

PRIMENA VIZUELNE I OLFAKTORNE PERCEPCIJE U MONITORINGU I SUZBIJANJU BILJNIH VAŠI

Ivana Lalićević, Anđa Radonjić, Olivera Petrović-Obradović

Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet

E-mail: avucetic@agrif.bg.ac.rs

Izvod

Poznavanje građe i funkcije čula biljnih vaši, kao i razumevanje njihovog ponašanja, omogućili su razvoj velikog broja metoda sakupljanja, praćenja leta i kontrole njihove brojnosti. Prve metode koje su korišćene bile su obojene, najčešće žute, lovne posude kojima su vaši sakupljane. Kasnije su razvijene i metode koje koriste čulo mirisa biljnih vaši u cilju smanjenja njihove brojnosti u poljima. To su uglavnom metode setve različitih biljaka, kao što su granične biljke, biljke klopke i mešana setva različitih biljnih vrsta. Hemijske materije, kao što su feromoni biljnih vaši i etarska ulja, našla su praktičnu primenu.

Ključne reči: biljne vaši, Hemiptera, Aphididae, čulo vida, čulo mirisa, monitoring, suzbijanje

UVOD

Biljne vaši (Hemiptera: Aphididae) su brojna grupa fitofagnih insekata. U svetu je opisano preko 5000 vrsta (Favret, 2017), koje se hrane i razvijaju na gajenim i biljkama spontane flore, kao i na šumskom rastinju i drveću. Ekonomski su jedna od najznačajnijih grupa insekata jer se 450 vrsta hrani i razvija kolonije na gajenim biljkama (Blackman i Eastop, 2007). Štete na gajenim biljkama u svetu pričinjava oko 250 vrsta dok je u Srbiji zabeleženo preko 100 vrsta koje mogu naneti ekonomski značajne štete svojom ishranom (Petrović-Obradović, 2003). Međutim, broj vrsta koje mogu naneti štete u biljnoj proizvodnji je veći, jer pored direktnih šteta nastalih usled ishrane, biljne vaši značajne štete nanose i prenošenjem fitopatogenih virusa. Vaši su vektori preko 270 vrsta virusa značajnih u poljoprivrednoj proizvodnji (Katis i sar., 2007), a vektori nekih od tih virusa mogu biti i vaši koje se hrane na biljkama spontane flore, urbanom zelenilu ili u šumskim ekosistemima.

Velika brojnost vrsta i jedinki u kolonijama, kao i specifičan ciklus razvicia koji podrazumeva smenu seksualne i partenogenetskih generacija, beskrilnih i krilatih formi, kao i moguću promenu domaćina tokom sezone, lako razvijanje rezistentnosti, čine ovu grupu insekata teškom za suzbijanje. Poznavanje građe i funkcije njihovih čula i razumevanje njihovog ponašanja dovelo je do unapređenja metoda kontrole njihove brojnosti. Iako su veoma sitni insekti koji se na veća rastojanja šire uz pomoć vetra, u pronalaženju odgovarajuće biljke domaćina

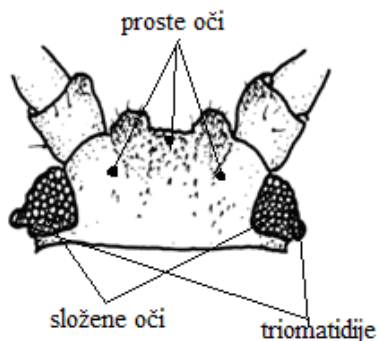
aktivno koriste svoja čula. U prvim fazama kada sa određenog odstojanja prepoznaju svog potencijalnog domaćina uključena su čula vida i mirisa, a kada slete na biljku procenjuju podobnost domaćina čulom ukusa (Powell i sar., 2006).

Prve metode koje su uspešno korišćene za sakupljanje vaši u poljima, a oslanjale su se na njihova čula, bile su obojene lovne posude. Razvojem organske poljoprivrede razvile su se i različite metode setve kojima se utiče na brojnost ovih insekata na poljoprivrednim površinama (Hooks i Johnson, 2003). Osim primenjenog, metode sakupljanja biljnih vaši imaju i ekološki značaj. Sakupljanje biljnih vaši, tj. praćenje njihovog leta pomoću različitih vrsta klopki, je mera kojom se može utvrditi sastav afidofaune nekog područja, pratiti kretanje vaši, prognozirati vreme prve pojave na gajenim biljkama na početku vegetacije, pratiti dugoročni trend razvoja populacije, ali i klimatske promene. Pored toga, pogodne su i za otkrivanje neregistrovanih vrsta na određenim područjima (Halbert i sar., 2000; Coceano i Petrović-Obradović, 2006; Vučetić i sar., 2014) kao i invazivnih vrsta vaši (Teulon i Scott, 2006).

U ovom radu biće prikazana građa čula vida i mirisa biljnih vaši i navedene metode koje se koriste u cilju njihovog sakupljanja i kontrole.

Čulo vida biljnih vaši

Kod biljnih vaši poznata su tri tipa očiju: složene oči, triomatidije i proste oči (slika 1). Složene oči su uvek u potpunosti razvijene kod imaga, a broj omatidija se razlikuje u zavisnosti od vrste vaši. Broj omatidija je veći kod krilatih u odnosu na beskrilne forme vaši. Triomatidije poseduju sve vrste vaši. Nalaze se na donjim ivicama složenih očiju, u vidu ispupčenja. Proste oči su prisutne samo kod krilatih formi. Jedno je smešteno između osnove pipaka dok su druga dva smeštena blizu složenih očiju. Smatra se da su složene oči zadužene za detekciju pokreta i osetljive su na određeni deo spektra svetlosti. S obzirom da su bolje razvijene kod krilatih formi pretpostavlja se da su zajedno sa prostim očima zadužene za orijentaciju u prostoru i za lokaciju mesta za sletanje (Minks i Harrewijn, 1987).



Slika 1. Vrste i položaj očiju na glavi krilate forme biljne vaši (orig.)

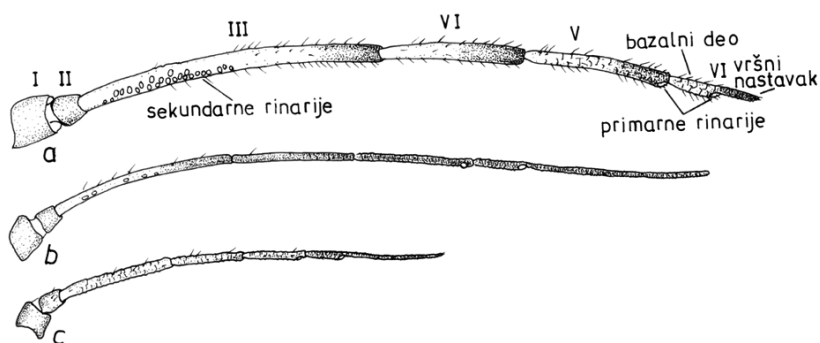
Prva istraživanja ponašanja biljnih vaši ukazivala su na to da vaši kod prepoznavanja i odabira biljke hraniteljke, koriste samo čulo vida, tj. da reaguju prvenstveno na izgled biljke, sve do sletanja na biljku kada se uključuje čulo mirisa, a konačnu ulogu u prepoznavanju domaćina igra čulo ukusa (Kennedy i Stroyan, 1959). Utvrđeno je da vaši pokazuju posebnu orijentaciju prema žutoj boji (Dixon, 1985), pa su i prve metode sakupljanja, koje su se bazirale na njihovom čulu vida, bile lovne posude žute boje (slika 3). Krilatim formama vaši najprivlačnija je žuta boja, mada ceo spektar boja u kom se nalaze narandžasta – žuta – zelena, ima neki stepen privlačnosti za njih. Iz tog razloga, pored žutih u upotrebi su i zelene lovne klopke koje imitiraju boju lista, ali se manje koriste, jer je dokazano da su manje efikasne (Irwin, 1980). Obojene lovne posude pogodne su za praćenje leta biljnih vaši na manjoj površini. Praćenje leta biljnih vaši u lovnim posudama je mera koja omogućava da se na određenom području utvrdi koje vrste biljnih vaši su prisutne i u kojoj brojnosti, kao i vreme doletanja vaši u polje. Svi ti podaci su od značaja naročito kada se prate biljne vaši kao vektori virusa koji su često ograničavajući faktor uspešne biljne proizvodnje. Stepem zaraze virusima zavisi od vrsta vaši i broja jedinki svake vrste koje slete u polje i donesu virus. Jedna od mogućnosti uspešne proizvodnje je pronalaženje terena na kojima je brojnost vaši niska, pa time i rizik od zaraze virusima. Takva istraživanja sprovedena su na teritoriji Srbije u usevima semenskog krompira, gde se na različitim lokalitetima na različitim nadmorskim visinama sakupljane vaši pomoću žutih lovnih posuda. Analizom sadržaja klopki i procenom mogućnosti zaraze virusima, utvrđeno je da su pogodni izolovani tereni na nadmorskim visinama iznad 1100m (Vučetić i sar., 2013).

Osim izolovane proizvodnje, drugi efikasan način sprečavanja zaraze virusima koje nose vaši je sprečavanje sletanja vaši u polje. Saznanjem da vaši reaguju na različite spektre svetlosti, razvile su se i metode zastiranja folijama koje reflektuju svetlost, pa odbijaju vaši. Aluminijska folija reflektuje ultraljubičaste zrake koji zbunjuju insekte i menjaju njihov smer letenja. Istraživanja su pokazala da na povrtarskim kulturama, folije mogu da odlože pojavu biljnih vaši, a samim tim da zaštite mladi usev od virusa koje prenose ove štetočine. Smanjenje broja vaši u poljima postiže se i korišćenjem različitih vrsta malča (obojeni plastični malč, aluminijski malč, kao i biorazgradivi malč) (Greer i Dole, 2013). Takođe, setva graničnih biljaka je mera koja daje dobre rezultate. Kada vaši doleću u polje, mnoge vrste vaši prvo naseljavaju ivice parcele jer ih privlači kontrast između boje biljaka i zemlje. Uloga graničnih biljaka je višestruka: kao fizička barijera smanjuju broj jedinki koje slete u polje, maskiraju biljku domaćina i utiču na smanjenje zaraze virusima jer vaši na njima mogu očistiti stilete i tako se osloboditi neperzistentnih virusa (DiFonso i sar., 1996). Usev ovsa u širini od 1m pokazao se kao efikasan reducent zaraze krompira Y virusom (Radcliffe i sar.,

2007). Te biljke mogu služiti i kao klopke (“trap crops”), kada su privlačnije za vaši od gajene biljke, a naročito ako su prethodno isprskane sistemskim insekticidima (Hooks i Fereres, 2006).

Čulo mirisa biljnih vaši

Kod biljnih vaši na pipcima se nalaze mirisni organi koji se nazivaju rinarije. Najčešće su kružnog ili ovalnog oblika. Rinarije koje se javljaju i kod larvi i kod odraslih nazivaju se primarne rinarije, dok se tzv. sekundarne rinarije nalaze samo kod odraslih. Svaki pipak ima po dve primarne rinarije od kojih se jedna nalazi u blizini vrha pretposlednjeg V segmenta, dok je druga smeštena na vrhu debljeg bazalnog dela poslednjeg, najčešće VI segmenta. Sekundarne rinarije su najbrojnije na trećem članku pipka (slika 2). Ove rinarije su prisutne u većem broju na pipcima mužjaka u odnosu na ženke. Takođe, sekundarne rinarije su brojnije kod krilatih u odnosu na beskrilne forme vaši (Minks i Harrewijn, 1987). Smatra se da oba tipa rinarija učestvuju u pronalaženju biljke domaćina (Boullis i Verheggen, 2016).



Slika 2. Izgled pipaka kod biljnih vaši i raspored rinarija (orig.)

Brojna su istraživanja koja pokazuju da miris biljke ima značajan uticaj na odluku biljne vaši da sleti na biljku (Visser i sar., 1996; Pettersson i sar., 1999; Ninkovic i sar., 2009). Vaši po mirisu mogu razlikovati jednu ili više srodnih vrsta biljaka domaćina od širokog spektra biljaka koje joj nisu domaćini (Pickett i sar. 1992). Ustanovljeno je da centralni nervni sistem jasno razlikuje impuls koji dolazi preko mirisnih organa, a odaje ga biljka koja jeste domaćin, od impulsa drugih biljaka (Bruce i sar., 2005).

Istraživanja uticaja mirisa biljaka na ponašanje biljnih vaši usmerena su ka pronalaženju načina da se smanji njihova brojnost u poljima i većinom se oslanjaju na teoriju da je broj herbivornih insekata manji tamo gde je biljni

svet raznovrsniji (Andow, 1991). Broj beskrilnih i krilatih vaši je manji, a broj prirodnih neprijatelja veći u mešanim zasadima (Showler i Greenberg, 2003). Pretpostavlja se da do smanjenog broja herbivora dolazi usled toga što insekti u tolikoj raznovrsnosti mirisa i boja teško prepoznaju odgovarajuću biljku. Mirisi biljaka koje nisu domaćini mogu maskirati mirise domaćina ili neutralizovati pozitivne efekte mirisa domaćina. Mirisi biljaka koje nisu domaćini određenoj vrsti vaši, mogu imati repelentno dejstvo na tu vaš (Ben-Issa i sar., 2017). Takođe, miris jedne biljke može da izazove neku vrstu stresa kod druge biljke usled čega dolazi do fizioloških promena koje rezultiraju promenama u osnovnom mirisu biljke. Vaši reaguju i na tako male promene mirisa i biljku više ne prepoznaju kao svog domaćina (Dahlin i sar., 2015). Izazivanjem stresa kod biljaka može se smanjiti pritisak vaši, jer vaši više privlače mirisi zdravih nego napadnutih biljaka (Brunissen i sar., 2008). Jedan od načina da se imitira prirodna raznolikost biljaka je mešana setva različitih biljaka (slika 3) što daje dobre rezultate kada je u pitanju prinos biljaka, ali i brojnost insekata (Potts i Gunadi, 1991; Mogahed, 2003; Okonkwo, 2002). Biljke ječma izložene mirisima *Chenopodium album* L. i *Solanum nigrum* L., značajno su manje privlačne vrsti *Rhopalosiphum padi* (L.), a biljke krompira sejane sa crnim lukom vrsti *Myzus persicae* (Sulz.), što je utvrđeno u poljskim i u laboratorijskim uslovima (Ninkovic i sar., 2009; Ninkovic i sar., 2013).



Slika 3. Žuta lovna posuda u usevu mešane setve krompira i crnog luka (orig.)

Poslednjih godina sve su češća istraživanja mogućnosti upotrebe etarskih ulja aromatičnih biljaka, kao i feromona biljnih vaši u cilju smanjenja njihove brojnosti.

Etarska ulja se zbog svojih pozitivnih osobina sve češće koriste u zaštiti bilja, a upotrebu su našla i kod suzbijanja biljnih vaši. Dosadašnja istraživanja uticaja etarskih ulja na biljne vaši većinom su fokusirana na njihovo kontaktno ili

fumigantno delovanje. Utvrđeno je da etarska ulja pet biljnih vrsta (*Foeniculum vulgare* Mill., *Mentha piperita* L., *M. pulegium* L., *Ocimum basilicum* L. i *Pimpinella anisum* L.) pokazuju odlično insekticidno dejstvo na biljne vaši (Ikbal i Pavela, 2019). Iako mirisi mnogih biljnih vrsta deluju odbijajuće na biljne vaši, njihova etarska ulja još uvek nisu našla primenu kao repelenti. Većina istraživanja koja se bave ovom problematikom su laboratorijska i pokazuju da etarska ulja mogu imati i repelentno dejstvo na biljne vaši. Istraživanja Pascual-Vilalobos i sar. (2017) pokazuju da etarska ulja anisa, mente i limunove trave imaju repelentno dejstvo na beskrilne ženke *R. padi*.

Upotreba feromona u strategiji kontrole brojnosti biljnih vaši istražuje se dugi niz godina. Biljne vaši za komunikaciju koriste seksualne i alarmne feromone. Upotreba seksualnih feromona u praksi je ograničena jer vaši imaju složen životni ciklus (gamogenetska generacija se pojavljuje krajem sezone), pa je vreme koje bi bilo pogodno da se iskoriste ovi feromoni veoma kratko (obično u novembru). Seksualni feromoni bi se efikasno mogli primeniti u voćarstvu, jer se bi se pomoću njih mogla izazvati neravnoteža u procesu parenja i na taj način bi se smanjio broj položenih jaja na voćkama (Boullis i Verheggen, 2016). Druga važna grupa su alarmni feromoni koji su manje specijalizovani od seksualnih feromona. To su jedinjenja triglicerida koje vaši ispuštaju u vidu kapljica iz kornikula. Glavna komponenta alarmnog feromona je (E) - β -farnesen (E β f) (Pickett i Griffiths, 1980). Ovi feromoni ne utiču samo na smanjenje brojnosti vaši, već i na povećanje brojnosti njihovih prirodnih neprijatelja. Brojni eksperimenti u laboratorijskim uslovima pokazuju efikasnost ovih feromona u kontroli brojnosti vaši, ali su primećeni i brojni nedostaci koji ograničavaju njihovu praktičnu primenu u polju. Jedan od nedostataka je da se njihova koncentracija i efikasnost u polju vremenom smanjuju, pa se vaši kasnije vraćaju na biljke domaćine. Upotreba alarmnih feromona ima veliki potencijal, ali zahteva mnogo dodatnih istraživanja (Vandermoten i sar., 2012).

Iako su tema ovog rada metode praćenja prisustva i brojnosti biljnih vaši koje se zasnivaju na korišćenju čula vida i mirisa, važno je napomenuti da se u praksi takođe koriste i usisne i žičane lepljive klopke, koje su neselektivne, jer sakupljaju sve sitne insekte. Usisne klopke, kojima se prati let vaši na širem području, u prečniku od više desetina kilometara (u zavisnosti od visine klopke i konfiguracije terena), su u široj upotrebi u Evropi. Prva klopka, visoka 12,2m postavljena je 1964. godine u Rothamstedu u Engleskoj (Bell i sar., 2015), a kasnije su iste takve klopke korišćene širom Evrope, SAD i Kanade. One omogućavaju monitoring vaši na različitim područjima, prostorno i vremensko registrovanje pojave nekih značajnih vrsta i blagovremenu primenu mera zaštite. Takođe, postoje i žičane lepljive klopke pomoću kojih se sakupljaju vaši sa manjeg prostora.

ZAKLJUČAK

U potrazi za biljkom domaćinom biljne vaši se oslanjaju na čulo vida i čulo mirisa. Pomoću njih prepoznaju biljku domaćina sa određene udaljenosti, ali tek nakon sletanja, probnom ishranom, odlučuju da li im biljka odgovara za ishranu. Poznavanje građe čula vida i mirisa, kao i preferenduma biljnih vaši ka određenim bojama ili mirisima, omogućili su razvoj brojnih metoda praćenja njihovog leta, sakupljanja, a time i smanjenja brojnosti u poljima. U upotrebi su: obojene lovne posude (žute i zelene), folije koje reflektuju svetlost, razne vrste malča, granične biljke, biljke klopke, klopke sa seksualnim i alarmnim feromonima i etarska ulja. Sve ove metode našle su primenu u biljnoj proizvodnji, naročito u organskoj poljoprivredi.

Zahvalnica

Istraživanje je podržano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Projekat br. III 43001 i III 46008).

LITERATURA

- Andow, D.A. (1991): Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.* 36; 561–586
- Ben-Issa, R., Laurent Gomez, L. and Gautier, H. (2017): Companion Plants for Aphid Pest Management. *Insects*, 8, (4) 11.
- Blackman, R.L. and Eastop, V.F. (2007): Taxonomic Issues. In: *Aphids as Crop Pests*. Edited by H.F. van Emden and R. Harrington. CAB International.
- Bell, J.R., Alderson, L., Izera, D., Kruger, T., Parker, S., Pickup, J., Shortall, C.R., Taylor, M.S., Verrier, P. and Harrington, R. (2015): Long-term phenological trends, species accumulation rates, aphid traits and climate: Five decades of change in migrating aphids. *Journal of Animal Ecology*, 84: 21–34.
- Boullis A. and Verheggen F. J. (2016): Chemical Ecology of Aphids (Hemiptera: Aphididae). *Biology and Ecology of Aphids*. Edited by Andreas Vilcinskis. Taylor i Francis Group, LLC.
- Bruce, T.J.A., Wadhams, L.J. and Woodcock, C.M. (2005): Insect host location: a volatile situation. *Trends in Plant Science*. 10 (6): 269–274.
- Brunissen, L., Cherqui, A., Ameline, A., Vincent, C. and Giordanengo, P. (2008): Indirect Interactions between two Aphid Species: Con sequences for Behaviour and Performance of the Potato Aphid *Macrosiphum euphorbiae*. Symposium, Plant interactions with aphids. Wageningen 18–20 August. pp.12.
- Coceano, P.G. and Petrović-Obradović, O. (2006): New Aphid Species Caught by Suction Trap. *Phytoparasitica* 34 (1): 63–67.
- Dahlin, I., Vučetić, A., Ninkovic, V. (2015): Changed host plant volatile emissions induced by chemical interaction between unattacked plants reduce aphid plant acceptance with intermorph variation. *Journal of Pest Science* (2015), 88 (2): 249–257.

- Favret, C. (2017). Aphid species file. Version 5.0/5.0. <http://Aphid.SpeciesFile.org>.
- Difonso, C.D., Ragsdale, D.W., Radcliffe, E.B., Gudmestad, N.C. and Secor, G. A. (1996): Crop borders reduce potato virus Y incidence in seed potato. *Ann. Appl. Biol.* 129, 289 – 302.
- Dixon, A. F. G. (1985): *Aphid ecology*. Blackie. Glasgow.
- Greer, L. and Dole, J. M. (2013): Aluminium Foil, Aluminium-painted Plastic, and Degradable Mulches Increase Yields and Decrease Insect-vectored Viral Diseases of Vegetables. *HortTechnology*, 13 (2), pp. 276–284
- Halbert, S.E., Remaudiere, G., and Webb, S.E. (2000): Newly established and rarely collected aphids (Homoptera: Aphididae) in Florida and the Southeastern United States. *Florida Entomologist* 83(1), 79–91.
- Hooks, C.R.R. and Johnson, M.W. (2003): Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection* 22: 223–238.
- Hooks, C.R.R. and Fereres, A. (2006): Protecting plants from non – persistently aphid – transmitted viruses: A review on the use of barrier plants as a management tool. *Virus Research* 120, 1 – 15.
- Ikbal, C. and Pavela, R. (2019): Essential oils as active ingredients of botanical insecticides against aphids. *Journal of Pest Science*. 92:971–986.
- Irwin, M.E. (1980): Sampling aphids in soybean fields. In: *Sampling Methods in Soybean Entomology*. (ed) M. Kogan and D.C. Herzog. Pp. 239–259. Springer-Verlag, New York
- Katis, N. I., Tsitsipis, J. A., Stevens, M., i Powell, G. (2007): Transmission of plant viruses. In H. F. Van Emden i R.Harrington (Eds.), *Aphids as crop pests* (pp. 353–390). Wallingford: CABI.
- Kennedy, J. S., Stroyan, H. L. G. (1959): Biology of aphids. *Annual Review of Entomology*. 4: 139–160.
- Minks, A. K. and Harrewijn, P. (1987): *Aphids their biology, natural enemies and control*. Volume A. Elsevier, Amsterdam-Oxford- New York- Tokyo, 1987.
- Mogahed, M.I. (2003): Influence of intercropping on population dynamics of major insect-pests of potato (*Solanum tuberosum*) on North Sinai Governorate, Egypt. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 73 (10); 546–549.
- Ninkovic, V., Glinwood, R. and Dahlin, I. (2009): Weed-barley interactions affect plant acceptance by aphids in laboratory and field experiments. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 133. 38–45.
- Ninkovic V., Dahlin I., Vucetic A., Petrovic-Obradovic O., Glinwood R., et al. (2013): Volatile Exchange between Undamaged Plants – a New Mechanism Affecting Insect Orientation in Intercropping. *PLoS ONE* 8(7): e69431.
- Okonkwo, J.C. (2002): Effect of time of introducing soybean into potato on the performance of potato/soybean intercrop in Jos Plateau, Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture and the Environment* 4 (2): 185 – 191.
- Pascual-Villalobos, M.J. Cantó-Tejero, M., Vallejo, R., Guirao, P., Rodríguez-Rojo, S. and Cocero, M.J. (2017): Use of nanoemulsions of plant essential oils as aphid repellents. *Industrial Crops i Products*, 110, 45–57

- Petrović-Obradović, O. (2003): Biljne vaši (Homoptera: Aphididae) Srbije. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Pettersson, J., Ninkovic, V. and Ahmed, E. (1999): Volatiles from Different Barley Cultivars Affect Aphid Acceptance of Neighbouring Plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 49: 152–157.
- Pickett, J.A. i Griffiths, D.C. J (1980): Composition of aphid alarm pheromones. *Journal of Chemical Ecology*, 6 (2): 349–360.
- Pickett, J.A., Wadhams, L.J. and Woodcock, C.M. (1992): The chemical ecology of aphids. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 67–90.
- Potts, M. and Gunadi, N. (1991): The influence of intercropping with allium on some insect populations in potato (*Solanum tuberosum*). *Ann. Appl. Biol.*, 119, 207 – 213.
- Powell, G., Tosh, C.R. and Hardie, J. (2006): Host Plant Selection by Aphids: Behavioural, Evolutionary, and applied Perspectives. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 309–330.
- Radcliffe, E.B., Ragsdale, D.W. and Suranyi, R.A. (2007): IPM case studies, seed potato. H. van Emden, R. Harrington (Eds.), *Aphids as crop pests*, CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 613–625.
- Showler, A.T. and Greenberg, S.M. (2003): Effects of weeds on selected arthropod herbivore and natural enemy populations, and on cotton growth and yield. *Environ. Entomol.* 32; 39–50.
- Teulon, D.A.J. and Scott, I.A.W. (2006): The use of suction traps for detection of unwanted invasive insects and other invertebrates. *New Zeland Plant Protection* 59: 125–131.
- Visser, J.H., Piron, P.G.M. and Hardie, J. (1996): The aphids' peripheral perception of plant volatiles. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 80: 35 – 38.
- Vandermoten, S., Mescher, M.C., Francis, F., Haubruge, E., Verheggen, F.J. (2012): Aphid alarm pheromone: An overview of current knowledge on biosynthesis and functions. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 42 (3): 155–163.
- Vučetić, A., Jovičić, I., Petrović-Obradović, O. (2014): Several new and one invasive aphid species (Aphididae, Hemiptera) caught by yellow water traps in Serbia. *Phytoparasitica*, vol. 42 br. 2; 247–257.
- Vučetić A., Vukov T., Jovičić I, Petrović-Obradović, O. (2013): Monitoring of aphid flight activities in seed potato crops in Serbia. In: Popov A, Grozeva S, Simov N, Tasheva E (Eds) *Advances in Hemipterology. ZooKeys* 319; 333–346.

Abstract

APPLICATION OF VISUAL AND OLFACTORY PERCEPTION IN MONITORING AND CONTROL OF APHIDS

Ivana Lalićević, Anđa Radonjić, Olivera Petrović-Obradović

University of Beograd – Faculty of Agriculture

E-mail: avucetic@agrif.bg.ac.rs

Knowledge of the structure and function of sensory system of aphids, as well as understanding of their behavior, enabled the development of different methods of aphid collection, flight monitoring and control. The first methods used for collecting aphids were the colored water traps, most commonly of yellow color. Methods based on olfactory perception in order to reduce the abundance of aphids in the field have been developed later. These methods are mainly based on sowing different plant species, such as border crops, trap crops and intercropping. Chemicals, such as pheromones and essential oils, have also found practical application.

Keywords: aphids, Hemiptera, Aphididae, visual perception, olfactory perception, monitoring, control