrsta u odnosu na vrste *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) i *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894). Glavno obilježje koje razlikuje vrste *Ae. koreicus* i *Ae. j. japonicus* je obojenost četvrtog članka stražnje noge koji je u vrste *Ae. koreicus* potpuno svijetao. No, jedinke *Ae. koreicus* s otoka Jeju-do (Južna Koreja) imaju četvrti članak stražnje noge nepotpuno svijetao (svijetla zona je

* e-adresa: ana.klobucar@stampar.hr

uža od širine članka), što nije slučaj u jedinki koje obitavaju na kopnu. Ista značajka je prisutna kod svih jedinki belgijske populacije kao i u jedinki iz Italije (ECDC, 2019.). Ličinku (Slika 2) vrste su opisali Tanaka i suradnici 1979. godine iz karakterističnih primjeraka prikupljenih na Korejskom poluotoku.



Slika 1. Morfološka obilježja vrste *Ae. koreicus*
 Figure 1. Morphological characteristics of *Ae. koreicus*
 (Izvor/Source: http://bioinfo-web.mpl.ird.fr/identiciels/moskeytool_V2/html/taxa/Aedes_koreicus_F_.html)



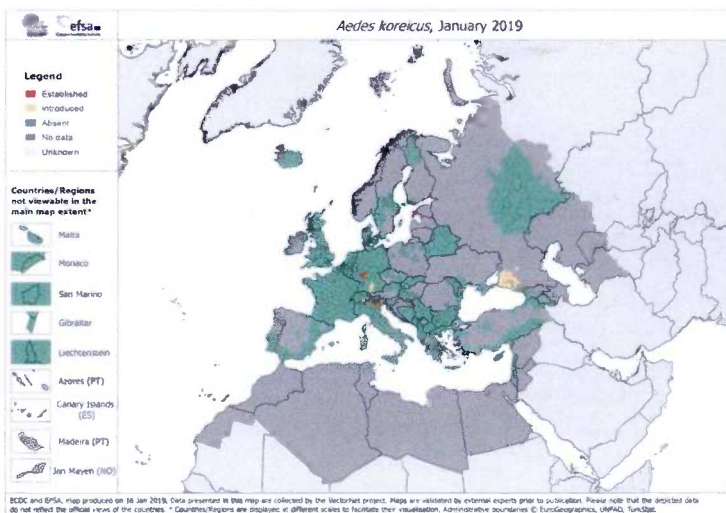
Slika 2. SEM fotografija sedla i sifona ličinke vrste *Ae. koreicus*
 Picture 2. SEM photo of the saddle and siphon of *Ae. koreicus*
 (Izvor/Source: <http://www.rci.rutgers.edu/~dinafons/Documents/Versteirtetal2012b.pdf>)

Širenje areala vrste *Ae. koreicus*

Jaja invazivnih vrsta komaraca roda *Aedes* dobro podnose duga razdoblja suše, što vrstama osigurava preživljavanje tijekom transporta i prijenosa u druge dijelove svijeta, a zatim preživljavanje na područjima u koja je vrsta prenesena.

Na području Europe do sada je zabilježeno i udomaćeno pet invazivnih vrsta komaraca roda *Aedes*: *Ae. (Stegomyia) albopictus (Stegomyia albopicta)*, *Ae. (Ochlerotatus) atropalpus (Ochlerotatus atropalpus)*, *Ae. (Finlaya) j. japonicus (Ochlerotatus j. japonicus)* ili *Hulecoeteomyia j. japonicus* i *Ae. (Stegomyia) aegypti (Stegomyia aegypti)* (ECDC, 2019.)

Vrsta *Ae. koreicus* na području Europe i izvan granica svojeg prirodnog areala prvi put je zabilježena u istočnoj Belgiji 2008. godine tijekom istraživanja komaraca. Nije poznato kako je vrsta prispjela na to područje. Uzorci jedinki koje su pronađene u Belgiji pokazali su male, ali dosljedne razlike između uzoraka jedinki *Ae. koreicus* s korejskog poluotoka koje su opisali Tanaka i sur. (1979.). Da bi se vrsta u potpunosti determinirala, učinjena je detaljna morfološka analiza belgijskih uzoraka i referentnog materijala korejske populacije na Smithsonian Institutu (Walter Reed Biosystematics Unit, WRBU), Washington, SAD (Versteirt i sur., 2012.). Prethodne morfološke i molekularne analize ukazuju na bliski odnos *Ae. koreicus* i vrsta *Ae. japonicus* kompleksa (Tanaka i sur., 1979.; Widdel i sur., 2005.; Cameron i sur., 2010.). Tanaka i sur. (1979.) opisali su preklapajuće mogućnosti svih morfoloških svojstava koje razlikuju odrasle jedinke ove dvije vrste. Novija molekularna istraživanja mikrosatelita, kao pokazatelja evolucijske udaljenosti između vrsta, potvrdila su snažnu vezu između vrsta kako je već ranije utvrđeno drugim metodama (Widdel i sur., 2005.; Cameron i sur., 2010.). Ličinke iz belgijske populacije imaju iste morfološke karakteristike koje su opisali Tanaka i sur. (1979.), a koje razlikuju *Ae. koreicus* i *Ae. j. japonicus*. Vrsta *Ae. koreicus* naknadno je ponovno zabilježena na istom području u Belgiji, uspješno se udomaćila, no put i način dolaska vrste nisu razjašnjeni (Versteirt i sur., 2012.).



Slika 3. Proširenost vrste *Aedes koreicus* u Europi zabilježena do siječnja 2019. godine
Picture 1. Distribution of *Aedes koreicus* in Europe recorded until January 2019.

(Izvor/Source: http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx)

Slijedeći nalaz vrste u Europi zabilježen je u Italiji, u pokrajini Belluno (regija Veneto), tijekom 2011. godine (Capelli i sur., 2011.). Deset odraslih jedinki morfološki i genetski su determinirane kao vrsta *Ae. koreicus*. Morfološka determinacija uzoraka ukazuje da su jedinke oblik koji se javlja na otoku Jeju-do (Koreja). Naknadna istraživanja provedena tijekom slijedećih mjeseci na istom lokalitetu pokazala su da je vrsta u Italiji lokalno udomaćena. Istraživanje tijekom 2013. godine pokazalo je ekspanziju vrste, pronađena je na površini od 3 000 km² (Montasi i sur., 2014.). Kao i u Belgiji, put unosa vrste u Italiju nije poznat, no pretpostavlja se da je vrsta prisutna na tom području već nekoliko godina.

Tijekom srpnja 2013. godine na pograničnom području Švicarske i Italije u ovipozijskim klopkama pronađena su drugačija jaja (Suter i sur., 2015.). Njihovom determinacijom potvrđen je nalaz vrste *Ae. koreicus* što je bio prvi nalaz ove vrste komaraca u Švicarskoj i Lombardiji u Italiji. Nalaz je ukazao na širenje areala vrste na području srednje Europe.

Na jugu Rusije, uz obalu Crnog mora u gradu Sochi, *Ae. koreicus* prvi put je zabilježen 2013. godine. Jedinke su determinirane morfološki i molekularnom analizom (Bezzhonova i sur., 2014.).

U Sloveniji je prvi nalaz vrste *Ae. koreicus* zabilježen u selu Lovrenc na Dravskom Polju (sjeveroistočni dio Slovenije). Vrsta je pronađena ponovnim pregledom uzoraka ličinki iz 2013. godine koje su prethodno pogrešno determinirane kao *Ae. j. japonicus*. Ličinke su 2017. godine ponovno determinirane morfološki i molekularno te je utvrđeno da se radi o jedinkama *Ae. koreicus* (Kalan i sur., 2017.), tako je ova vrsta zabilježena kao treća invazivna vrsta u Sloveniji.

Prvi nalaz vrste u Njemačkoj potvrđen je 2015. godine DNA barkodiranjem jedinke prikupljene u gradu Augsburg, Bavaria (Werner i sur., 2015.). Tijekom 2015. godine u okviru nacionalnog programa praćenja i nadzora nad komarcima prikupljene su ličinke *Ae. koreicus* na groblju, u gradu Wiesbaden. U slijedećoj godini nalaz je potvrđen, pronađena je populacija na površini veličine približno 50 km². Morfološke karakteristike udomaćene populacije nisu jednake karakteristikama populacija iz Belgije i Italije (Pfitzner i sur., 2018.).

U jugozapadnoj Mađarskoj, u urbanom području Pečuha, u lipnju 2016. godine uzorkovane su tri ženke komaraca *Ae. koreicus* (Kurucz i sur., 2016.). Zajedno s komarcima *Ae. albopictus* i *Ae. japonicus* ovo je treća invazivna vrsta komaraca u Mađarskoj.

Osnovne ekološke karakteristike vrste *Ae. koreicus*

O biologiji i aktivnosti vrste *Ae. koreicus* nema puno podataka. Navodi se da je vrsta dobro prilagođena urbanoj sredini (Kim i sur., 2005.). Kao i druge vrste roda *Aedes*, *Ae. koreicus* prezimljava u stadiju jaja, aktivnost izlijevanja jaja započinje rano u proljeće nakon topljenja snijega (Miles, 1964.; Shestakov i sur., 1966.). Kao i u vrste *Ae. japonicus*, jaja su otporna na smrzavanje i isušivanje.

Informacije o početnom unosu *Ae. koreicus* na navedenim područjima Europe su oskudne pa se pretpostavlja da je vrsta unesena međukontinentalnim transportom (kao i unos drugih invazivnih vrsta u Europu), trgovinom i prijenosom rabljenih guma (Versteirt i sur., 2012.).

Iako nedostaje činjenica o čimbenicima koji ograničavaju širenje vrste u Europi, dokazano je da je dobro prilagođena za preživljavanje sjeverne europske zime; da voli umjetna i poluprirodna legla bogata organskim tvarima te da lako koristi umjetna legla u naseljima (Versteirt i sur., 2012.; Capelli i sur., 2011.). Ličinke *Ae. koreicus* pronađene su u svim vrstama umjetnih legla, posuda i spremnika s vodom u blizini kuća, kao što su vrtni ribnjaci, bačve za vodu, šahtovi, kante, plitice za cvijeće, odbačene gume. Vrsta je pronađena i u dupljama drveća, šuplinama u kamenu, jarcima, u čistoj vodi i u vodi bogatoj organskim

tvarima (Capelli i sur., 2011.). U Južnoj Koreji odrasle jedinke se mogu pronaći od svibnja do listopada (Kim i sur., 2009), dok se na području Peipinga (Kina) (Ho, 1931.) vrsta pojavljuje kasnije u proljeće kao jedna od najčešćih vrsta komaraca. U Belgiji se ličinke vrste mogu se pronaći od ožujka ili travnja do rujna, a odrasle jedinke od svibnja do listopada s najvećom aktivnošću tijekom ljetnih mjeseci (Versteirt i sur., 2012.).

U Njemačkoj su jaja i ličinke komaraca *Ae. koreicus* pronađene zajedno s vrstom *Ae. j. japonicus*, u istim leglima i ovipozicijskim klopkama, kao i s drugim autohtonim vrstama komaraca: *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758), *Culex torrentium* (Martini, 1925), *Aedes (Finlaya) geniculatus* (Olivier, 1791) i *Anopheles (Anopheles) plumbeus* (Stephens, 1828) (Pfitzner i sur., 2018.). U Njemačkoj i Sloveniji vrsta je pronađena u leglima zajedno s jedinkama *Ae. j. japonicus*.

U usporedbi s *Ae. japonicus*, vrsta *Ae. koreicus* se češće pronalazi u područjima koja su naseljena ljudima, poznato je da se jedinke hrane na ljudima tijekom dana i noći (Kim i sur., 2006.).

Zdravstveni značaj vrste *Ae. koreicus*

Malo je podataka o vektorskom kapacitetu vrste *Ae. koreicus*. O prehranbenim sklonostima ove vrste također je malo podataka, no podatci govore da se vrsta hrani na ljudima, na životinjama na farmama i domaćim životinjama tijekom dana i noći (Tanaka i sur., 1979.; Capelli i sur., 2011.).

Do sada u Belgiji nije utvrđena vektorska uloga *Ae. koreicus*, ali se u dijelovima Rusije sumnja da je vektor virusa japanskog encefalitisa u prirodi (Miles, 1964; Shestakov i sur., 1966.). Iako je u Rusiji zabilježen eksperimentalni prijenos virusa japanskog encefalitisa ovom vrstom, virus nije izoliran iz komaraca uhvaćenih u prirodi na endemskom području vrste u Koreji (Gutsevich, 1970.). Eksperimentalno je dokazano da je vrsta kompetentan vektor nematode *Dirofilaria immitis* u Italiji (Montarsi i sur., 2015.), kao i u Peipingu, Kina (Feng, 1938). Osim toga, pretpostavlja se da je vektor i drugih arbovirusa (Cameron i sur., 2010.). Novija istraživanja vektorskog kapaciteta vrste *Ae. koreicus* za chikungunya virus pokazuju da je vrsta sposobna prenijeti virus (Ciocchetta i sur., 2018.). Izvješće korejskog Centra za kontrolu bolesti navodi da vrsta ima posredni vektorski kapacitet za prijenos nematode *Brugia malayi* na ljude (KCDC, 2007.). Uloga *Ae. koreicus* u prijenosu navedenih virusa u prirodnim uvjetima ostaje i dalje nejasna.

Zaključak

Invazivna vrsta *Ae. koreicus* postupno širi areal u europskim državama u koje je prenesena. Potrebna su daljnja istraživanja i nadzor nad vrstom kako bi se razjasnile nejasne okolnosti pojave vrste i njenog širenja na području Europe te se utvrdili ekološki uvjeti koji joj pogoduju ili je ograničavaju u širenju. Također, istraživanja o vektorskom kapacitetu vrste rasvijetlit će njenu moguću ulogu kao vektora na području Europe. Obzirom na prisutnost vrste u susjednim zemljama Hrvatske, nalaz vrste u Hrvatskoj se očekuje.

Literatura

- Bezzhonova O.V., Patraman I.V., Ganushkina L.A., Vyshemirskii O.I., Sergiev V.P., 2014. The first finding of invasive species *Aedes (Finlaya) koreicus* (Edwards, 1917) in European Russia. *Med Parazitol (Mosk)*, 1:16-19
- Cameron E.C., Wilkerson R.C., Mogi M., Miyagi I., Toma T., Kim H.C., 2010. Molecular phylogenetics of *Aedes japonicus*, a disease vector that recently invaded Western Europe, North America, and the Hawaiian islands. *J Med Entomol*, Jul;47(4):527-535

- Capelli G., Drago A., Martini S., Montarsi F., Soppelsa M., Delai N., 2011. First report in Italy of the exotic mosquito species *Aedes (Finlaya) koreicus*, a potential vector of arboviruses and filariae. *Parasit Vectors*, 4:188
- Ciocchetta S., Prow N.A., Darbro J.M., Frentiu F.D., Savino S., Montarsi F., Capelli G., Aaskov J.G., Devine G.J., 2018. The new European invader *Aedes (Finlaya) koreicus*: a potential vector of chikungunya virus. *Pathog Glob Health*, May;112(3):107-114
- Feng L.C., 1938. The tree hole species of mosquitoes of Peiping, China. *Chin Med J Suppl*, 2: 503-525
- Gutshevich A.V., Monchadskii A.S., Shtakelberg A.A., 1970. Mosquitoes. Family Culicidae. Fauna of the USSR. Diptera, Nauka, Leningrad, 3 (4), 384 pp., English translation, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 1974. 408 pp.
- Ho C., 1931. Study of the adult Culicidae of Peiping. *Bulletin Fan Memorial Institute of Biology*, 11:107-175
- Kalan K., Susnjar J., Ivovic V., Buzan E., 2017. First record of *Aedes koreicus* (Diptera, Culicidae) in Slovenia. *Parasitol Res*, 116:2355-2358
- Kemenesi G., Buzas D., Zana B., Kurucz K., Krtinic B., Kepner A., Foldes F., Jakab F., 2018. First genetic characterization of Usutu virus from *Culex pipiens* mosquitoes Serbia, 2014. *Sep*;63:58-61
- Kemenesi G., Dallos B., Oldal M., Kutas A., Foldes F., Nemeth V., Reiter P., Bakonyi T., Banyai K., Jakab F. 2014. Putative novel lineage of West Nile virus in *Uranotaenia unguiculata* mosquito, Hungary. *Virusdisease*, Dec;25(4):500-503
- Kim C.H., Chong S.T., Collier B.W., Klein T.A., 2009. Seasonal prevalence of mosquitoes collected from light traps in the Republic of Korea. 2005. *Entomological Research*, 39:70-77
- Kim C.H., Chong S.T., O'Brien L.L., M.L. OG, Lee H-C, Klein T.A., 2006. Seasonal prevalence of mosquitoes collected from light traps in the Republic of Korea in 2003. *Entomological Research*, 36:139-148
- Korean Centre for Disease Control, 2007. Elimination of Lymphatic filariasis in Korea. National document for certification. Republic of Korea: National Institute of Health. Centres for Disease Control and Prevention, Ministry of Health and Welfare
- Kurucz K., Kiss V., Zana B., Schmieder V., Kepner A., Jakab F., Kemenesi G., 2016. Emergence of *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) in an urban area, Hungary. *Parasitol Res* 115:4687-4689
- Miles J.A., 1964. Some ecological aspects of the problem of arthropod-borne Animal viruses in the Western Pacific and South-East Asia regions. *Bull World Health Organ*, 30:197-210
- Montarsi F., Ciocchetta S., Devine G., Ravagnan S., Mutinelli F., Frangipane di Regalbono A., Otranto D., Capelli G., 2015. Development of *Dirofilaria immitis* within the mosquito *Aedes (Finlaya) koreicus*, a new invasive species for Europe. *Parasit Vectors*, Mar 23;8:177
- Pfützner W.P., Lehner A., Hoffmann D., Czajka C., Becker N., 2018. First record and morphological characterization of an established population of *Aedes (Hulecoeteomyia) koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany. *Parasit Vectors*, 11:662
- Reinert J.F., 2000. New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Aedini), elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generic rank, reclassification of the other subgenera, and notes on certain subgenera and species. *J Am Mosq Control Assoc*, Sep;16(3):175-188
- Reinert J.F., Harbach R.E., Kitching I.J., 2006. Phylogeny and classification of *Finlaya* and allied taxa (Diptera : Culicidae : Aedini) based on morphological data from all life stages. *Zool J Linn Soc-Lond*, Sep;148(1):1-101
- Shestakov V.I., Mikheeva A.I., 1966. Study of vectors of Japanese encephalitis in the Maritime Territory. *Med Parazitol (Mosk)*, Sep-Oct;35(5):545-550
- Suter T., Flacio E., Farina B.F., Engeler L., Tonolla M., Muller P., 2015. First report of the invasive mosquito species *Aedes koreicus* in the Swiss-Italian border region. *Parasit Vectors*, 8:402
- Tanaka K., Mizusawa K., Saugstad E.S., 1979. A revision of the adult and larval mosquitoes of Japan (including the Ryukyu Archipelago and the Ogasawara islands) and Korea (Diptera: Culicidae). *Contributions of the American Entomological Institute*, 16:1-987

-
- Versteirt V., De Clercq E.M., Fonseca D.M., Pecor J., Schaffner F., Coosemans M., 2012. Bionomics of the established exotic mosquito species *Aedes koreicus* in Belgium, Europe. *J Med Entomol*, Nov;49(6):1226-1232
- Werner D., Zielke D.E., Kampen H., 2016. First record of *Aedes koreicus* (Diptera: Culicidae) in Germany. *Parasitol Res*, Mar;115(3):1331-1334
- Widdel A.K., McCuiston L.J., Crans W.J., Kremer L.D., Fonseca D.M., 2005. Finding needles in the haystack: single copy microsatellite loci for *Aedes japonicus* (Diptera: Culicidae). *Am J Trop Med Hyg*, Oct;73(4):744-748
- Yamada S., 1927. An experimental study on twenty-four species of Japanese mosquitoes regarding their suitability as intermediate host for *Filaria bancrofti* Cobbold. *Scientific Report of the Government Institute of Infectious Diseases*, 6:559-622
- <https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/aedes-koreicus>

.....

Ana Klobučar^{1*}, Ivana Vrućina²

¹ Andrija Štampar Teaching Institute of Public Health, Mirogojska cesta 16, 10000 Zagreb, Republic of Croatia

² Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Cara Hadrijana 8a, 31000 Osijek, Republic of Croatia

Invasive mosquito *Aedes koreicus* (Edwards, 1917) - in anticipation of the findings in Croatia

Abstract

The Asian invasive mosquito species *Aedes koreicus* (Edwards, 1917) was found for the first time in Europe in 2008, in Belgium. Since then it has been found in several countries in the central part of Europe: in Italy, at the border area of Switzerland and Italy, in European Russia, Slovenia, Germany and Hungary. In some areas has become established.

Aedes koreicus is genetically related and morphologically very similar to the *Aedes j. japonicus* mosquito. The ability to survive cold winters, the area of occurrence in Europe and species breeding sites indicate that the species also has ecological characteristics similar to the species *Ae. j. japonicus*.

It was been shown that *Ae. koreicus* is a vector of Japanese encephalitis virus, nematode *Dirofilaria immitis* and potential vector of Chikungunya virus and nematode *Brugia malayi*.

Given the presence of *Ae. koreicus* in the neighboring countries of Croatia and on the ecological characteristics of the species, presence and occurrence of species in Croatia is in anticipation.

Key words: *Aedes koreicus*, invasive mosquitoes, Europa, Croatia.

* e-address: ana.klobucar@stampar.hr