

BOLESTI I ŠTETOČINE KOMORAČA

Milica Aćimović¹, Stevan Maširević², Jelica Balazš², Snežana Pavlović³,
Snežana Oljača¹, Nenad Trkulja⁴, Vladimir Filipović³

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

³Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“, Beograd

⁴Institut za zaštitu bilja i životne sredine, Beograd

E-mail: acimovicbabicmilica@gmail.com

Rad primljen: 28.04.2014.

Prihvaćen za štampu: 17.10.2014.

Izvod

Komorač (*Foeniculum vulgare* Mill.) je aromatična biljka iz familije Apiaceae. Plodovi komorača (*Foeniculi fructus*) obično sadrže 2-6% etarskog ulja, čija je glavna komponenta *trans*-anetol koji čini 60-90%. Imaju široku upotrebu u medicini i ishrani, ali i u poljoprivrednoj proizvodnji. Na komoraču je u svetu i kod nas zabeležen veliki broj bolesti, među kojima su gljivične najbrojnije, ali se javljaju i bakterioze i fitoplazme. Utvrđena je i pojava insekata i parazitne cvetnice *Cuscuta* sp.

Ključne reči: komorač, bolesti, štetočine

UVOD

Komorač (*Foeniculum vulgare* Mill.) je aromatična biljka iz familije Apiaceae. Plodovi komorača (*Foeniculi fructus*) obično sadrže 2-6 % etarskog ulja, čija je glavna komponenta *trans*-anetol koji čini 60-90 %. Od plodova se prave različiti pripravci koji se koriste kao antispazmotici (za sprečavanje pojave grčeva u organima za varenje), diuretici (za poboljšavanje izlučivanja mokraće iz organizma), hepatoprotektivi (štite jetru od toksina), galaktagozi (pomažu lučenje mleka kod dojilja). Deluju i antiinflamatorno i analgetički (smanjuju bol umanjnjem zapaljenskih procesa), a takođe, ustanovljeno je da deluju i antimikrobno, kao i antioksidativno (Aćimović i sar., 2013). U ishrani se, pored ploda, koriste i zadebljale lisne drške kao salata ili varivo.

U novije vreme, sa razvojem organske poljoprivrede, ova biljka se koristi i kao zaštitni pojas (Ugrenović i sar., 2012), ali i u združenoj setvi sa drugim biljkama (Carrubba et al., 2008; Carvalho et al., 2009; Fernandes et al., 2013).

S obzirom na to da ova biljka nema velikog komercijalnog značaja u našoj zemlji, jer se gaji na malim površinama, uglavnom u baštama i na okućnicama, bolesti koje se javljaju na njoj nisu dovoljno proučene. Prema podacima iz domaće literature, u našoj zemlji na komoraču se mogu naći razne bolesti: plamenjača (*Plasmopara nivea*), pepelnica (*Leveillula tauriaca* f. *foeniculi*), rđa (*Aecidium foeniculi*), pegavost lista i stabla (*Phoma foeniculina*), truljenje korena (*Rizoctonia crocorum* i *R. violacea*) (Kišgeci, 2002; Stepanović i sar., 2001).

Širom sveta, naročito u područjima gde se komorač intenzivno gaji, zabeležen je mnogo veći broj bolesti, među kojima su: *Alternaria petroselini*, *Ramularia foeniculi*, *Phytophthora megasperma*, *Fusarium avenaceum*, *Pythium* sp., *Cercosporidium punctum*, ali i *Diaporthe angelicae* (anamorf *Phomopsis foeniculi*) i *Mycosphaerella anethi* (anamorf *Passalora punctum*), kao i polifagna vrsta *Sclerotinia sclerotiorum*. Od bakterijskih bolesti, na komoraču se mogu javiti *Erwinia carotovora* var. *carotovora* i *Pseudomonas syringae* pv. *apii*. Takođe, na ovoj biljci su utvrđene i fitoplazme.

Kao insekti koji se javljaju na komoraču navode se lastin repak i komoračeva vaš. Zabeležena je i pojava parazitne cvetnice *Cuscuta* sp.

BOLESTI

Plamenjača

Kao jedna od najznačajnijih bolesti komorača, kako u svetu, tako i u našoj zemlji, navodi se plamenjača. Pored *P. nivea*, plamenjaču može izazvati i *Peronospora umbelliferarum* Casp. Simptomi se javljaju u vidu žutih pega na licu lista. Vremenom, pege se šire i postaju braon, a listovi se suše. Bolest se prvo javlja na mladom lišću, a za širenje joj pogoduje hladno i vlažno vreme.

Pepelnica

Pepelnica se javlja na gotovo svim biljkama iz fam. Apiaceae. Ova bolest se razvija u uslovima toplog i suvog vremena. Pored *L. tauriaca* Aznand. f. *foeniculi* Jeaz., kao prouzročivač pepelnice na komoraču navodi se i *Erysiphe heraclei*. Simptomi bolesti se obično javljaju u usevu 12 nedelja nakon setve. Posebno velike štete od pepelnice javljaju se u Indiji, ali je ova bolest prisutna i u Evropi (Parashar and Lodha, 2012).

Rđa

Simptomi rđe javljaju se u vidu svetlo zelenih lezija na listovima koji polako počinju da žute, a na njima se uočavaju narandžaste pustule. Ustanovljeno je da je to ecidijalni stadijum gljive *Uromyces graminis* (*Aecidium foeniculi* Cast.) (D'Oliveira, 1939). Ecidije su najzastupljenije na listovima, stablu i pupoljcima. Utvrđeno je da teleutospore ove rđe ne zahtevaju period mirovanja, sposobne su da klijaju odmah nakon obrazovanja.

Bela trulež

Belu trulež na komoraču izazivaju gljive *Sclerotinia sclerotiorum* i *S. minor*. Simptomi se prvo javljaju na tkivima koja su u kontaktu sa zemljom, i to u vidu nekroze, koja se brzo razvija, tako da se koren razmekša i na njemu se javlja bela micelija sa malim crnim sklerocijama (veličine od 0,5 do 3 mm). Listovi na zaraženim biljkama venu, postaju prvo žuti, zatim dobijaju braon boju (Koike et al., 2007).

Diaporthe angelicae (Berk) D.F. Farr & Castl.

(anamorf *Phomopsis foeniculi* Du Manoir & Vegh, syn. *Phoma foeniculina* Sacc.)

Ova gljivica je prvi put izolovana iz zaraženih štitova komorača u Francuskoj 1977. godine (Du Manoir and Veigh, 1981). Ubrzo zatim zabeležena je u Nemačkoj (Plesher, 1992) i Italiji (Mugnai and Anzidei, 1994), a zatim i u Portugaliji (Santos and Phillips, 2009), Bugarskoj (Rodeva and Gabler, 2010) i Srbiji (Balaž et al., 2010).

Simptomi se manifestuju u vidu nekroze stabla i pojavom braon štitova, koji ne produkuju plodove, što može da dovede do smanjenja prinosa i do 50%. Piknidi sadrže alfa i beta konidije, i peritecije sa zrelim askosporama. Izolati ove gljive pokazuju veliku varijabilnost u boji kolonije, linearnom rastu, količini piknida i mogućnosti da produkuju telemorf *in vitro*. U piknidima se mogu pronaći dva tipa konidija: alfa i beta konidije. Peritecije su okrugle sa dugim vratom, često združene i sadrže brojne askuse sa askosporama podeljenim na 8 septi.

Alternaria petroselini (Neergard) Simmons

Ova gljiva je na komoraču prvi put opisana 2007. godine u Holandiji (Pryor and Asma, 2007), a potom i u Italiji 2009. (Infantino et al., 2009), gde je ova bolest uočena na gotovo polovini parcela gde se gaji komorač, a intenzitet zaraze je 30-100 %. U Španiji, bolest je uočena 2012. godine, u polju na oko 20 % biljaka (Bassimba and Mira, 2012).

Alternaria petroselini izaziva propadanje klijanaca i pegavost listova. Simptomi se javljaju tri do četiri nedelje nakon setve, u vidu crnih lezija na nadzemnim delovima mladih biljaka. Od 6-10% zaraženih biljčica propada. Na starijim biljkama simptomi se javljaju u vidu crnih lezija na bazalnom lišću. U našoj zemlji ova gljiva prouzrokuje značajne štete na peršunu, celeru, pastrnaku i korijandru, ali na komoraču još nije identifikovana (Bulajić et al., 2005).

***Ramularia foeniculi* Sibilla**

Ova gljiva je prouzrokovatelj jedne od najznačajnijih bolesti koja izaziva kvalitativne i kvantitativne promene na semenu. Simptomi se javljaju na svim nadzemnim biljnim delovima: listovima, lisnim drškama, stablu, cvetovima i semenu. Za suzbijanje ove gljive u Indiji uspešno se koristi fungicid Emcarb (mancozeb + carbendazim) 0,2% (Jaiman et al., 2013). U našoj zemlji nije zabeležena.

***Phytophthora megasperma* Drechsler**

Prouzrokovatelj vlažne truleži korena *Phytophthora megasperma*, u kišnim godinama može da da simptome braon truleži zadebljanih lisnih drški komorača, pri čemu dolazi i do žućenja lišća, prestanka rasta i venjenja biljaka u polju (Cacciola et al., 2006). Ova plolifagna gljiva nije izolovana na komoraču u Srbiji.

***Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.**

Simptomi koje izaziva gljiva *Fusarium avenaceum* javljaju se na delovima stabla koji su u kontaktu sa zemljištem u vidu braon truleži, a listovi postaju hlorotični. Bela micelija sa narandžastim sporodohijama je uočena na zaraženim tkivima blizu zemljine površine. Zaražena stabla kasnije venu i suše se (Koike et al., 2012). Simptomi se u Arizoni u polju javljaju na oko 5 % biljaka.

Pythium

U hidroponskom sistemu gajenja komorača u Južnoj Africi uočena je braon trulež korena komorača na oko 60% biljaka odakle je izolovan *Pythium* F-grupe koji se karakteriše produkcijom malih končastih sporangija i odsustvom oospora (Labuschagne et al., 2003).

***Cercosporidium punctum* Deighton**

Simptomi zaraze sa *Cercosporidium punctum* na komoraču javljaju se u vidu beljenja i sušenja starijeg lišća i stabljike. Napadnuto tkivo ubrzo postaje braon, prekriveno braon pustulama koje postaju bele nakon sporulacije gljive. Konidiofore su braon, nerazgranate, grupisane. Konidije su uglavnom odvojene bazalnom septom. Konidije su bezbojne, glatke, cilindrične, obično sa jednom septom, veličine 34-45 x 6-9 µm (Koike et al., 1992). Ova bolest je registrovana u Kaliforniji.

***Mycosphaerella anethi* Pers.**

(anamorf *Passalora punctum* (Delacroix) S. Petzoldt)

To je jedna od najznačajnijih gljivičnih bolesti na komoraču u Evropi. Prvi simptomi se javljaju na nižim listovima u obliku malih belih ili sivih pustula. Inficirani listovi dobijaju žutu boju, zatim braon i odumiru. Bolest napreduje odozdo na gore. Na gornjem lišću se javljaju pruge. Zbog odumiranja listova dolazi do gubitka prinosa. U periodu zrenja plodova (od avgusta do oktobra) javljaju se oko 2 mm duge spore uglavnom na cvastima. U plodonosnom telu patogen sazreva do proleća. U periodu od aprila do maja gljiva klija na listovima i prodire kroz stome u biljku. Bolest se širi vetrom i vodom. Spore mogu da lete i do 2 km. Patogen preživljava u biljnim ostacima i na semenu (Taubenrauch et al., 2001; Taubenrauch et al., 2010).

Pseudomonas syringae* pv. *apii

Bakterija *Pseudomonas syringae* pv. *apii* izaziva bakterijsku pegavost listova komorača u Kaliforniji. Početni simptomi su pegavost u vidu malih tamno braon

do crnih lezija na listovima i stablu. Kako bolest napreduje, lezije se šire u linearne pruge i spuštaju do zadebljanih lisnih drški. Tada biljka gubi trišnu vrednost (Jardini et al., 2012).

Erwinia carotovora* var. *carotovora

Ova bakterija je prouzročivač vlažne truleži srca komorača. Pričinjava značajne štete na komoraču u Italiji. Uočeno je da je zemljište glavni izvor inokuluma i da u polju patogen uglavnom prodire kroz naprsnuća koja nastaju prilikom izbijanja listova lisne rozete. Ovi spoljašnji listovi imaju zadebljale lisne drške i formiraju tzv. glavicu bele boje koja je veoma sočna. U povoljnim uslovima vlage (navodnjavanje) pojava ove bolesti je intenzivnija (Mazzucchi and Dalli, 1974).

Fitoplazme

Na komoraču u Indiji zabeleženi su simptomi karakteristični za fitoplazme kao što su malformacija cvetova u listove - filoidija. Zastupljenost ove bolesti bila je od 1 do 7 % (Bhat et al., 2008). U našoj zemlji fitoplazme ovog tipa zabeležene su na ehinacei (Pavlović et al., 2010). Zaražene biljke ne donose seme i potpuno su neupotrebljive za preradu i primenu.

Parazitna cvetnica

Na oglednom polju u Mošorinu, tokom 2012. godine, zabeležena je pojava parazitne cvetnice vilina kosica (*Cuscuta* sp.) (Tablo IV, sl. 1). Na ovoj parceli gajena je lucerka 2007. godine, a nakon toga u plodoredu su se gajili beli slez, ječam, kukuruz, i povrtarske kulture (paradajz, krompir i paprika) na kojima nije utvrđeno prisustvo ove parazitne biljke. Pojavu viline kosice na komoraču navode i Kišgeci (2002) i Stepanović i sar. (2001).

Insekti

Pojava lastinog repka (*Papilio machaon*) je obično sporadična (T. IV, sl. 2). Štete izazivaju gusenice koje se hrane na nadzemnim delovima biljke. Iako se u pojedinim godinama pojavljuju veće populacije ovog insekta, one nikad nisu toliko masovne da bi mogle ugroziti gajenje komorača. Uništavanje lastinog repka je zabranjeno, jer se ubraja u zaštićene vrste.

Komoračeva vaš (*Hyadaphis foeniculi*) je jedna od značajnijih štetočina komorača u Brazilu (Fernandes et al., 2013). U cilju smanjivanja njene brojnosti, proizvođači u toj zemlji komorač gaje združeno sa pamukom koji privlači veliki broj insekata koji su predatori ovih vaši (*Cycloneda sanguine*, *Chrysoperla carnea*, *Scymnus* spp.) (Ramalho et al., 2012). Ova vrsta zabeležena je i kod nas, ali ne pričinjava značajnije štete na komoraču.

LITERATURA

- Aćimović, M., Jaćimović, G. and Đisalov, J. (2013): Preliminarni rezultati kvaliteta etarskog ulja komorača iz Srbije. Letopis naučnih radova, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, 37(1): 157-165.
- Balaž, J., Aćimović, S., Crnobarac, J., Adamović, D. and Jaćimović, G. (2010): Značajnije mikoze lekovitih biljaka u južno Bačkom regionu. Biljni lekar, 38(1): 27-32.
- Bassimba, D.D.M. and Mira, J.L. (2012): First report of *Alternaria petroselini* causing leaf blight of fennel in Spain. Plant Disease, 96(6): 907.
- Bhat, A.I., Jiby, M.V., Anandaraj, M., Bhadrarmurthy, V., Patel, K.D., Patel, N.R., Jaiman, R.K. and Agalodia, A.V. (2008): Occurrence and partial characterization of phytoplasma associated with phyllody disease of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in India. Journal of

- Phytopathology, 156: 758-761.
- Bulajić, A., Krstić, B., Vico, I., Dukić, N. (2005): Comparative studies of *Alternaria petroselini* pathogen of parsley. Pesticidi i fitomedicina, 20(1):43-50.
- Cacciola, S.O., Pane, A., Cooke, D.E.L., Raudino, F. and Lio, G.M.S. (2006): First report of brown rot and wilt of fennel caused by *Phytophthora megasperma* in Italy. Plant Disease, 90(1): 110.
- Carrubba, A., la Torre, R., Saiano, F. and Aiello, P. (2008): Sustainable production of fennel and dill by intercropping. Agronomy for Sustainable Development, Vol. 28: 247-256.
- Carvalho, L.M., Nunes, M.U.C., Oliveira, I.R. and Leal, M.L.S. (2009): Yield of tomato in monocrop and intercropping with aromatics plants. Horticultura Brasileira 27: 458-464.
- D'Oliveira, B.E.A. (1939): New hosts for the aecidial stage of *Uromyces graminis* Diet. Boletim da Sociedade Broteriana, 2: 94.
- Du Manoir, J. and Vegh, I. (1981): Phomopsis foeniculi spec. nov. sur Fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Phytopathology, 100:319-330.
- Fernandes, F.S., Ramalho, F.S., Gody, W.A.C., Pachu, J.K.S., Nascimento, R.B., Malaquias, J.B. and Zanuncio, J.C. (2013): Within plant distribution and dynamics of *Hyadaphis foeniculi* (Hemiptera: Aphididae) in field fennel intercropped with naturally colored cotton. Florida Entomologist, 96(1): 92-103.
- Infantino, A., di Giambattista, G., Pucci, N., Pallottini, L., Poletti, F. and Bocconcelli, C. (2009): First report of *Alternaria petroselini* on fennel in Italy. New Disease Reports, 19: 26.
- Jaiman, R.K., Patel, N.R., Patel, K.D., Agalodiya, A.V. and Patel, P.K. (2013): Management of Ramularia blight in fennel. International Journal of Seed Spices, 3(1): 50-51.
- Jardini, T.M., Koike, S.T. and Bull, C.T. (2012): First report of bacterial streak of fennel (*Foeniculum vulgare*) in California caused by *Pseudomonas syringae* pv. *apii*. Plant Disease, 96(2): 285.
- Kišgeci, J. (2002): Lekovito bilje: gajenje, sakupljanje, upotreba. Partenon, Beograd, pp. 168-172.
- Koike, S., Gladders, P. and Paulus, A. (2007): Vegetable Diseases: A Color Handbook. Burlington, MA: Academic Press.
- Koike, S.T., Butler, E.E. and Greathead, A.S. (1992): Occurrence of *Cercosporidium punctum* on fennel in California. Plant Disease, 76: 539.
- Koike, S.T., Gordon, T.R. and Kirkpatrick, S.C. (2012): First report of fusarium stem and crown rot of fennel in Arizona caused by *Fusarium avenaceum*. Plant Disease, 96(1): 145.
- Labuschagne, N., Gull, C., Wehner, F.C. and Botha, W.J. (2003): Root rot and stunting of hydroponically grown endive, fennel and sorrel caused by *Pythium* F-group in South Africa. Plant Disease, 87(7): 875.
- Mazzucchi, U. and Dalli, A., (1974): Bacterial soft rot of fennel (*Foeniculum vulgare* var *dulce* Mill.). Phytopathologia Mediterranea, 13(1/2): 113-116.
- Mugnai, L. and Anzidei, M. (1994): Casi di necrosi corticale da Phomopsis foeniculi del finocchio da seme in Italia. Petria, 4:237-244
- Parashar, A. and Lodha, P. (2012): Screening of *Foeniculum vulgare* (fennel) varieties against powdery mildew and Ramularia blight and effect of date of sowing on disease incidence. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, 2(1): 142-146.
- Pavlović, S., Ivanović, Ž., Stojanović, S., Starović, M., Jošić, D. and Martini, M. (2010): Identification of phytoplasma of 16Sr XIIA group infecting two *Echinacea* species in Serbia. COST Action Combined meeting of Work Groups 1-4: Current status and perspectives of phytoplasma disease research and management, Sitges, Spain, Abstract book: 32.
- Plesher, A. (1992): Bericht über das Auftreten wichtiger Schaderreger im Arznei-Gewürzpflanzenanbau im Jahre 1991 in den ostdeutschen Bundesländern. Drogenreport, 5:9-12
- Pryor, B.M. and Asma, M. (2007): First report of seedling damping-off fennel caused by

- Alternaria petroselini* in the Netherlands. Plant Disease, 91(12):1688.
- Ramalho, F.S., Fernandes, F.S., Nascimento, A.R., Nascimento, Junior J.L., Malaquias, J.B. and Silva, C.A. (2012): Assessment of fennel aphids (Hemiptera: Aphididae) and their predators in fennel intercropped with cotton with colored fibers. Journal of Economic Entomology, 105(1): 113-119.
- Rodeva, R. and Gabler, J. (2011): Umbel browning and stem necrosis: a new disease of fennel in Bulgaria. Journal of Phytopatology, 159: 184-187.
- Santos, J.M. and Phillips, A.J.L. (2009): Resolving the complex of *Diaporthe* (*Phomopsis*) species occurring on *Foeniculum vulgare* in Portugal. Fungal Diversity, 34: 111-125.
- Stepanović, B., Radanović, D., Šumatić, N., Pržulj, N., Todorović, J., Komljenović, I. and Marković, M. (2001): Tehnologija proizvodnje ljekovitih, aromatičnih i začinskih biljaka. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Srpsko Sarajevo, pp. 136-141.
- Taubenrauch, K., Gabler, J., Rabenstein, F., Pank, F. and Hau, B. (2001): First results on the susceptibility of bitter fennel cultivars (*Foeniculum vulgare* Mill.) to *Mycosphaerella anethi* Petr. Journal of medicinal and spice plants (Z Arznei & Gewürzpflanzen), 6(3): 120-124.
- Taubenrauch, K., Hau, B. and Kühne, T. (2010): *Mycosphaerella anethi* - a seed-born pathogen of fennel. Julius-Kühn-Archiv, 428: 401.
- Ugrenović, V., Filipović, V., Glamočlija, Đ., Subić, J., Kostić, M. and Jevđović, R. (2012): Pogodnost korišćenja morača za izolaciju u organskoj proizvodnji. Ratarstvo i Povrtarstvo, 49: 126-131.

Abstract **DISEASES AND PESTS OF FENNEL**

**Milica Aćimović¹, Stevan Maširević², Jelica Balaz², Snežana Pavlović³,
Snežana Oljača¹, Nenad Trkulja⁴, Vladimir Filipović³**

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad

³Institute of Medicinal Plants Research "Dr Josif Pancic", Belgrade

⁴Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade

E-mail: acimovicbabicmilica@gmail.com

Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) is aromatic plant from *Apiaceae* family. Fennel fruits (*Foeniculi fructus*) usually contain 2-6% of essential oil, with *trans*-anethole which is main component with 60-90%. The fruits are widely used in medicine and nutrition, but also in organic agricultural production. In the world and in our country it was found a large number of diseases, including fungal which are more abundant, than bacterial and phytoplasmas on the fennel. It was determined and the appearance of insects and parasitic flower dodder (*Cuscuta* sp.).

Key words: fennel, diseases, pests



Tablo IV. Sl. 1. *Cuscuta* sp, sl. 2. *Papilio machaon* - gusenica, sl. 3. Lokalitet u Zemunu sa nalazom *Apalus bimaculatus*, sl. 4. Imago *A. bimaculatus*, sl. 5. solitarna pčela *Colletes cunicularius*, sl. 6. jaja *A. bimaculatus*, sl. 7. triungulin larve *A. bimaculatus*
(Foto: sl. 1 i 2 Aćimović M., sl. 3-7 Graora D. i Arsenijević I.)

***Apalus bimaculatus* (Linnaeus, 1761), NOVA VRSTA MELOIDAE U SRBIJI**

Radoslava Spasić¹, Draga Graora¹, Ljubiša Stanisavljević², Dragica Smiljanić¹

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

²Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd

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

Rad primljen: 11.06.2014.

Prihvaćen za štampu: 17.10.2014.

Izvod

Početakom 2013. godine, u Srbiji je prvi put utvrđena vrsta *Apalus bimaculatus* (Linnaeus, 1761), koja pripada porodici Meloidae (Coleoptera). Nađena je u urbanom delu Beograda-lokalitet Zemun. Životni ciklus ove vrste vezan je sa solitarnom pčelom *Colletes cunicularius* (Linnaeus) (Hymenoptera: Colletidae), čije je prisustvo utvrđeno na istom mestu, mesec dana kasnije. Sakupljena imaga *A. bimaculatus* su u laboratoriji gajena do momenta piljenja larvi.

Ključne reči: *Apalus bimaculatus*, prvi nalaz, Srbija

UVOD

Apalus bimaculatus (Linnaeus, 1761) je azijsko-evropsko-mediteranska vrsta, zastupljena u Evropi, severno do Skandinavije, u zapadnoj i centralnoj Aziji, istočno do Sibira i Japana, i u severnoj Africi (Bologna, 2009). Rasprostranjenost ove vrste je u tesnoj vezi sa rasprostranjenošću solitarne pčele *Colletes cunicularius* (Linnaeus) (Hymenoptera: Colletidae). U Švedskoj se nalazi na crvenoj listi (Ahlbäck, 2010). U susednim zemljama, vrsta je prisutna u Bosni i Hercegovini, Hrvatskoj, Bugarskoj, Rumuniji i Mađarskoj (Audisio, 2013).

Apalus bimaculatus pripada porodici Meloidae čije predstavnike karakteriše mekano telo sa kožastim pokriocima koja potpuno ili delimično pokrivaju trbuh i koja su na kraju malo rastavljena. Trbuh Meloidae veoma je razvijen, naročito pred ovipoziciju ženki nekih vrsta. Boje su crne, tamno plave, zelene, smeđe ili žute, obično sa metalnim sjajem. Imaga su fitofagna i sreću se na travi, cvetovima i lišću raznih biljaka, a larve su zoofagne i žive kao parazitoide, kleptoparaziti ili predatori drugih insekata, najčešće Orthoptera i Hymenoptera. U razviću Meloidae zastupljena je hipermetamorfoza, koju karakteriše različit izgled larvenih uzrasta. Larve prvog uzrasta su tipa triungulin, sa snažnim gornjim vilicima, dugim pipcima i sa po tri kandže na nogama. Veoma su pokretne i agresivne. Mogu biti predatori skakavačkih jaja, ili su paraziti solitarnih pčela, eventualno medonosne pčele, u čija gnezda dospevaju najčešće forezijom.

Životni ciklus *A. bimaculatus* vezan je sa solitarnom pčelom *Colletes cunicularius*. Takođe, u gnezdim solitarnih vrsta pčela iz rodova *Andrena*, *Anthophora*, *Osmia*, *Eucera* i *Colletes*, mogu se naći i druge vrste Meloidae, kao na primer *Meloe variegatus* Donovan, *Meloe proscarabeus* L i *Meloe violaceus* Marsch. U uslovima lokalnog prenamnoženja ovih vrsta, kao i usled kultivacije spontanih površina koja utiče na promenu mesta življenja solitarnih pčela, larve Meloidae mogu se naći i u gnezdim medonosne pčele, kao slučajnog domaćina. Takva pojava zabeležena je u 2001. godini na prostoru Srpskog Itebeja gde je utvrđen masovni pomor pčela usled meleoze, bolesti izazvane prisustvom parazitskih larava iz roda *Meloe* na telu pčela (Stojnić i Mladenović, 2001).

Apalus bimaculatus, koji za domaćina ima solitarnu pčelu *Colletes cunicularius*, javlja se rano u proleće, tokom sunčanih dana i na temperaturama iznad 0 °C. Ženka polaže jaja u plitke rupe u pesku. Posle nekoliko nedelja pile se larve prvog uzrasta, triungulin larve, koje su vrlo aktivne u traženju gnezda domaćina. Nema podataka koji govore da larve ove vrste koriste solitarnu pčelu kao domaćina za širenje, ali prisustvo forezije u nekoliko sličnih vrsta ukazuje da postoji mogućnost da se to dešava i kod *A. bimaculatus* (Bologna et al., 2008). Ceo razvoj se odvija u gnezdim domaćina i posle prezimljavanja adulti se pojavljuju sledećeg proleća radi kopulacije i ovipozicije (Lönnell, 2010).

MATERIJAL I METODE RADA

Odrasle jedinke su sakupljene u februaru 2013, u urbanom delu Beograda, u lokalitetu Zemun, blizu centra grada. Imaga su nađena na trotoaru pored blage padine koja se spušta prema školskom dvorištu (N 44° 50' 27,6"; E 20° 24' 47,1"; 86 m a.s.l.) (Tablo IV, sl. 3). S obzirom da nam je vrsta bila nepoznata, veliki broj imaga je sakupljen i dopremljen u laboratoriju za entomologiju i poljoprivrednu zoologiju Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, radi identifikacije. Sakupljena imaga su smeštena u velike staklene posude radi gajenja i praćenja njihove dalje aktivnosti.

Mesec dana kasnije, u martu 2013, na istom mestu je utvrđena aktivnost solitarne pčele *Colletes cunicularius*, koja je identifikovana pomoću ključeva Noskiewicz (1936) i Medvedev (1978).

Preparovana imaga obe vrste su deponovana u zbirci na Univerzitetu u Beogradu, Poljoprivrednom fakultetu, laboratoriji za entomologiju i poljoprivrednu zoologiju.

I u 2014. godini, u istom periodu i na istoj lokaciji, ponovo je utvrđeno prisustvo obe vrste.

REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Nađena vrsta iz familije Meloidae je, uz pomoć ključeva Medvedev (1978) i Nikolaev & Kolov (2005), identifikovana kao *Apalus bimaculatus* (Linnaeus), a predstavlja novu vrstu u fauni Srbije.

Imago je izduženog i mekog tela veličine oko 12 mm, sa pokriocima koja dopiru do kraja trbuha. Telo, pipci i noge su crni, a pokrioca žučkastosmeđa sa po jednom crnom pegom na vrhu (T. IV, sl. 4).

Prva imaga *A. bimaculatus* su nađena 13. februara, po sunčanom danu i na temperaturi oko 10 °C. U narednim danima, pod istim vremenskim uslovima, broj jedinki se povećavao, tako da je 19. februara, oko 13:00 sati, registrovan jako veliki broj odraslih, koji su izlazili sa padine pokrivene žbunjem *Symphoricarpos orbiculatus* (Much), *Forsythia intermedia* (Zab.) i *Lygustrum vulgare* L. Imaga su se masovno kretala i kopulirala po trotoaru i kolovozu, pa je zabeležen i veći broj jedinki koje su bile izgažene od strane prolaznika. Sledećeg dana (20. februar), utvrđen je manji broj adulta, među kojima su dominirale ženke sa već uvećanim trbuhom. Tokom sledećih dana broj imaga je bio znatno manji, i do kraja februara, kada su temperature bile znatno niže i kada je pao sneg, nije više bilo ni jedne jedinke.

Posle mesec dana, 12. marta, na istom mestu gde je nađen *A. bimaculatus*, utvrđen je veći broj imaga solitarne pčele *Colletes cunicularius* (T. IV, sl. 5), koja su izlazila iz svojih gnezda i letela u roju iznad površine zemlje. Ovim su potvrđeni literaturni podaci o vezi između ove dve vrste.

Sakupljena živa imaga *A. bimaculatus* su u laboratoriji držana u staklenim

entomološkim posudama radi praćenja njihove dalje aktivnosti. Od 19. februara, kada je sakupljen najveći broj živih jedinki, odmah je nastupila kopulacija, a potom i ovipozicija koja je trajala do kraja februara. Ženke su polagale sitna, cilindrična, bleožuta jaja u gomile od po nekoliko stotina (T. IV, sl. 6). Početkom marta (8. marta), počelo je piljenje larvi. Larve prvog uzrasta, tzv. triungulin su kampodeiformne sa dobro razvijenim nogama, pipcima i cercima (T. IV, sl. 7). Zbog njihovog specifičnog načina života i nemogućnosti daljeg gajenja u laboratoriji, larve su konzervisane u alkoholu.

Istraživanja u drugim zemljama pokazala su da je period aktivnosti ove vrste u rano proleće, kao što smo i mi utvrdili. U Slovačkoj, na primer, imaga su nađena krajem marta, za vreme sunčanih i toplih dana između 10.30 i 14.00 sati (Gabzdil, 2000). U Švedskoj, gde ima najviše radova i istraživanja o ovoj vrsti, njenim domaćinima i životnom ciklusu, period javljanja je od početka marta do sredine aprila (Lönnell, 2010).

A. bimaculatus je vrsta kratkog života, sa ciklusom razvića vezanim sa solitarnom pčelom *Colletes cunicularius*, čija je aktivnost nešto kasnije, uglavnom od marta do maja. Prema literaturnim podacima, vreme piljenja triungulin larvi poklapa se sa periodom aktivnog leta solitarne pčele. U gnezdima solitarne pčele, larve *A. bimaculatus* se razvijaju koristeći hranu namenjenu za larve pčele, a ponekad jedu i jaja pčele ili njihove larve (Lönnell, 2010). U Švedskoj, zbog kontinuirane degradacije i redukcije prirodnih staništa ove vrste, ona se smatra ugroženom i nalazi se na crvenoj listi (Ahlbäck, 2010).

ZAKLJUČAK

U februaru 2013. godine, prvi put je u Srbiji utvrđeno prisustvo vrste *Apalus bimaculatus* (L) (Coleoptera: Meloidae). Vrsta je u velikoj brojnosti nađena u urbanom delu Beograda, u lokalitetu Zemun, blizu centra grada. Njen životni ciklus vezan je sa solitarnom pčelom *Colletes cunicularius* (Linnaeus) (Hymenoptera: Colletidae), koja je nađena na istom mestu mesec dana kasnije. Sakupljena imaga *A. bimaculatus* su u laboratoriji kopulirala i ženke su polagale jaja u gomilice od po nekoliko stotina. Posle dve nedelje počelo je piljenje larvi. Larve prvog stupnja su tipa triungulin larvi.

LITERATURA

- Ahlbäck, L. (2010): *Habitat preference and dispersal of a sand associated beetle, Apalus bimaculatus*. - M. Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Uppsala, Swedish University of Agric. Sci., 26 pp.
- Audisio, P. (2013): Fauna Europaea: *Apalus bimaculatus*. Fauna Europaea version 2.6.1. (Last updated: 24 May 2013). URL: <http://www.faunaeur.org>.
- Bologna, M. A., Olverio, M., Pitzalis, M. & Mariottini, P. (2008): Phylogeny and evolutionary history of the blister beetles (Coleoptera, Meloidae). - *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48: 679-693.
- Bologna M. A. (2009): The Meloidae (Coleoptera) of Libya: an annotated catalogue and description of three new species. - *Annales de la Societe entomologique France* (n.s.), 45 (3) : 345-364.
- Gabzdil, R. (2000): A finding of *Apalus bimaculatus* (Coleoptera:Meloidae) in eastern Slovakia. - *Klapalekiana*, 36 (1-3): 33-34. (in Slovakian, English summary). URL: <http://www.mzp.cz/ris/ais-ris-info-copy.nsf>
- Lönnell, N. (2010): - *Action plan for bibagge 2008-2012 (Apalus bimaculatus)*. - Naturvårdsverket Rapport 6378, Stockholm, Sweden, (in Swedish, English summary).

- Medvedev G. S. (1978): *Keys to the insects of the European part of the USSR*. Volume III, Hymenoptera, Part I. Nauka, Leningrad, Russia (In Russian).
- Nikolaev, G. V. & Kolov, S. V. (2005): Blister beetles (Coleoptera: Meloidae) Kazakhstan: biology, systematics, the determinant. Казак Университети, Алматы, Казахстан (In Russian).
- Noskiewicz, J. (1936): Die paläarktischen Colletes-Arten. Prace Naukowe Wydawnictwo Towarzystwa Naukowego we Lwowie, 3: 1-532.
- Stojnić, B., Mladenović, M. (2001): Pojava meleoze u Banatu. Prvi Kongres veterinara Republike Srpske. Banja Luka, 28-30. oktobar 2001. Zbornik kratkih sadržaja, str. 156-158.

Abstract

***Apalus bimaculatus* (Linnaeus, 1761), A NEW SPECIES OF MELOIDAE IN SERBIA**

Radoslava Spasić¹, Draga Graora¹, Ljubiša Stanisavljević², Dragica Smiljanić¹

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture

²University of Belgrade, Faculty of Biology

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

Apalus bimaculatus (Linnaeus, 1761), which belongs to the family of blister beetles (Coleoptera: Meloidae) has been recorded for the first time in Serbia. It was found in February 2013, in an urban Belgrade area, in the locality of Zemun. Its life cycle is connected with the solitary bee species *Colletes cunicularius* (Linnaeus) (Hymenoptera: Colletidae), which was found one month later in the same place. Collected adults of *A. bimaculatus* were reared in laboratory until the first instar larvae - triungulin larvae hatched out from the laid eggs.

Key words. *Apalus bimaculatus*, first record, Serbia

NOVI PRAVCI ZAŠTITE PAPRIKE I PARADAJZA OD BAKTERIOZNE PEGAVOSTI

Milan Šević¹, Katarina Gašić², Aleksa Obradović³

¹Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

²Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

³Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd

E-mail: sevicmilan@yahoo.com

Rad primljen: 26.09.2014.

Prihvaćen za štampu: 17.10.2014.

Izvod

Bakteriozna pegavost paprike i krastavost plodova paradajza koju prouzrokuju bakterije *Xanthomonas* kompleksa, spada u red rasprostranjenih i ekonomski veoma značajnih bolesti paprike i paradajza. Gajenje otpornih genotipova i primena

preparata na bazi streptomocina i jedinjenja bakra ne obezbeđuju zadovoljavajući efekat zaštite, usled pojave novih rasa bakterije i razvoja sojeva rezistentnih prema antibioticima i jedinjenjima bakra. Proizvođači paprike i paradajza nemaju adekvatna sredstva za borbu protiv ovog patogena, jer standardni baktericidi često nisu dovoljno efikasni kada vremenski uslovi pogoduju razvoju bolesti. Usled nedostatka otpornih sorti, kao i efikasnih sredstava za zaštitu, istraživači pokušavaju da pronađu alternativna rešenja kojima bi se omogućila efikasna kontrola ove bolesti. Jedino se integracijom pozitivnog efekta različitih metoda može postići odgovarajući efekat zaštite. Biološke metode (primena bakteriofaga) i neke novije alternativne metode (aktivatori sistemice opornosti), ukazuju na mogućnost razvoja efikasne strategije za suzbijanje *X. euvesicatoria*.

Ključne reči: paprika, paradajz, *Xanthomonas euvesicatoria*, jedinjenja bakra, antibiotici, bakteriofagi, aktivatori otpornosti biljaka

UVOD

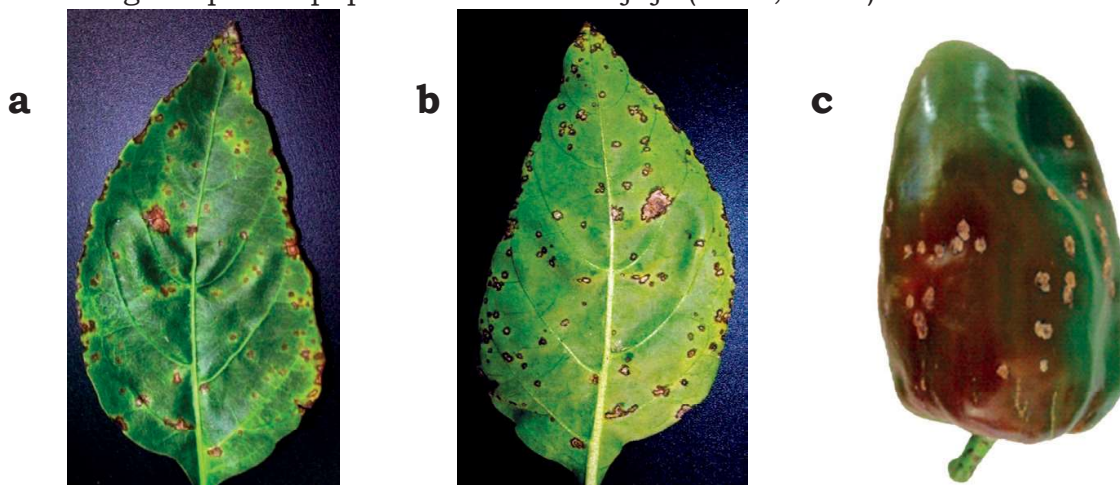
Bakteriozna pegavost paprike i krastavost plodova paradajza koju prouzrokuju bakterije *Xanthomonas* kompleksa ekonomski su najznačajnije bakterioze ovih gajenih biljaka. Pri povoljnim uslovima za razvoj bolesti, zaštita paprike i paradajza od ovih bakterija predstavlja nerešiv problem. Tradicionalne mere za suzbijanje prouzrokovala bakteriozne pegavosti paprike i paradajza obuhvataju primenu plodoređa, setvu zdravog semena poreklom iz nezaraženih plodova, kao i dezinfekciju semena, proizvodnju zdravog rasada, odstranjivanje i uništavanje biljnih ostataka, gajenje manje osetljivih sorti i primenu baktericida. Sve ove mere nisu dovoljno efikasne kada vremenski uslovi pogoduju intenzivnom razvoju ove bakterioze. Gajenje otpornih genotipova i primena preparata na bazi streptomocina i jedinjenja bakra ne obezbeđuju zadovoljavajući efekat zaštite, usled pojave novih rasa bakterije i razvoja sojeva rezistentnih prema antibioticima i jedinjenjima bakra. Proizvođači paprike i paradajza nemaju adekvatna sredstva za borbu protiv ovih patogena, jer standardni baktericidi često nisu dovoljno efikasni kada vremenski uslovi pogoduju intenzivnom razvoju bolesti. U cilju razvoja efikasnog programa kontrole prouzrokovala bakteriozne pegavosti paprike i paradajza, mnogi istraživači proučavaju nove metode u suzbijanju ovog patogena. Prema novijim literaturnim podacima, biološke (primena bakteriofaga) i neke novije alternativne metode (primena aktivatora opornosti), ukazuju na mogućnost razvoja efikasne strategije za suzbijanje *Xanthomonas* vrsta.

***Xanthomonas euvesicatoria* - PATOGEN PAPRIKE I PARADAJZA**

Bakteriozna pegavost prouzrokovana *Xanthomonas* vrstama, *X. euvesicatoria*, *X. vesicatoria*, *X. perforans* i *X. gardneri* (Jones i sar., 2004), spada u red ekonomski najznačajnijih bolesti paprike i paradajza u svetu, posebno u uslovima tropske i subtropske klime. Dugi niz godina smatralo se da ovu bolest prouzrokuje bakterija *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, relativno homogena vrsta (Dye et al., 1964; Jones et al., 1998). Međutim, krajem prošlog veka, došlo se do novih saznanja, da populaciju bakterije čine dve genetički i fenotipski različite grupe bakterija (Stall et al., 1994) koje su Vauterin i saradnici (1995) diferencirali u *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (grupa A) i *Xanthomonas vesicatoria* (grupa B). Jones i saradnici (1998) su među patogenima paradajza identifikovali još dve *Xanthomonas* grupe, C i D. Nešto kasnije saopšteno je da grupe A, C i D međusobno imaju manje od 70% DNK sličnosti, kao i sa tipskim sojem *X. axonopodis* i sa tada klasifikovanim vrstama u okviru *Xanthomonas* roda (Jones et al.,

2004). To je dovelo do najnovije klasifikacije *Xanthomonas* spp. patogena paprike i/ili paradajza na *X. euvesicatoria* (grupa A), *X. vesicatoria* (grupa B), *X. perforans* (grupa C) i *X. gardneri* (grupa D). Sojevi poreklom iz paprike, pripadnici grupe A (*X. euvesicatoria*), najšire su rasprostranjeni i ekonomski najznačajniji. *X. vesicatoria* i *X. gardneri* mogu imati značajan uticaj u regionima u kojima se nalaze. Sojevi bakterije *Xanthomonas perforans* do sada su izolovani samo iz paradajza. Sojevi grupe D prvobitno su identifikovani u našoj zemlji (Šutić, 1957) i zajedno sa indentičnim sojevima iz Kostarike zadržali su status vrste kao *X. gardneri* (Jones et al., 2004, Ritchie et al., 1991).

Bakterije napadaju sve nadzemne delove biljaka paprike: list, stablo, cvet i plod. Na naličju lista paprike u početku se pojavljuju sitne pege, nepravilnog oblika (Sl. 1a). Ove pege su tamnozelenene, vlažne i blago ispupčene. Kasnije se šire i postaju poligonalne i ograničene nervima. Središte pega postaje svetlije i suvo, okruženo uzanom tamnomrkom zonom (Sl. 1b). Obolelo lišće sve više žuti i opada. Jako napadnute biljke ostaju bez lišća. Parazit napada i cvetnu peteljku. Tada cvetovi, kao i mlađi plodovi, zajedno s napadnutom peteljkom otpadaju (Sl. 1c), usled čega se prinos paprike znatno smanjuje (Šutić, 1957).



Slika 1. *Xanthomonas euvesicatoria*. Nekrotična pegavost lišća (a i b) i kras-tavost plodova (c) paprike. Prirodna infekcija. (Foto: A. Obradović).

Na biljkama paradajza bakterija napada list, stablo, cvast i plod. Na listu se pojavljuju manje, vlažne ili uljaste pege, nepravilnog oblika, oivičene nervima. Vremenom središnji deo ovih pega postaje mrk, a periferni mrk do ljubičast. Kasnije, pege se povećavaju i spajaju, usled čega nastaje nekroza većeg dela liske. Nekrotične zone se lako lome i ispadaju. Najveće štete kod paradajza nastaju usled razvoja mrkih pega na mladim plodovima. Mladi plodovi se nepravilno razvijaju i deformišu, što u jačem stepenu utiče na njihov spoljni izgled. Pege mogu zahvatiti veliku površinu ploda, obolelo tkivo u okviru pega puca, obrazujući tako pukotine ili kraste različitog oblika. Vlažno i toplo vreme pogoduje širenju bolesti (Šutić, 1957).

Parazit se prenosi semenom i obolelim biljnim ostacima, na kojima se održava do sledeće vegetacije, kada nastaju zaraze - prvo sejanaca, a kasnije i odraslih biljaka. Bakterija prodire kroz stome. Kišne kapi, vetar, a naročito voda prilikom zalivanja useva, potpomažu širenju bolesti (Arsenijević, 1997).

U našoj zemlji, najznačajnija i najrasprostranjenija *Xanthomonas* vrsta je *X. euvesicatoria* koja se nalazi na A2 karantinskoj listi štetnih organizama Evropske organizacije za zaštitu bilja (European Plant Protection Organization, EPPO), kao i na A2 listi karantinski štetnih organizama Republike Srbije.

SUZBIJANJE PROUZROKOVAČA BAKTERIOZNE PEGAVOSTI PAPRIKE I PARADAJZA

Tradicionalne mere za suzbijanje prouzročivača bakteriozne pegavosti paprike obuhvataju primenu plodoređa, setvu zdravog semena poreklom iz nezaraženih plodova, kao i dezinfekciju semena, upotrebu zdravog rasada, odstranjivanje biljnih ostataka, gajenje manje osetljivih sorti i primenu baktericida (Jones et al., 1986; Arsenijević, 1997). Pronalaženje gena otpornosti i njihovo uvođenje u programe selekcije radi stvaranja otpornih komercijalnih genotipova zadatak je na kome rade mnogi istraživači. Međutim, za sada ne postoji komercijalni genotip paradajza ili paprike koji je otporan na sve rase ovog patogena. Od baktericida, najčešće su u upotrebi preparati na bazi bakra, sami ili u kombinaciji sa etilenbis-ditiokarbamatima (EBDC), kao što su maneb i mankozeb. Samostalna primena preparata na bazi bakra je manje efikasna od njihovih kombinacija sa EBDC fungicidima što potvrđuju mnogi autori (Marco et al., 1983). Međutim, kao posledica česte primene preparata na bazi bakra, registrovani su sojevi *X. euvesicatoria* tolerantni na sve bakarne formulacije ili slabo osetljivi na kombinaciju sa EBDC fungicidima (Marco et al., 1983; Adaskaveg et al., 1985).

Upotreba antibiotika, u prvom redu streptomocina, u zaštiti bilja od bakterioza započela je pedesetih godina prošlog veka. Ubrzo nakon početka njihove primene pojavili su se rezistentni sojevi u populaciji patogena. Zbog eventualnih posledica po životnu sredinu i ljudsko zdravlje, primena antibiotika u zaštiti bilja postala je u poslednje vreme predmet intenzivnog preispitivanja i diskusije. Razlog su negativne strane njihove primene, kao što su posledice preteranog unošenja antibiotika u životnu sredinu i njihov efekat na korisne mikroorganizme, dospevanje ostataka antibiotika u lanac ishrane, efekat smanjenih doza na pojavu otpornosti štetnih vrsta bakterija, ne samo fitopatogenih, već i patogena ljudi, a takođe i direktan efekat na ljudsku populaciju, koja na ovaj način biva izložena njihovom dejstvu. Stoga su zemlje, koje su među prvima počele da primenjuju antibiotike u zaštiti bilja, prinuđene da ograničavaju njihovu primenu i pažnju usmeravaju na alternativna sredstva (Obradović i Ivanović, 2007). Antibiotici su registrovani za upotrebu u zemljama Severne i Južne Amerike, Japanu i Tajvanu. Zakonska regulativa Evropske unije ne dozvoljava upotrebu antibiotika u poljoprivredi. Primena antibiotika u poljoprivredi, takođe, nije dozvoljena u Srbiji.

U svetu, najčešće primenjivani antibiotici za suzbijanje bakteriozne pegavosti su streptomycin, kasugamicin i oksitetraciklin. Primena streptomocina u usevu paradajza i paprike za suzbijanje *X. euvesicatoria* bila je kratkotrajna, jer je već početkom šezdesetih godina prošlog veka, otkrivena rezistentna populacija ove bakterije (Stall & Thayer, 1962). Streptomycin-rezistentni sojevi su se brzo proširili i postali široko rasprostranjeni (Argentina, Brazil, Kalifornija, Florida, Džordžija, Ohajo, Pensilvanija, Tajvan), primoravajući istraživače da tragaju za drugim rešenjima (Obradović i sar., 2004a).

NOVI PRAVCI ZAŠTITE PAPRIKE I PARADAJZA OD BAKTERIOZNE PEGAVOSTI

Primena aktivatora sistemične otpornosti

Prema novijim literaturnim podacima, biološke metode (primena bakteriofaga) i neke novije alternativne metode (aktivatori otpornosti), ukazuju na mogućnost razvoja efikasne strategije za suzbijanje vrste *X. euvesicatoria* (Obradović i sar., 2005).

Indukovana sistemična otpornost biljaka (Systemic Acquired Resistance, SAR) prvi put je opisana 1901. godine. Prvi aktivatori otpornosti bili su salicilna kiselina i 2,6-dihlor-izonikotinska kiselina, ali zbog njihove fitotoksičnosti za većinu biljaka nisu komercijalno primenjivani (Agrios, 2005). Acibenzolar-S-metil (ASM) je prvi aktivator sistemične otpornosti kompanije Syngenta Crop Protection Inc. koji je komercijalno primenjivan i nalazi se u prometu u SAD pod imenom Actigard, a u Evropi pod nazivom Bion. ASM poseduje odličan potencijal za suzbijanje bakterijske pegavosti paradajza, međutim, neka istraživanja su pokazala negativan efekat na biljke paradajza i ukupan prinos (Louws et al., 2001).

Harpin protein, izolovan iz bakterije *Erwinia amylovora*, izaziva kompleksne metaboličke reakcije kod tretiranih biljaka i aktivira prirodnu otpornost. Primenjivan je u suzbijanju bakterijske pegavosti paradajza (Obradović i sar., 2004a i 2005). Transferom DNK fragmenta koji kodira produkciju harpin proteina u *Escherichia coli* soj K12, komercijalno se proizvodi preparat Messenger (Eden Bioscience Corp.). Klasifikovan je kao biohemijski pesticid, IV grupa otrova. Harpin se ne može primeniti sa hlorisanom vodom zbog denaturacije proteina (Anonymous, 2002).

Obradović i sar. (2005) su proučavali efikasnost aktivatora otpornosti (acibenzolar-S-metil, harpin protein), specifičnih bakteriofaga, suspenzije bakterija (10^8 CFU/ml) sojeva antagonista (*Pseudomonas syringae* Cit 7, *Pseudomonas. putida* B56) i potencijalnih stimulatora rasta biljaka (*Bacillus pumilus* B122, *Pseudomonas. fluorescens* B130 (PGPR - plant growth promoting rhizobacteria) u suzbijanju *X. c. pv. vesicatoria* u usevu paradajza sorte Florida 47. Ogledi su izvedeni u uslovima staklenika. Kao kontrola korišćene su biljke tretirane vodom, a kao standardni tretman primenjen je bakar-hidroksid (Kocide 2000, Griffin Corp., 0,36%). U ovim eksperimentima, korišćena je suspenzija 6 sojeva bakteriofaga (Agriphage, AgriPhi Inc., 1% v/v) specifičnih prema rasi T3 *X. c. pv. vesicatoria*. Sojevi bakterija stimulatora rasta (*B. pumilus* B122, *P. fluorescens* B130) i antagonisti (*P. syringae* Cit7 i *P. putida* B56) nisu ispoljili značajan efekat u zaštiti paradajza od bakterijske pegavosti u uslovima veštačke inokulacije u stakleniku. Ovakav rezultat ukazuje na ograničeni spektar aktivnosti i malu konkurentsku sposobnost ovih sojeva u navedenim uslovima. Primena bakteriofaga u kombinaciji sa aktivatorima otpornosti značajno je umanjila intenzitet bolesti, ukazujući na mogućnost integrisane primene preparata Agriphage u suzbijanju bakterijske pegavosti. Primena harpin proteina nije aktivirala odbrambeni mehanizam paradajza prema patogenu, ukazujući na zanemarljiv efekat ovog proizvoda na intenzitet oboljenja. Za razliku od ovih tretmana, ASM je efikasno aktivirao otpornost tretiranih biljaka paradajza prema *X. c. pv. vesicatoria*, sprečavajući u potpunosti pojavu karakterističnih simptoma bolesti. Ovaj tretman, u kombinaciji sa bakteriofagima poslužio je kao osnova za razvoj buduće strategije integralne zaštite paradajza od prouzrokovala bakterijske pegavosti u polju (Obradović i sar., 2005).

U eksperimentima u polju, sprovedenim tokom tri uzastopne godine, ASM primenjen samostalno ili u kombinaciji sa bakteriofagima značajno je smanjio intenzitet bakterijske pegavosti paradajza u poređenju sa drugim tretmanima (Obradović, 2004a). Proučavanja su izvođena u centralnoj i severnoj Floridi, u uslovima subtropske klime, tokom jeseni 2001. i proleća i jeseni 2002. godine. Acibenzolar-S-metil u kombinaciji sa bakteriofagima, ili bakteriofagi i harpin protein, značajno su redukovali bakterijsku pegavost u odnosu na druge tretmane. Međutim, u pogledu prinosa nije postojala značajna razlika, u odnosu na standard ili netretiranu kontrolu. Grupisanjem tretmana gde su primenjivani bakteriofagi

utvrđeno je da se prinos značajno povećao u odnosu na tretmane bez bakteriofaga. Sojevi bakterija stimulatora rasta (PGPR) i antagonisti nisu ispoljili značajan efekat u kontroli ovog patogena u uslovima otvorenog polja.

Abbasi i sar. (2002a) proučavali su efekat amonijum-lignosulfonata (ALS) dobijenog u procesu prerade drvene mase u kombinaciji sa đubrivom kalijum-fosfat (KP), dok je acibenzolar-S-metil (ASM) korišćen kao standardan tretman. Svi tretmani su značajno smanjili bakterioznu pegavost paradajza i paprike u uslovima zaštićenog prostora i otvorenog polja. Međutim, tri navedena tretmana nisu se statistički značajno razlikovala u prinosu u odnosu na netretiranu kontrolu. ASM je zapravo smanjio ukupan prinos. Nije bilo uočljivog fitotoksičnog efekta ALS i KP na lišću paprike (Abbasi et al., 2002a).

Efikasnost vodenog ekstrakta komposta poreklom iz fabrike za preradu otpada u suzbijanju bakteriozne pegavosti paradajza proučavali su Abbasi i sar. (2002b). Ogledi su postavljeni u organskom i konvencionalnom sistemu proizvodnje u državi Ohajo. Ogledi su izvedeni 1998. godine i uslovi su pogodovali razvoju patogena. Korišćenjem vodenog ekstrakta komposta u organskoj proizvodnji, za 33 % je povećana količina plodova koji se mogu izneti na tržište, u odnosu na kontrolu. U konvencionalnom sistemu proizvodnje, vodeni ekstrakt kompostirane trave umanjio je intenzitet oboljenja 1997. godine, koja je bila pogodna za razvoj patogena. ASM je u ovoj studiji korišćen kao kontrolni tretman i uticao je na smanjenje intenziteta bakteriozne pegavosti paradajza i povećanje prinosa plodova koji se mogu plasirati (Abbasi et al., 2002b).

Abassi i sar. (2003) su proučavali primenu nim ulja iz tropske biljke *Azadirachta indica* i ribljev ulja u zaštiti paprike i paradajza, dve uzastopne sezone, u zaštićenom prostoru i u uslovima otvorenog polja. Intenzitet bolesti bio je smanjen na plodovima paradajza, ali rezultati često nisu bili statistički značajni (Abassi et al., 2003).

Efekat folijarne primene vodenog ekstrakta komposta u suzbijanju bakteriozne pegavosti paradajza proučavali su Al-Dahmani i sar. (2003). U eksperimentima su korišćeni vodeni ekstrakti komposta različitog porekla, kravljeg stajnjaka, kompost borove kore, kompost sa organske farme i kompost pokošene trave. Vodeni ekstrakt komposta sterilisan je autoklaviranjem ili filtracijom pre primene. Svi ekstrakti komposta ispoljili su statistički značajnu efikasnost u zaštićenom prostoru u odnosu na netretiranu kontrolu. Najveću efikasnost ispoljio je vodeni ekstrakt komposta kravljeg stajnjaka. Stepenu zaštite obezbeđen primenom najefikasnijeg vodenog ekstrakta komposta nije se razlikovao od zaštite koju je ispoljio ASM koji je korišćen kao kontrola. Međutim, u uslovima otvorenog polja, 1997. godine, u uslovima povoljnim za razvoj patogena, vodeni ekstrakt komposta nije značajno umanjio bakterioznu pegavost paradajza, a ni druga oboljenja. Primenom kombinacije hlorotalonila i bakar-hidroksida sa ili bez ASM ispoljena je veća efikasnost u kontroli bolesti (Al-Dahmani i sar., 2003).

Efikasnost fungicida famoksadona u kombinaciji sa cimoksanilom, ASM i *Bacillus subtilis* u suzbijanju bakteriozne pegavosti paradajza proučavali su Roberts i sar. (2008). U ovoj studiji korišćen je antagonistički soj bakterije *Bacillus subtilis*, QST 713 preparat Serenade Max. Bakar-hidroksid u kombinaciji sa mankozebom korišćen je kao standardni tretman. Ogledi su izvedeni u uslovima otvorenog polja uz primenu različitih kombinacija ovih jedinjenja u različitim vremenskim intervalima. Svi programi zaštite su značajno umanjili intenzitet bakteriozne pegavosti paradajza u odnosu na netretiranu kontrolu. Takođe, svi primenjeni programi bili su jednako efikasni u odnosu na standardni tretman bakar-hidroksidom u kom-

binaciji sa mankozebom i nisu se značajno razlikovali. Programi zaštite čija su osnova ASM i *Bacillus subtilis* značajno su umanjili intenzitet bakterijske pegavosti u odnosu na netretiranu kontrolu i nisu se značajno razlikovali u odnosu na standardni tretman. U eksperimentu *in vitro* nije potvrđeno direktno baktericidno dejstvo famoksadona u kombinaciji sa cimoksanilom na *Xanthomonas* vrste. Međutim, u ogleđima u staklari i uslovima otvorenog polja, ove aktivne supstance su umanjile intenzitet bakterijske pegavosti paradajza. Autori preporučuju primenu kombinacije ove dve aktivne supstance, kao alternativno rešenje u integralnoj zaštiti bakterijske pegavosti paradajza (Roberts et al., 2008).

Efikasnost bioloških i hemijskih baktericida u suzbijanju bakterijske pegavosti paprike proučavali su Šević i sar. (2010). U ogleđima u stakleniku i fitokomori, proučena je efikasnost *Bacillus subtilis* (soj AAac i QST 713), bakteriofaga (soj KΦ-1), ASM, jedinjenja bakra i antibiotika (streptomycin i kasugamicin), u uslovima veštačke inokulacije. Najveću efikasnost u zaštiti paprike od prouzrokovala bakterijske pegavosti ispoljio je ASM (93%). U kasnijim istraživanjima, Šević i sar. (2011) su potvrdili rezultate efikasnosti primene ASM-a u kontroli *X. euvesicatoria* (soj KFB 13). Najveću efikasnost, 97 %, ispoljio je ASM primenjen u koncentraciji od 0,005 %, dva puta, 9 i 4 dana pre inokulacije. Međutim, ova koncentracija ispoljila je negativan efekat na porast biljaka paprike, za razliku od tretmana ASM-om u koncentracijama od 0,003 % i 0,0024 % (Šević i sar., 2010, 2011, 2011a).

Primena ASM pokazala se kao izuzetno efikasna u kontroli bakterijske pegavosti u kontrolisanim uslovima. U literaturi se navodi da je efikasnost ASM na istom nivou kao i efikasnost nekih standardnih baktericida. Nasuprot ovim, postoje podaci koji govore o varijabilnoj efikasnosti ASM u polju. Varijabilna efikasnost ASM-a je očekivana, s obzirom da se ispoljava kao odgovor biljke na pokušaj infekcije i uslovljena je genotipom, fiziološkim statusom biljke i uslovima spoljne sredine (Gašić i Obradović, 2012). Romero i sar. (2001) su proučavali efikasnost ASM-a primenjenog na različite genotipove paprika u tipu babura. Utvrdili su da je indukova sistemična otpornost aktivirana kod svih genotipova paprike i ispoljena 3 dana nakon primene, dok se njeno dejstvo ispoljavalo tokom dve nedelje nakon primene. Primenom ASM-a u intervalima od 14 dana, u uslovima otvorenog polja, zaštita paprike od bakterijske pegavosti je bila iste efikasnosti kao i kod standardnog tretmana bakrom u kombinaciji sa mankozebom. Međutim, prinos paprike je značajno smanjen kod jednog genotipa od ukupno šest proučavanih.

Pored brojnih prednosti koje navode mnogi autori, primena ASM-a može negativno uticati na prinos paprike. Za maksimalnu efikasnost treba pažljivo podesiti koncentraciju preparata i vreme između tretiranja, jer prekomerna eksploatacija odbrambenog mehanizma biljke može dovesti do preopterećenja metabolizma, zaostajanja u porastu i smanjenja produktivnosti (Gašić i Obradović, 2012).

Primena bakteriofaga

Bakteriofagi su virusi koji zaražavaju bakterijsku ćeliju. Veoma su specifični za bakterijske i ne parazitiraju eukariotske ćelije. Specifični su prema domaćinu, tj. eliminišu samo kompatibilnu bakteriju, bez uticaja na ostale članove životne sredine (Gašić i sar., 2007). Umnožavaju se samo dok postoji bakterija-domaćin i brzo se inaktiviraju kada je domaćin odsutan. Netoksični su i mogu se koristiti i kada upotreba hemijskih jedinjenja nije dozvoljena, kao što je slučaj u organskoj proizvodnji (Balogh et al., 2003). Jedna od prednosti bakteriofaga je i što se mogu primeniti standardnom opremom za zaštitu bilja i mogu se čuvati mesecima pri temperaturi 4 °C bez značajnog gubitka efikasnosti (Jones et al., 2007).

Isušivanje i ultaljubičasto zračenje negativno utiču na opstanak faga u spoljnoj

sredini (Iriarte et al., 2007, Jones et al., 2007, Gašić i sar., 2009). U dosadašnjim istraživanjima praktične primene faga u zaštiti bilja čest problem je bila nedovoljna perzistentnost faga na površini biljnog tkiva usled isušivanja i pogubnog dejstva sunčevog zračenja. Drastičan pad populacije primenjenih faga u spoljnoj sredini imao je za posledicu promenljivu efikasnost u suzbijanju bakterija i nestandardne rezultate, što je bila glavna smetnja njihovoj masovnijoj primeni (Jones et al., 2007). Prilagođavanjem vremena aplikacije pokazalo se da se tretmanima biljaka u sumrak, pred zalazak sunca, može izbeći negativan uticaj dnevnog svetla i značajno produžiti opstanak faga, čime se povećava šansa za ostvarenje kontakta faga sa bakterijom domaćinom (Jones et al., 2002, 2007).

Balogh i sar. (2003) su proučavali uticaj formulisanja bakteriofaga radi povećanja njihove efikasnosti i perzistentnosti u spoljnoj sredini. Proučavanjem više potencijalnih supstanci, utvrđeno je da se efikasnost faga značajno povećava formulisanjem obranim mlekom u prahu i saharozom neposredno pre upotrebe suspenzije faga za zaštitu paradajza od bakteriozne pegavosti (Balogh et al., 2003; Obradović i sar., 2004a)

Usled problema pojave otpornosti bakterija prema fagima, Jackson (1989) je razvio nov sistem primene faga za suzbijanje bakterioza u vidu mešavine h-mutanta. H-mutanti su fagi koji poseduju sposobnost da liziraju soj bakterije rezistentan prema materinskim fagima. Stoga oni imaju širi spektar domaćina u odnosu na materinske fage. Primenom ovog modela postignuti su dobri rezultati u suzbijanju prouzrokovala bakteriozne pegavosti paradajza *X. perforans*, kako u stakleniku, tako i u poljskim uslovima (Flaherty et al., 2000). Ideja Jackson-a primene h-mutant faga iskorišćena je u projektu razvoja nove strategije zaštite paradajza od prouzrokovala bakteriozne pegavosti. Flaherty i sar. (2000) su pokazali da se ovakvom primenom faga mogu ostvariti zadovoljavajući rezultati. Međutim, ispostavilo se da efikasnost faga umnogome zavisi od njihove osetljivosti prema uslovima spoljne sredine (isušivanje, UV zračenje) i sposobnosti da održavaju svoju populaciju na biljkama. Posle istraživanja nekoliko načina primene faga, pokazalo se da suspenzija h-mutanata faga, formulisana obranim mlekom u prahu i saharozom, primenjena u predvečerje, obezbeđuje značajno manji stepen zaraze nego standardni tretman bakarnim preparatima ili netretirana kontrola (Flaherty et al., 2000; Balogh et al., 2003)

Gašić i sar. (2010, 2011) su proučavali efikasnost suspenzije faga u kontroli bakteriozne pegavosti paprike. Efikasnost suspenzije faga KΦ-1 (108 PFU/ml) proučena je tretiranjem veštački inokulisanih biljaka paprike u fazi četiri lista u stakleniku. Za inokulaciju je korišćen soj bakterije *X. euvesicatoria* KFB 189, osetljiv prema jedinjenjima bakra, koncentracije 108 i 106 CFU/ml. Rezultati istraživanja su pokazali da se primenom faga 2 sata pre i istovremeno sa inokulacijom biljaka paprike može značajno smanjiti intenzitet bakteriozne pegavosti u uslovima staklenika.

U pogledu primene bakteriofaga u praksi, najdalje se otišlo njihovom integracijom u novu strategiju zaštite paradajza od bakteriozne pegavosti, i to u područjima gde klima povoljno utiče na nastanak i razvoj ovog oboljenja (Obradović i sar., 2007; 2008a; 2009). U takvim uslovima zaštita paradajza od bakteriozne pegavosti predstavlja nerešiv problem. Usled pojave novih rasa bakterije *X. euvesicatoria* i razvoja otpornosti ovog patogena prema baktericidima, gajenje otpornih genotipova i primena preparata na bazi streptomocina ili bakra ne obezbeđuju zadovoljavajući efekat zaštite (Momol et al., 2002; Obradović i sar., 2004a). Stoga su započeta proučavanja mogućnosti primene bioloških agenasa, superparazita i antagonis-

ta navedenog patogena, bakterija stimulatora rasta biljaka i hemijskih supstanci aktivatora sistemične otpornosti, u cilju integracije njihovih pozitivnih efekata u jedinstvenu i održivu strategiju zaštite. Na osnovu ranije ispoljene zadovoljavajuće efikasnosti u eksperimentima u stakleniku, tretmani bakteriofagima i aktivatorima otpornosti (ASM i Harpin), kao i njihove međusobne kombinacije, odabrani su za dalja istraživanja u polju. Još u ogledima u zaštićenom prostoru uočen je do tada nezabeležen pozitivan efekat integracije tretmana fagima i aktivatorima otpornosti (Obradović i sar., 2005). Primenom acibenzolar-S-metila, u biljkama paradajza starosti šest nedelja došlo je do aktiviranja otpornosti prema patogenu do nivoa hipersenzitivnosti. U uslovima veoma povoljnim za ostvarenje infekcije i pri visokoj koncentraciji inokuluma (10^8 bakterija/ml), to je imalo za posledicu vidljive nekroze biljnog tkiva na mestima prodora bakterija, podsećajući na simptome prirodne infekcije. Iako je ovim dalje širenje patogena na tretiranim biljkama bilo zaustavljeno, nekroza tkiva je umanjila asimilativnu površinu lišća i mogla je da uspori normalan rast i razvoj biljaka. Takva reakcija biljaka u polju, pri jačem intenzitetu zaraze, prouzrokovala bi dodatne negativne efekte i stoga je bilo potrebno naći način da se nivo otpornosti biljaka zadrži, ali da se smanji intenzitet njenog pobuđivanja i izbegne pojava nekroze tkiva. Kombinacija tretmana aktivatora otpornosti i bakteriofaga donela je rešenje nastalog problema. Ispostavilo se da su bakteriofagi uspešno smanjili populaciju bakterija na površini lišća umanjujući i broj prodora patogena kroz prirodne otvore, a samim tim i intenzitet reakcije biljke čija je otpornost pobuđena preparatom acibenzolar-S-metil. Naredni eksperimenti su izvedeni na oglednim poljima Florida Univerziteta, u uslovima suptropske klime, izuzetno povoljnim za pojavu bakteriozne pegavosti. Rezultati ogleada izvedenih u stakleniku (Obradović i sar., 2005) i tokom tri sezone na polju (Obradović i sar., 2004a), ukazali su da primena selekcionisanih sojeva bakteriofaga, formulisanih obranim mlekom i saharozom, u kombinaciji sa aktivatorima sistemične otpornosti biljaka, pruža efikasnu zaštitu paradajza, čak i u uslovima suptropske klime. Navedena istraživanja doprinela su da tretman bakteriofagima, integrisan sa drugim merama zaštite, postane deo standardnog programa integralne zaštite paradajza od bakteriozne pegavosti na poljima Floride i južnih SAD, što predstavlja prvi praktičan primer rutinske primene bakteriofaga u zaštiti bilja u svetu (Momol et al., 2005; Jones et al., 2007; Obradović i sar., 2008b), a preparat bakteriofaga je u SAD sada dostupan za komercijalnu upotrebu (Agriphage, OmniLytics Inc., Salt Lake City, UT, EPA Registration # 67986-1) (Jones et al., 2007).

ZAKLJUČAK

Suzbijanje prouzrokovača bakteriozne pegavosti paprike i paradajza predstavlja veliki izazov, naročito u godinama kada vremenski uslovi pogoduju razvoju ove bolesti. Nedostatak efikasnih baktericida primorava fitopatologe da tragaju za novim alternativnim rešenjima za kontrolu ovog patogena. Jedino se integracijom pozitivnog efekta različitih metoda može postići odgovarajući efekat zaštite. Biološke metode (primena bakteriofaga) i neke novije alternativne metode (aktivatori sistemične otpornosti), ukazuju na mogućnost razvoja efikasne strategije za suzbijanje *X. euvesicatoria*. Poseban kvalitet u primeni ASM je što se kod nekih biljaka može postići povećana otpornost prema više patogena. Istraživanja mogućnosti primene bakteriofaga i aktivatora sistemične otpornosti rezultirala su integracijom njihovih pozitivnih efekata u jedinstvenu i održivu strategiju zaštite paradajza od bakteriozne pegavosti. Ova kombinacija tretmana postala je deo standardnog programa zaštite paradajza u SAD i zaživela je kao strategija koja se koristi u praksi.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta III46008 "Razvoj integrisanih sistema upravljanja štetnim organizmima u biljnoj proizvodnji sa ciljem prevazilaženja rezistentnosti i unapređenja kvaliteta i bezbednosti hrane", koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za period 2011-2015. godine.

LITERATURA

- Abbasi, P. A., Al-Dahmani, J., Sahin, F., Hoitink, H. A. J., Miller, S. A. (2002a): Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. *Plant Disease*, 86, 156-161.
- Abbasi, P. A., Soltani, N., Cuppels, D. A., Lazarovits, G. (2002b): Reduction of bacterial spot disease severity on tomato and pepper plants with foliar applications of ammonium lignosulfonate and potassium phosphate. *Plant Disease*, 86, 1232-1236.
- Abbasi, P. A., Cuppels, D. A., Lazarovits, G. (2003): Effect of foliar applications of neem oil and fish emulsion on bacterial spot and yield of tomatoes and peppers. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 25, 41-48.
- Adaskaveg, J. E., Hine, R. B. (1985): Copper tolerance and zinc sensitivity of Mexican strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial spot of pepper. *Plant Disease*, 69, 993-999.
- Agrios, G. N. (2005): *Plant Pathology* (5th edition). Elsevier Academic Press, Burlington, MA.
- Al-Dahmani, J. H., Abbasi, P. A., Miller, S. A., Hoitink, H.A.J. (2003): Suppression of bacterial spot of tomato with foliar sprays of compost extracts under greenhouse and field conditions. *Plant Disease*, 87, 973-919.
- Anonymous (2002): Biopesticide regulatory action document Harpin protein. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs PC Code 006477.
- Arsenijević, M. (1997): *Bakterioze biljaka*. S-print, Novi Sad.
- Balogh, B., Jones, J. B., Momol, M. T., Olson, S. M., Obradović, A., King, B., Jackson, L. E. (2003): Improved Efficacy of Newly Formulated Bacteriophages for Management of Bacterial Spot of Tomato. *Plant Disease* 87, 949-954.
- Dye, D. W., Starr, M. P., Stolp, H. (1964): Taxonomic clarification of *Xanthomonas vesicatoria* based upon host specificity, bacteriophage sensitivity and cultural characteristics. *Phytopathology*, 51, 394 - 407.
- Flaherty, J. E., Jones, J. B., Harbaugh, B. K., Somodi, G. C., Jackson, L. E. (2000): Control of bacterial spot on tomato in the greenhouse and field with h-mutant bacteriophages. *HortScience*, 35, 882-884.
- Gašić, K., Ivanović, M., Obradović, A. (2007): Proučavanje specifičnosti bakteriofaga prema *Xanthomonas* sp. patogena paprike i paradajza. XIII simpozijum sa savetovanjem o zaštiti bilja, Zlatibor, Zbornik rezimea: 121-122.
- Gašić, K., Ignjatov, M., Ivanović, M., Čalić, A., Kuzmanović, N., Obradović, A. (2010): Bakteriofagi kao biološki agensi u kontroli bakterijske pegavosti paprike. X Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, Zbornik rezimea: 63-64.
- Gašić, K. (2011): *Biologija bakteriofaga prirodnih neprijatelja Xanthomonas spp. patogena paprike*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Gašić, K., Ivanović, M., Čalić, A., Obradović, A. (2012): Ecology of *Xanthomonas euvesicatoria* bacteriophages. VI Congress of plant protection. Zlatibor, Book of abstracts: 53.
- Gašić, K., Obradović, A. (2012): Indukovana otpornost biljaka. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49, 326-334.
- Iriarte, B. F., Balogh, B., Momol, M. T., Smith, M. L., Wilson, M., Jones, J. B. (2007): Factors Affecting Survival of Bacteriophage on Tomato Leaf Surfaces. *Appl. Environ. Microbiol.* 73, 1704-1711.

- Jackson, L. E. (1989): Bacteriophage prevention and control of harmful plant bacteria. US Patent No. 4,828,999.
- Jones, J. B., Pboronezny, K. L., Stall, R. E., Jones, J. P. (1986) Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida on tomato crop residue, weeds, seeds, and volunteer tomato plants. *Phytopathology*, 76, 430-434.
- Jones, J. B., Stall, R. E. (1998): Diversity among xanthomonads pathogenic on pepper and tomato. *Annual Review Phytopathology*, 36, 41-58.
- Jones, J. B., Obradović, A., Balogh, B., Momol, M. T., Jackson, L. E. (2002): Control of bacterial leaf spot on tomato with bacteriophages. *Phytopathology*, 92: S108.
- Jones, J. B., Lacy, H. G., Bouzar, H., Stall, E. R., Schaad, W. N. (2004): Reclassification of the Xanthomonads Associated with Bacterial Spot Disease of Tomato and Pepper. *System. Appl. Microbiol.*, 27, 755-762. <http://www.elsevier.de/syapm>
- Jones, J. B., Jackson, L. E., Balogh, B., Obradović, A., Iriarte, F. B., Momol, M. T. (2007): Bacteriophages for plant disease control. *Annual Review of Phytopathology*, 45, 245-262.
- Louws, E. J., Wilson, M., Cambell, H. L., Cuppeles, D. A., Jones, J. B., Shoemaker, P. B., et al. (2001) Field control of bacterial spot and bacterial speck to tomato and pepper. *Plant Disease*, 85, 481-488.
- Marco, G. M., Stall, R. E. (1983) Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that differ in sensitivity to copper. *Plant Disease*, 67, 779-81.
- Minsavage, G. V., Canteros, B. I., Stall, R. E. (1990): Plasmid-mediated resistance to streptomycin in *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Phytopathology*, 80, 719-23.
- Momol, M.T. and Jackson, L.E. (2006): Management of bacterial spot on tomatoes with bacteriophages. *Proceedings 1st International Symposium on Biological Control of Bacterial Diseases*, Darmstadt, Germany - *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft.*, 408, 154-157.
- Obradović, A., Jones, J. B., Momol, M. T., Balogh, B. and Olson, S. M. (2004a): Management of Tomato Bacterial Spot in the Field by Foliar Applications of Bacteriophages and SAR Inducer. *Plant Disease*, 88, 736-740.
- Obradović A., Mavridis A., Rudolph K., Janse J.D., Arsenijević M., Jones J.B., Minsavage G.V., Wang J.F. (2004b): Characterization and PCR-based typing of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from peppers and tomatoes in Serbia. *European Journal of Plant Pathology*, 110, 285-292.
- Obradović, A., Jones, J. B., Momol, M. T., Olson, S. M., Jackson, L. E., Balogh, B., Guven, K. and Iriarte, F. B. (2005): Integration of Biological Control Agents and Systemic Acquired Resistance Inducers Against Bacterial Spot of Tomato. *Plant Disease*, 89, 712-716.
- Obradović, A., Ivanović, M. (2007): O primeni antibiotika u poljoprivredi. *Biljni lekar*, 1, 52-59.
- Obradović, A., Gašić, K., Stepanović, M. (2008a): Bakteriofagi u zaštiti bilja. *Biljni lekar*, 1, 36-44.
- Obradović, A., Jones, J.B., Balogh, B., Momol, M.T. (2008b): Integrated management of tomato bacterial spot. In: *Integrated Management of Plant Diseases Caused by Fungi, Phytoplasma and Bacteria* (A. Ciancio and K.G. Mukerji, eds.), Springer Science & Business Media B.V., pp. 211-223.
- Obradović, A. (2009): Bakteriofagi kao baktericidi u zaštiti bilja. *Pesticidi i fitomedicina*, 24, 9-17.
- Roberts, P. D., Momol, M. T., Ritchie, L., Olson, S. M., Jones, J. B., Balogh, B. (2008): Evaluation of spray programs containing famoxadone plus cymoxanil, acibenzolar-S-methyl, and *Bacillus subtilis* compared to copper sprays for management of bacterial spot on tomato. *Crop Protection*, Vol. 27, No. 12, pp. 1519-1526.

- Romero, A. M., Kousik, C. S., Ritchie, D. F. (2001): Resistance to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. *Plant Disease*, 85, 189-194.
- Ritchie, D. F., Dittapongpitch, V. (1991): Copper- and streptomycin-resistant strains and host differentiated races of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in North Carolina. *Plant Disease*, 75, 733-736.
- Stall, R. E., Thayer, P. L. (1962): Streptomycin resistance of the bacterial spot pathogen and control with streptomycin. *Plant Disease*, 45, 389-92
- Stall, R. E., Beaulieu, C., Egel, D., Hodge, N. C., Leite, R. P., Minsavage, G. V., Bouzar, H., Jones, J. B., Alvarez, A. M., Benedict, A. A. (1994): Two genetically diverse groups of strains are included in a pathovar of *Xanthomonas campestris*. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 44, 47 - 53.
- Šević, M., Gašić, K., Mijatović, M., Obradović, A. (2010): Proučavanje efikasnosti nekih baktericida u suzbijanju bakteriozne pegavosti paprike. X Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, Zbornik rezimea: 61.
- Šević, M., Gašić, K., Đorđević, M., Ignjatov, M., Mijatović, M., Obradović, A. (2011): Efficacy of some bactericides in control of bacterial spot of papper. Book of Abstracts 5th Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Tirana, Albania: 41.
- Šević, M., Gašić, K., Ignjatov, M., Đorđević, M., Mijatović, M., Obradović, A. (2011a): Proučavanje efikasnosti Acibenzolar-S-metil-a u suzbijanju prouzrokovala bakteriozne pegavosti paprike. XI Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, Zbornik rezimea: 74.
- Šutić, D. (1957): Bakterioze crvenog patlidžana. Institut za zaštitu bilja, Beograd. Posebna izdanja, 1-67.

Abstract
NEW STRATEGIES FOR PEPPER AND
TOMATO BACTERIAL SPOT CONTROL

Milan Šević¹, Katarina Gašić², Aleksa Obradović³

¹Institute of Vegetable Crops, Smederevska Palanka

²Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade

³University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade

E-mail: sevicmilan@yahoo.com

Bacterial spot, caused by bacteria that belong to *Xanthomonas* complex, is one of the widespread and economically important disease of pepper and tomato. Growing resistant genotypes, use of treatments based on copper compounds or streptomycin do not provide efficient control of this disease due to the appearance of new races of bacteria and development of strains resistant to antibiotics and copper compounds. Pepper and tomato producers do not have adequate resources for pathogen control since standard bactericides are not effective enough if weather conditions are favorable for the disease development. Due to lack of resistant cultivars and effective means of protection, researchers have searched for alternative solutions that would provide effective control of this disease. Only integration of different control methods can enable positive effect and achieve an adequate crop protection. Biological methods (use of bacteriophages) and some recent alternative treatments (Systemic Acquired Resistance inducers), have provided the possibility of developing an effective strategy for *X. euvesicatoria* control.

Key words: pepper, tomato, *Xanthomonas euvesicatoria*, copper compounds, antibiotics, bacteriophages, Systemic Acquired Resistance