

ATRAKTANTI PORODICE *TEPHRITIDAE* (DIPTERA)

THE ATTRACTANTS OF THE *TEPHRITIDAE* (DIPTERA) FAMILY

M. Bjeliš

SAŽETAK

Atraktanti su osnova strategije svih trenutnih programa detekcije, monitoringa i suzbijanja štetnih vrsta porodice Tephritidae. Mogu biti prirodnog ili sintetičkog porijekla, načinjeni od individualne komponente ili cijelog kompleksa. Najčešće se koristi klasifikacija na biljne kairomone, hranidbene atraktante, seksualne feromone i paraferomone, kao mirisne semiokemikalije, uz vizualne mamce različitih boja, oblika i refleksije, kao sredstva fizikalnog načina privlačenja vrsta *Tephritidae*-a. Svi zajedno objedinjuju nivo poznavanja ponašanja i reagiranja odraslih jedinki Tephritidae-a na ponuđene im stimulanse, s ciljem razvoja i unaprjeđenja programa suzbijanja.

Ključne riječi: atraktanti, biljni kairomoni i alomoni, feromoni, paraferomoni, *Tephritidae*, vizualni atraktanti

ABSTRACT

Attractants are the basis of all current harmful tephritids detection, monitoring and suppression programs. They can be natural or synthetic by origin and range in composition from individual compounds to complex multi-component odors. Commonly used classification is to plant kairomones, food odors, sex pheromones, parapheromones as olfactory semiochemicals and visual attractants of different colors, shapes and rephlexy, as means of physical tephritids attraction. Together they all incorporate level of the knowledge of

behavior and response of adult tephritids to offered stimulants, with the aim of developing suppression programs.

Key words: attractants, food odors, plant caïromones, parapheromones, sex pheromones, tephritids, visual attractants

UVOD

Cilj rada je dati pregled i sintezu istraživanja koja su provedena u prošlosti ili se sada provode, radi otkrića, proizvodnje i primjene atraktanata nekih vrsta iz porodice *Tephritidae*. Atraktanti ili insektilici (lat. *illicio* = privlačiti) su kemijski spojevi čije pare podražavaju olfaktorne, seksualne ili neke druge receptorne organe kukaca i rezultiraju privlačenjem kukaca k tom izvoru. Učinkovitost atraktanata ovisna je o njihovoj volatilnosti i količini koja je potrebna da je kukac osjeti, a poznato je da neke vrste reagiraju i na udaljenosti od nekoliko kilometara.

Tvari koje ne hlape kao npr. šećer, ne privlače kukce, a oni kada na njih naiđu, zadržavaju se; te se tvari ne smatraju atraktantima nego arestantima. Atraktanti se u zaštiti bilja koriste u poslovima detekcije nove vrste, monitoringa, da bi se utvrdila brojnost populacije i rok suzbijanja.

Atraktanti se također izravno primjenjuju u suzbijanju jednom od mogućih metoda, od najstarije metode zatrovanih mamaca, a zatim masovnog lova različitim vrstama lovki, MAT i BAT (male annihilation technic – metoda uništavanja mužjaka / both sex annihilation - uništavanje oba spola) tehnikama, prskanjem ili u obliku malih blokova koji se rasipaju itd. Iako su u radu prikazani primjeri reagiranja nekoliko vrsta iz porodice *Tephritidae*, naglasak je dat maslininoj muhi – *Bactrocera oleae* Gmel., najznačajnijoj štetnoj vrsti u RH.

VIZUALNI ATRAKTANTI

Kod svih vrsta *Tephritidae*-a, vizualni signali igraju značajnu ulogu u određivanju položaja biljke domaćina, izvora hrane, medija za ovipoziciju ili drugih značajnih potreba (Prokopy, 1983). Kao glavni faktori vizualnog privlačenja definirani su oblik, veličina, boja, i refleksija. Podatci iz literature

čvrsto dokazuju da sve vrste *Tephritidae* vizualno odabiru plodove domaćina prvenstveno na osnovi oblika i veličine, gdje se konveksni oblici uvijek preferiraju u odnosu na sve druge, a tek zatim na osnovi boje objekta (Katsoyannos, 1989). Reagiranje maslinine muhe – *Bactrocera oleae* u prirodnim uvjetima, na objekte iste boje, ali različitog oblika i veličine, pokazalo je značajne različitosti i izbirljivost muhe prema mamcima. Tako su crne sfere promjera 2,5 cm bile značajno privlačnije od crnih pravokutnika na istom području, a crne sfere promjera 7,5 cm, privlačnije od sfera manjih dimenzija (Prokopy i Haniotakis, 1975). Isti autori također izvješćuju, da maslininu muhu najviše privlače sferični objekti oblika ploda masline. Ulov maslinine muhe – *B.oleae* na sferama varira bojom u odnosu na spol. Mužjacima su najprivlačnije sfere narančaste i žute boje, a ženka crvena i crna (Katsoyannos i Kouloussis, 2001). Kao nezanimljive za oba spola, mogu se navesti plava i bijela. Istraživanja o reagiranju maslinine muhe – *B.oleae* na pravokutnike različitih boja su pokazala najjaču privlačnost žutih pravokutnika 15 x 20 x 0,5 cm. Žuta boja se pokazala vrlo privlačna za maslinine muhe, a naročito nijanse koje su reflektirale maksimalno 520-580 nm (Prokopy i dr. 1975).

Ulov imaga na obojene sferične objekte varira između različitih vrsta *Tephritidae*-a. Tako *Bactrocera neohumeralis* H. voli crvene ili crne sfere više od žutih i zelenih, a vrsta *Bactrocera dorsalis* H. voli žute i bijele sfere više od zelenih, plavih, crvenih i crnih (Vargas i dr.,1991, Cornelius i dr. 1999). Između vrsta *Rhagoletis*, orahovu muhu - *Rhagoletis completa* C., najjače privlače zelene sfere, igrajući ulogu ploda oraha, *Juglans sp.*, pogodnog za ovipoziciju. (Riedl i Hislop, 1985). *Rhagoletis pomonella*, više voli tamno crvenu ili crnu boju sfera, koja stvara najveći kontrast u odnosu na okolinu od drugih boja (Prokopy, 1983). Istraživanja sa sredozemnom voćnom muhom *Ceratitis capitata* W., dala su različite rezultate. Na Havajima su najprivlačnije bile crne a zatim sfere žute boje (Nakagawa i dr. 1978), u Brazilu (Cytrinowicz i dr. 1982) je najveći ulov zabilježen na crvenim i crnim, a zatim sferama žute boje. Konačno, obimna istraživanja su pokazala da oba spola najviše privlače žute sfere, promjera 7 cm (Katsoyannos, 1987), a zatim narančasta, zelena, crvena i crna.

Utjecaj refleksije na ulov maslinine muhe – *B.oleae*, također je pokazao razlike; refleksija od 560-600 nm, je bila visoko privlačna za mužjake, dok su ženke najbolje reagirale na refleksiju 630-650 nm. Zanimljivo je istaći da

refleksija od 400-500 nm, ima repelentno djelovanje na oba spola maslinine muhe – *B. oleae* (Katsoyannos i Kouloussis, 2001).

Primjena žutih ploča u suzbijanju maslinine muhe bila je predstavljena kao jedinstveno rješenje suzbijanja ovog važnog štetnika. Djelotvornost primjene žutih ljepljivih ploča pokazala je impresivne rezultate (Hameiri, 1971, Economopoulos, 1977) u smislu prevencije zaraze, ali sa još uvijek ostvarenom zarazom od oko 15-20%, kada su lovke postavljane na stabla maslina u omjeru 3:1 (lovka:stablo). Rezultati primjene žutih ploča bili su bolji kada su ploče postavljane visoko iznad krošnji (Economopoulos, i dr. 1978). Ipak, ubrzo su primijećeni neki od nedostataka žutih ploča koje su privlačile značajno manji broj ženki od mužjaka (Tominić, 1976, Traboulsi, 1976, Economopoulos, 1977) i time još uvijek omogućavali značajan nivo zaraze. Ljepljive ploče su se lako prljale, sakupljale prašinu, lišće i gubile na djelotvornosti, te ih je trebalo izmijeniti nekoliko puta u sezoni.

Provedena su istraživanja različitih kombinacija hranidbenih atraktanata sa žutim pločama kako bi se pojačao učinak privlačenja i ulovio što veći broj muha. Tako su istraživane kombinacije: prskanje žutih ljepljivih ploča hidroliziranim proteinima ili otopinom amonijevih soli (Delrio, 1981), žute ljepljive ploče sa seksualnim feromonom (Haniotakis, i dr. 1983), žute ljepljive ploče sa seksualnim feromonom i amonijevim solima, žute ploče prskane otopinom insekticida i hidroliziranog proteina (Broumas, 1985). U svim slučajevima je zabilježena značajno viša djelotvornost lovki u odnosu na same žute ploče. Primjena žutih ploča, počela je stagnirati nakon rezultata istraživanja popratnih pojava koje uzrokuju. Rezultati brojnih istraživanja dali su isti zaključak. Žuta ploča je neselektivna lovka i uvelike narušava prirodnu ravnotežu u entomofauni masline, hvatajući veliki broj korisnih i indiferentnih vrsta (Neunschwander i dr., 1981, Neunschwander, 1982, Raspi, 1982, Viggiani i Mondilo, 1996, Viggiani i dr., 1997, itd.). Danas se žute ploče koriste samo za monitoring maslinine muhe.

HRANIDBENI ATRAKTANTI

Razvoj hranidbenih atraktanata prirodnog ili sintetičkog podrijetla predstavlja najobimnije područje istraživanja o ponašanju vrsta porodice *Tephritidae*. Potreba za traženjem hrane je zajednička svim odraslim

jedinkama iz vrsta *Tephritidae*. Značajan dio svog života, odrasli provode tražeći izvore hrane kao što su medna rosa, cvijetni nektar, pelud, kvasac, bakterije i životinjske izlučevine (Prokopy i Roitberg 1992). Smatra se da je izvor hrane esencijalan za održavanje i reprodukciju vrste i može direktno ili indirektno utjecati na druge podražaje kao što su kopulacija i ovipozicija. Hranidbeni atraktanti kao fermentirani šećer (McPhail 1937) i tvari proteinskog porijekla (Steiner 1952, 1955), višestruko su testirani i razvijani zbog niske cijene i visoke djelotvornosti. Istraživanja su potvrdila važnost procesa nastajanja amonijaka tijekom razgradnje, koji je zajednički svim hidroliziranim proteinima, iako neki istraživači nisu smatrali da je amonijak glavni privlačni sastojak mamca. Istraživanja atraktivnosti želatine koja raspadanjem ne proizvodi amonijak, a vrlo je privlačna za voćne muhe (McPhail, 1937), dovela su do zaključka, da sam amonijak nije odgovoran za privlačenje imaga. Daljnja istraživanja različitih mamaca pokazala su da kada se hidroliziranom proteinu doda određena doza antibiotika koja usporava ili sprječava razgradnju (Gow, 1954), protein biva još uvijek privlačan za muhe. Međutim, kada je aktivnost mikroorganizama bila potpuno zaustavljena, atraktivnost proteinskih mamaca je naglo opala. Iz ovoga se naslućuje da bi specifične bakterije mogle biti čimbenik odgovoran za privlačenje. Nadalje, izoliran je specifični soj vrste *Proteus sp.* koji je pokazao visoku aktivnost privlačenja. Ovaj je soj dugo nakon toga korišten u smjesi sa sojom (SM-14), kao visoko djelotvoran mamac za voćne muhe - *Tephritidae*. Utjecaj amonijaka u mamcima od hidroliziranih proteina je proučavan i dalje (Bateman i Morton, 1981), i dokazano je da je amonijak nesumnjivo najvažnija mirisna komponenta u mamcima. Do konačno jasnih objašnjenja, došli su isti autori slučajno, tijekom razvoja novog mamca. Naime, kada je goveđa bjelančevina hidrolizirana *tripsinom*, uz amonijev karbonat kao pufer, atraktivnost je bila vrlo visoka. No kada je ista smjesa pripremljena s ne-amonijačnim puferom, atraktivnost je opala. Iz ovog se zaključuje da su obje komponente vrlo značajne, amonijak kao mirisna, a aminokiseline kao hranidbena komponenta mamca. Naknadno je pronađen i testiran veliki broj proizvoda proteinskog podrijetla i amonijevih soli za lov maslinine muhe – *Bactrocera oleae* od kojih se neki još uvijek koriste i kod nas (Buminal, Dacona, Prylure i sl.). U posljednjem desetljeću razvijeni su proizvodi podrijetla od hidroliziranih proteina iz kukuruza (NuLure ili PIB7) koji su višestruko djelotvorniji od Buminala i koriste se u programima detekcije ili suzbijanja.

S razvojem atraktanata i njihovom primjenom za suzbijanje maslinine muhe – *B. oleae*, komercijalno su se razvijali i gotovi proizvodi atrakticida. Tako se na području sredozemlja danas mogu kupiti proizvodi trgovačkih naziva *Entomela* (hidrolizirani protein + dimetoat), *Dacus Bait* (hidrolizirani protein + deltametrin), *Qfly Lure* (hidrolizirani protein + fipronil) te najnoviji proizvod naziva *GF 120* (spinosad). Za sve navedene primjere treba istaknuti da je komponenta atraktanta višestruko značajnija od –cidne komponente. Veliki broj insekticida pokazuje visoku djelotvornost za suzbijanje maslinine muhe. Međutim, njihova kombinacija s atraktantom može djelovati više ili manje repelentno. Nadalje, atraktanti s izraženim mirisnim a manje hranidbenim djelovanjem, zahtijevaju primjenu kontaktnih neselektivnih insekticida. Ovo potvrđuju istraživanja (Morenno i Mangan, 1995.) tijekom razvoja mamca *mezoferma*, komponente u atrakticidu GF120, koji je pokazao izrazita svojstva fagostimulatora. Time je uz izbor insekticida sa želudčanim djelovanjem postignut visok nivo selektivnosti u odnosu na velik broj korisnih i indiferentnih vrsta.

BILJNI KAIROMONI I ALOMONI

Biljni kairomoni i alomoni koji utječu na ponašanje vrsta iz porodice *Tephritidae*, mogu biti prirodnog podrijetla biljke domaćina, prirodni ekstrakti ili frakcije biljaka koje nisu domaćini onih vrsta koje privlače (Metcalf 1987, Metalf i Metcalf 1992). Ovi biljni volatili mogu djelovati direktno, kao primarna semiokemikalija izazivajući potpunu promjenu ponašanja ciljane vrste ili njihovo ponašanje može biti indirektno, tako da mijenjaju ili moduliraju djelovanje primarne semiokemikalije, djelujući kao synergisti. Do danas je identificirano svega nekoliko pojedninačnih sastojaka, podrijetlom od biljki ne-domaćina, pomoću kojih se uspjelo pobuditi ponašanje nekoliko vrsta iz porodice *Tephritidae*, ali ne i *Bactrocera oleae*.

Biljni volatili, kao *heptanal* i *oktanal*, prisutni u velikom broju biljaka, pokazali su se privlačni za ženke *Ceratitis capitata* u laboratorijskim uvjetima ali ne i za mužjake u pokusima na otvorenom (Guerin i dr. 1983), dok za *B.oleae* nisu bili privlačni. Daljnja istraživanja u prirodi prisutnih volatilnih sastojaka, kao mogućih atraktanata za maslininu muhu, pokazala su privlačnost za oba spola *B. oleae* grupu od šest geometrijskih izomera: *nonan-1-ol* u

laboratorijskim uvjetima i *hexan-1-ol*, *oktanal*, *nonanal* i *nonan-1-ol* u poljskim uvjetima (Guerin i dr. 1983). Smatra se da atraktanti podrijetla od biljke ne-domaćina koji privlače oba spola, mogu djelovati kao «poziv na sastanak» kod nekih *tephritidaea* vrsta (Drew 1987) i tako pojačati uspjeh spajanja i kopulacije na biljci ne-domaćinu. Također, utječu i na zadržavanje ženki na području gdje su prisutni mužjaci pojačavajući emisiju i privlačnost feromona kojeg luče mužjaci. Atraktanti izolirani iz biljki domaćina, razvijeni su komercijalno za neke vrste iz porodice *Tephritidae*. Najpoznatiji i najdjelotvorniji primjer je mješavina od šest sastojaka koja se pokazala visoko privlačna za oba spola *Rhagoletis pomonella*. Djelotvornost ovog atraktanta je provjerena i pokazala se visokodjelotvorna u poljskim uvjetima (Reissig i dr. 1982, 1985), te je razvijen komercijalni atraktant koji se koristi zajedno s crvenim ljepljivim pločama za monitoring i suzbijanje *R.pomonella*. Drugi primjer je mješavina sastojaka fermentacije jedne tropske biljke (Robacker i dr. 1990) koji su privlačni za *Anastrepha ludens* i sl. Do sada nisu pronađeni slični sastojci koji su privlačni za imaga *B. oleae*.

Razmišljanja o mogućnosti pojačavanja ovipozicije značajna su u poslovima masovnog uzgoja vrsta iz porodice *Tephritidae*, čime bi se povećala proizvodnja, dovela su do nekih rezultata u razvoju stimulatora ovipozicije. Normalni nivo zriobe plodova masline koji izaziva ovipoziciju *B.oleae* od neoštećenih plodova je pojačan volatiliba *α-pinen* i *p-xylen* ili *mircenon* izoliranim iz poluzrelih plodova (Scarpati, 1993) masline. Slični su rezultati dobiveni s tri alifatska estera izolirana iz ploda nektarine, koji su pomiješani s prirodnim sokom nektarine djelovali sinergistički na odlaganje jaja *C. capitata*. Primjena atraktanata i stimulatora ovipozicije kao agensa u «jajnim lovkama» (Jang i Light, 1996), može stvoriti velike mogućnosti suzbijanja smanjenjem populacije. Također, djelotvorna «jajna lovka» može služiti u poslovima monitoringa. Takav monitoring, specijalno dizajniran za plodne ženke određene vrste, može prognozirati invaziju štetnika i odrediti trenutak početka djelotvornog programa suzbijanja.

FEROMONI

Identifikacija feromona uspješno je provedena među nekoliko vrsta iz porodice *Tephritidae*. Njihov kemijski sastav sadržava široki spektar volatilnih

supstanci ili njihovih međusobnih mješavina. Kod većine istraživanih vrsta iz porodice *Tephritidae* oba su spola proizvođači navodne feromonske komponente. Kod maslinine muhe – *Bactrocera oleae* je poznato da su ženke primarni proizvođači feromona. Istraživanja su pokazala (Haniotakis 1974) da su fertilne ženke maslinine muhe smještene pojedinačno u male kaveze, privukle značajno veći broj mužjaka u laboratorijskom i poljskim uvjetima, nego obratno, tj. mužjaci uopće nisu privlačili ženke. Ova metoda seksualne kompatibilnosti i danas se koristi preventivno kao provjera uspješnosti primjene tehnike sterilnih insekata za suzbijanje *Ceratitidis capitata*, jer je dokazano da neki sojevi umjetno uzgojenih *C.capitata* uopće ne kopuliraju s divljim jedinkama iz nekih dijelova svijeta. Daljnja istraživanja feromona maslinine muhe – *B.oleae* dala su dobre rezultate i uspješno je identificirana i sintetizirana glavna komponenta feromona kojeg luči ženka maslinine muhe (Baker i dr.1980) kemijskog sastava 1.7-dioxaspiro(5.5)undecane. Kasnije su identificirane sve komponente feromona (Mazomenos i Haniotakis, 1981) koje se u sintezi koriste i danas.

Novija istraživanja (Kubo 1991) pokazala su da unutar nekoliko podvrsta roda *Bactrocera* postoje specifične feromonske komponente, koje su između ostalih grupa spojeva predominantne, a odnose se na kemijske grupe: amide, pirazine i spiroacetale. Među njima se naročito zanimljiva pokazala grupa spiroacetala, koji su uglavnom nađeni u ženkama (Baker i Bacon 1985), a kasnije je potvrđeno da su snažni atraktanti za mužjake velikog broja vrsta roda *Bactrocera* (Metcalf 1990). Dokazano je (Perkins i dr. 1990) da su spiroacetali smješteni u sekretima rektalnih žlijezda srodnih vrsta *Bactrocera dorsalis* kompleksa, te da su glavni faktori kemijske komunikacije među tim vrstama. Spiroacetol se danas koristi u monitoringu maslinine muhe i komercijalno je pristupačan.

PARAFEROMONI

Izraz paraferomoni je prvi put primijenio Cunningham (1989) da bi opisao grupu kemijski proizvedenih atraktanata, čiji utjecaj na *Tephritidae* nije dovoljno razjašnjen. Također se smatraju mamcima za mužjake zbog njihove velike sklonosti da snažno privlače samo mužjake. Većina ovih spojeva je otkrivena provjeravanjem tisuća prirodnih i sintetičkih spojeva u odnosu na

privlačenje *Tephritidae* (Siglure, Medlure, Trimedlure...). Vrijedno je spomenuti da iako je korištenje ovih spojeva osnova trenutnih programa detekcije i suzbijanja, njihovo je korištenje ograničeno samo na neke vrste rodova *Ceratitis* (Trimedlure) i *Bactrocera* (metil eugenol, cue lure, Vert lure i Latilure). Međutim, navedeni paraferomoni koji privlače većinu vrsta iz roda *Bactrocera*, nisu dovoljno privlačni za maslininu muhu - *Bactrocera oleae*. Nadalje, još uvijek nije jasno definirana grupna pripadnost nekih spojeva, kao npr. ulje angelike ili metil eugenola, koje neki autori svrstavaju u biljne kairomone, a drugi u paraferomone.

LITERATURA

- Baker, R. i J. Bacon, 1985.** The identification of soiroacetals in the volatile secretions of two species of fruit fly (*Dacus dorsalis*, *Dacus cucurbitae*). *Experientia* 41: 1484 – 1485.
- Baker, R., Herbert, R., Howse, P. E. i Jones, O. T., 1980.** Identification and synthesis of the major sex pheromone of olive fly (*Dacus oleae*). - *J. Chem. Comm.*, 1980, 52-53.
- Bateman, M. A., i T. C. Morton, 1981.** The importance of ammonia in proteinaceous attractants for fruit flies. *Australian Journal of Agricultural Research* 32:883-903
- Broumas, T., 1985.** Application trials of trapping system for control of *Dacus oleae*. *Ann.Inst.Phytopath.Benaki, (N.S.)*, 14: 157-166,1985.
- Cytrynowicz, M., J. S. Morgante i H. M. L. de Suoza, 1982.** Visual responses of south american fruit flies, *Anastrepha fraterculus*, and Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata*, to colored rectangles and spheres. *Environ. Entomol.* 11: 1202-1210.
- Cornelius, M., Duan, J. I. i Messing, R. H., 1999.** Visual stimuli and the response of female oriental fruit flies (Diptera, Tephritidae) to fruit mimicking traps. *Journal of Econ. Entom.* 92: 121-129.
- Cunningham R. T. 1989.** Parapheromones, pp.221-230 (Vol 3A) in: A.S.Robinson and G.Hopper (eds), *Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Elsevier, Amsterdam.

- Delrio, G., 1981.** Esperienze di lotta Integrata in olivicoltura in Sardegna, pp. 73-85. In Proceedings, CEC meeting "l'etat d'avancement des travaux et echange d'information sur les problemes poses par la lutte integree en oleiculture", November 1981, INRA, Antibes, France.
- Drew R.A.I. 1987.** Behavioral strategies of fruit fly species of the genus *Dacus* (Diptera, Tephritidae) significant in matting and host plant relationships. Bull.Entomol. Soc.20:201-205.
- Economopoulos,A.P., 1977.** Controlling *Dacus oleae* by fluorescent yellow traps. Ent.expl.appl. 22: 183-190.
- Economopoulos, A.P., Economopoulos, P., Kouis, A., Stefanakis, M., Thomopoulos, N., Tiraskis, E., I Vassilopoulos, D., 1978.,** *Dacus oleae* control with yellow traps in Trifilia. Pp. 20. Report submitted to the MOA in Greece (in Greek). December 1978.
- Gow, P.L. 1954.** Proteinaceous bait for the Oriental fruit fly. J. Econ.Entomol. 47: 153-160.
- Guerin, P.M., B.Katsoyannos, G. Del Rio, U. Remand i E.F.Boller, 1983.** Fruit fly electroantennogram and behaviour responses to some generally occurring fruit volatiles, pp. 248-251. In: R.Cavalloro (ed): Fruit Flies of Economic Importance 84, Rotterdam.
- Hameiri, Y., 1971.,**Color traps for the trapping of olive fly.Pp.7.Report to the MOA in Israel.
- Haniotakis, G. E., 1974.** Sexual attraction of the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmelin. Environmental Entomology 3:82-86.
- Haniotakis, G. E., M. Kozyrakis & I. Hardakis, 1983.** Applications of pheromones for the control of the olive fruit fly, pp.164-171. In Proceedings, International conference on integrated plant protection, vol. 4. July 4-9, 1983. Budapest, Hungary. Hung. Soc. Agr. Sci., Plant protection Section, Budapest.
- Jang, E. I D.M. Light, 1996.** Olfactory semiochemicals of Tephritids. In: McPhron, Steck (eds.). Fruit fly pests: A world assesment of their biology and management. Pp. 73-91
- Katsoyannos, B. 1987.,** Some factors affecting field responses of Medfiteranean fruit flies to colored spheres of different sizes. In: A.P.

- Economopoulos (ed), Fruit flies, Proceedings of the 2nd International Symposium, Colymbari, Crete. Elsevier Science Publishers, pp 469-473.
- Katsoyannos, B., 1989.**, Response to shape, size and color. In: A.S.Robinson and Hopper (eds), World Crop Pests, Fruit Flies, Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier Science Publishers B.V. pp 307-324.
- Katsoyannos, B., Kouloussis, N., 2001.**, Captures of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* on spheres of different colours, Ent.exp. et appl. 100, pp 165-172.
- Kubo, H. 1991.** Sex pheromone and mating behaviour of dacines, pp. 223-232 in K. Kawasaki, O. Iwahashi and K. Kaneshiro (eds.), Biology and Control of Fruit Flies (Proc. Int.Symp.Okinawa, Japan 1991), Ginowan, Okinawa, Japan.
- Moreno, D.S. i R.L.Mangan, 1995.** Responses of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) to two hydrolyzed proteins and incorporation of phloxine B to kill adults. In J.R. Heitz i D.R. Downum (eds.), ACS Symposium Series 616, Light Activated Pest Control, American Chemical Society, Washington, D.C., p 276.
- Mazomenos, B. i G. Haniotakis, 1981.** A multicomponent female sex pheromone of *Dacus oleae*, Isolation and bioassay. J.Chem.Ecol., 7: 53-60.
- McPhail, M., 1937.**, Relation of time of day, temperature, and evaporation to attractiveness of fermenting sugar solution to Mexican fruit fly. J.Econ.Ent.30,793-799.
- Metcalf R.L. 1987.** Plant volatiles as insect attractants.CRC Crit.Rev.Plant Sci. 5: 251-301.
- Metcalf, R.L., 1990.** Chemical ecology of Dacinae fruit flies (Diptera, Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. America 83: 1017-1030.
- Metcalf, R.L. i E.R. Metcalf, 1992.** Fruit Flies of the family Tephritidae, pp. 109-152. In : Metcalf and Metcalf (eds), Plant kairomones in Insect Ecology and Control. Chapman and Hall, New York.
- Neuenschwander , P., 1982.** Beneficial insects caught by yellow traps used in mass trapping of the olive fly, *Dacus oleae*. Entomologia Experimentalis et Applicata 32:286-296.
- Neuenschwander, P. Canard, M. i Michelakis S., 1981.**, The attractiveness of protein hydrolysate baited McPhail traps to different Chrysopid and

Hemerobiid species (Neuroptera) in Cretan olive orchard.-Annls Soc. ent. Fr (n.s.), 17(2):213-220.

- Perkins, M. V., W. Kitching, R. A. I. Drew, C. J. Moore, and W. A. König, 1990.** Chemistry of fruit flies: composition of male rectal gland secretions of some species of South-East Asian Dacinae. Re-examination of *Dacus cucurbitae* (melon fly). J.Chem.Soc. Perkin Trans. 1. 1111-1117.
- Prokopy, R. J., 1983.** Tephritid relationships with wild plants. Pp. 230-239. in: R. Cavaloro (Ed.), Fruit Flies of Economic Importance. A.A. Balkema. Rotterdam.
- Prokopy, R. J. i G. Haniotakis, 1975.** Responses of wild and laboratory cultured *Dacus oleae* to host plant color. Ann. Entomol. Soc. America 68: 73-77.
- Prokopy, R. J. i B. D. Roitberg 1992.** Fruit fly foraging behavior, pp 293-306 (Vol.3A) In: A.S.Robinson and G.Hopper (eds), Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control,Elsevier, Amsterdam.
- Prokopy, R. J., A. P. Economopoulos i M. W. McFadden, 1975.** Attraction of wild and laboratory cultured *Dacus oleae* flies to small rectangles of different hues, shades, and tints. Entomologia Experimentalis et Applicata 18:141-152.
- Raspi, A., 1982.,** Considerazioni preliminary sulla cattura di entomofauna utile mediante L'impiego di trappole chemiocromotropiche nell oliveto.- Frustula entomol., n.s.,5:103-109
- Reissig, W. H., B. L.Fein i W. L. Roelfos, 1982.** Field tests of sintetic apple volatiles as apple maggot (Diptera,Tephritidaea) attractants. Environ. Entomol. 11: 1294-1298.
- Reissig, W. H., B. H.Stanley, W. L. Roelfos i M. R. Schwarz, 1985.** Tests of syntetic apple volatiles in traps as attractants for apple maggot flies (Diptera, Tephritidaea) in commercial apple orchards. Environ. Entomol. 14:55-59.
- Riedl, H. i R. Hislop, 1985.** Visual attraction of the walnut husk fly (Diptera: Tephritidae) to colored rectangles and spheres. Environ. Entomol. 14:810-814.
- Robacker, D. C. i J. A. Garcia, 1990.** Responses of laboratory-strain Mexican fruit flies, *Anastrepha ludens* to combinations of fermenting fruit odor

and male-produced pheromone in laboratory bioassay. J. Chem. Ecol. 16:2027-2038.

- Scarpati, M. L., R. L. Scalzo and G.Vita, 1993.** *Olea europea* volatiles attractive and repellent to the olive fruit fly (*Dacus oleae* Gmelin). J. Chem. Ecol. 19:881-891.
- Steiner, L. F. 1952.** Fruit fly control in Hawaii with poisons-bait sprays containing protein hydrolysates. J. Econ. Entomol. 45:838-843.
- Steiner, L. F. 1955.** Fruit fly control with bait sprays in relation to passion fruit production. Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 15: 601-607.
- Tominić, A., 1976.,** Response to colour stimuli of fruit flies. In: V.L. Delucchi (Ed.) Studies in biological control (International Biological Programme 9). Cambr. Univ. Press. pp. 304.
- Traboulsi, R., 1976.,** Response to colour stimuli of fruit flies. In: V.L. Delucchi (Ed.) Studies in biological control (International Biological Programme 9). Cambr. Univ. Press. pp. 304.
- Vargas, R. I. i H. B. Chang, 1991.** Evaluation of oviposition stimulans for mass production of melon fly, Oriental fruit fly and Mediterranean fruit fly (Diptera, Tephritidae). J. Econ. Entomol. 84:1695-1698.
- Viggiani, G., Jesu, R., Garonna A. P., 1997.,** Catture d imenotteri parassitoidi con trappole innescate a feromone sessuale per il monitoraggio di *Bactrocera oleae* (Gmelin), (Diptera, Tephritidae). Boll. Lab. Ent. agr. Filippo Silvestri, 53: 123-135.
- Vigianni G., Mondillo A., 1996.,** Catture d imenotteri con trappole giale innescate a feromoni sessuali per il monitoraggio di *Bactrocera oleae* (Gmelin), (Diptera, Tephritidae). Boll.Lab.Ent.agr. Filippo Silvestri, 51: 83-99.

Adrese autora – Authors addresses:

Mr. sc. Mario Bjeliš

Zavod za zaštitu bilja u poljoprivredi i šumarstvu RH, Zagreb

Zvonimirova 14 A, 21210 Solin

e-mail: mario.bjelis@zzb.hr

Primitljeno - Received:

05. 01. 2006.