

Jelena PLAVECHrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
jelena.plavec@hapih.hr**NALAZI I EPIDEMIOLOŠKI ZNAČAJ *CANDIDATUS* PHYTOPLASMA SOLANI (STOLBUR FITOPLAZMA) TE MOGUĆNOST NJEZINA ŠIRENJA NA DRUGE GOSPODARSKE KULTURE U HRVATSKOJ**, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to

Nedavno opisana svojta *Candidatus* phytoplasma solani (CPs), poznatija pod imenom stolbur fitoplazma, jedna je od fitoplazma s najširim krugom prirodnih domaćinskih vrsta koji uključuje različite zeljaste i drvenaste biljke. Brojne korovne biljke imaju ulogu alternativnih domaćina, a ujedno su značajan rezervoar CPs-a za infekciju kukaca vektora kojima se ova fitoplazma i prenosi. CPs je uzročnik mnogih ekonomski značajnih bolesti bilja, među kojima su najistaknutije žutica vinove loze crno drvo (*bois noir*), crvenilo kukuruza (*maize redness*), propadanje lavande (*yellow decline of lavender*) te stolbur krumpira. U članku su ukratko opisane spomenute bolesti s naglaskom na simptomatologiju i epidemiologiju te mjere zaštite.

Ključne riječi: fitoplazme, '*Candidatus* phytoplasma solani' (CPs), korovne biljke, vektori, epidemiologija

UVOD

Fitoplazme (*Candidatus* Phytoplasma) su fitopatogene bakterije bez stanične stijenke, iz razreda *Mollicutes*, složena životnog ciklusa koji se sastoji od replikacije u floemu biljaka i stanicama kukaca. Budući da su to obligatni unutarstanični paraziti, nije ih moguće prenijeti mehaničkom inokulacijom, već se rasprostranjuju zaraženim sadnim materijalom i kukcima vektorima, koji se hrane floemom zaraženih biljaka (Lee i sur., 2000.). Vektori fitoplazma pripadaju redu Hemiptera, podredu Auchenorrhyncha, i to su u najvećem broju cikade iz porodica *Cicadellidae*, *Cixiidae* i *Delphacidae* (Weintraub i Beanland, 2006.).

Uzročnici su nekoliko stotina biljnih bolesti, od kojih se mnoge pojavljuju na gospodarski važnim biljkama. Fitoplazme nije moguće uzgojiti na umjetnim hranjivim podlogama, što otežava istraživanja, a posebno klasifikaciju unutar razreda. Prvotne klasifikacije fitoplazma zasnivale su se na simptomima, krugu domaćina i vektorima. Razvojem tehnika molekularne biologije omogućena je nova klasifikacija koja objedinjuje biološka svojstva, nukleotidni slijed 16S rDNA-a te uključuje i podatke o slijedovima drugih gena (Lee i sur., 2000.). Upravo na temelju specifičnih molekularnih odrednica i određenih bioloških

svojstava, stolbur fitoplazma ribosomske podskupine 16SrXII-A nedavno je opisana kao *Candidatus* Phytoplasma solani (Quaglino i sur., 2013.). *Candidatus* phytoplasma solani (CPs) ima iznimno širok krug biljnih domaćinskih vrsta i uzročnik je mnogih ekonomski značajnih bolesti. Posebno važnu ulogu u epidemiologiji CPs-a imaju korovne biljke koje su primarna hrana vektora, a služe kao značajan rezervoar ove fitoplazme (Johannsen i sur., 2012.). Najznačajniji vektor CPs-a, tj. stolbur fitoplazme, je *H. obsoletus*, premda i drugi pripadnici porodice Cixiidae prenose CPs (Lagner i Maixner, 2004.; Jović i sur., 2009.; Cvrković i sur., 2014.).

Prvi je put bolest prouzročena CPs-om u Hrvatskoj opisana 1950-ih godina (Panjan, 1950). Ranije se smatrala važnijim uzročnikom bolesti povrća, posebno iz porodice pomoćnica - *Solanaceae* (rajčica, krumpir, paprika, patlidžan), na što ukazuje epitet *solani* u nazivu vrste (Quaglino i sur., 2013.). Simptomi zaraze CPs-om kod domaćina iz porodice *Solanaceae* variraju – mogu biti izraziti, jedva primjetni ili posve odsutni. Tijekom posljednjeg desetljeća CPs uzrokuje značajne štete i na drugim kulturama – vinovoj lozi, kukuruзу te određenim biljkama porodice *Asteraceae* (celer) (Fialova i sur., 2009.; Jović i sur., 2009.; 2011.).

SIMPTOMATOLOGIJA I BIOLOGIJA UZROČNIKA BOLESTI

Bois noir (*crno drvo*)

Naziv žutice vinove loze (grapevine yellows, GY) obuhvaća simptomatološki slične no etiološki različite gospodarski važne bolesti uzrokovane fitoplazmama, odnosno slične simptome mogu prouzročiti fitoplazme koje pripadaju različitim ribosomskim/taksonomskim skupinama.

Žutica vinove loze, Bois noir (BN), bolest je vinove loze koju uzrokuje CPs te je u različitim zemljama poznata pod sinonimima: stolbur, vergilbungskrankheit (Njemačka), legno nero (Italija) (Langer i Maixner, 2004.). Bolest je rasprostranjena u euro-mediteranskom području, no prisutna i na Bliskom



Slika 1. Simptomi žutice vinove loze bois noir (snimila J. Plavec)

istoku, u Izraelu i Libiji (Cvrković i sur., 2014.). Simptomi fitoplazmoza na vinovoj lozi pojavljuju se već na početku ljeta, a naj-izraženiji su u rujnu i listopadu. Uključuju žućenje i nekrozu lisnih žila i plojka, savijanje listova prema dolje, nedostatak odrvenjavanja ili nepotpuno odrvenjavanje stabljike, nekrozu stabljike i sušenje bobica (slika 1). Žutica vinove loze, *bois noir* (BN), prvi je put u Hrvatskoj zabilježena 1996. godine (Šeruga Musić i sur., 2000.). Kontinuirana istraživanja te sustavno praćenje prisutnosti i proširenosti fitoplazmoza pokazala su da je bolest BN široko rasprostranjena u Hrvatskoj, odnosno prisutna u većini vinogradarskih regija (Šeruga, Musić i sur., 2000.). Iako se BN smatra manje epidemijski značajnim od zlatne žutice vinove loze, flavescence dorée, brojne epidemijske zaraze zabilježene na području Europe tijekom zadnjeg desetljeća pokazale su da BN zbog smanjenja prinosa i kvalitete grožđa nanosi značajne ekonomske štete te postaje bitan ograničavajući faktor u vinogradarstvu i vinarstvu. Kultivari chardonnay, rizling, barbera, cabernet sauvignon, sauvignon blanc i sémillon pokazali su osobito veliku osjetljivost na zarazu (EFSA PLH Panel, 2014.), a posve otpornih kultivara nema.

Epidemiologija CPs-a na vinovoj lozi direktno je povezana s biologijom i životnim ciklusom njezinih vektora polifagnih cikada, *Hyalesthes obsoletus* i *Reptalus panzeri* (Maixner, 1994.; Cvrković i sur., 2014.). U većini južne i jugoistočne Europe, kao i u epidemiološkim ciklusima Hrvatske, *H. obsoletus* smatra se primarnim vektorom CPs-a (Sforza i sur., 1998.; Plavec i sur., 2018.). Najznačajnije su korovne biljke domaćini vrste *H. obsoletus* u vinogradima slak (*Convolvulus arvensis* L.) i kopriva (*Urtica dioica* L.). Populacije *H. obsoletus* koje se razvijaju na tim korovnim biljkama razlikuju se i tvore dva odvojena epidemiološka ciklusa: kopriva tuf-a genotip, slak tuf-b genotip (Maixner, 1994.).

Osim što se populacije koje se razvijaju na koprivi javljaju prije populacija koje se razvijaju na slaku, i njihova je prostorna distribucija različita. Kopriva često raste na krajevima vinograda, a slak obično nalazimo unutar vinograda. Ove razlike u prostornoj distribuciji zaraženih biljaka pomažu u određivanju izvora CPs-a i vektora te omogućuju postavljanje odgovarajućih strategija za iskorjenjivanje zaraze (Johannesen i sur., 2012.). Ovisno o podneblju, uz slak i koprivu, i mnoge druge korovne biljke prisutne u vinogradima i oko vinograda, kao što su *Amaranthus retroflexus* L., *Capsella bursa – pastoris* L., *Chenopodium album* L., *Taraxacum officinale* L. i *Vitex agnus-castus*, alternativni su domaćini CPs-a (Fialová i sur., 2009.).

Stolbur krumpira (*potato stolbur disease*)

Fitoplazmatske bolesti krumpira postaju sve važnije zbog učestalijih pojava epidemija, geografske rasprostranjenosti bolesti te utjecaja na prinos. Krumpir mogu zaraziti fitoplazme koje pripadaju različitim ribosomskim skupinama, uz pojavu sličnih simptoma (Ember i sur., 2011.; Jović i sur., 2011.). U Europi je

CPs koji uzrokuje stolbur krumpira - *potato stolbur phytoplasma*, po učestalosti i po učinku (značajno smanjenje kakvoće gomolja te prinosa u proizvodnji krumpira) najznačajnija fitoplazma, te bolest ima karantenski status (EPPO/CABI, 1997.). Posljednjih desetak godina zabilježene su jake epidemije uz značajne gubitke u Češkoj, Mađarskoj, Rumunjskoj i Rusiji (Ember i sur., 2011.).

Karakteristični simptomi uključuju crvenjenje listova, uvijanje listova prema gore, skraćivanje internodija i formiranje zračnih gomolja (slika 3) (Mitrović i sur., 2016.). Osim na krumpiru, velike štete zabilježene su prije toga i na rajčici kod koje su karakteristični simptomi uočljivi posebno na cvjetovima. Listići cvjetne čašice rastu, izdužuju se i međusobno srastaju. Takva neuobičajeno velika cvjetna čašica posve zatvara prašnike i tučak koji ostaju maleni i potpuno zeleni, te su stoga cvjetovi često sterilni. Vršni listovi zaraženih biljaka imaju skraćenu peteljku, sitniji su i mjestimično klorotični. Ako se uspiju zametnuti, plodovi sporije dozrijevaju i djelomično su crveni, unutrašnjost je ploda tvrda, a mesnati je dio ploda vodenast (Šutić, 1995.).

Tijekom 50-ih i 60-ih godina prošlog stoljeća CPs je tek sporadično izazivala epidemije na krumpiru, rajčici i paprici na području središnje i istočne Europe, kada je zabilježen i na našim prostorima. Bolest je tada dijagnosticirana isključivo na temelju simptoma i prisutnosti vektora. Stoga, premda je u Srbiji bolest utvrđena još 50-ih godina, molekularna karakterizacija i potvrda uzročnika uslijedila je tek 2011. godine (Jović i sur., 2011.). U Hrvatskoj, međutim, u novije vrijeme nisu zabilježene zaraze. Dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da su *H. obsoletus* i *R. panzeri* najznačajniji vektori CPs-a na krumpiru te da uspješno prenose ovu fitoplazmu. Značajan je faktor koji pridonosi rastućoj epidemiji ove bolesti činjenica da su usjevi krumpira u kojima je utvrđena zaraza bili okruženi kulturama u kojima je prije potvrđena zaraza CPs-om, kao što su vinova loza ili kukuruz. Molekularne analize potvrdile su da se radi o istim genotipovima u krumpiru, vinovoj lozi i kukuruzu, što ukazuje da se radi o razmjeni CPs sojeva između usjeva/kultura putem polifagnih vektora i korovnih biljaka (Mitrović i sur., 2016.).

Crvenilo kukuruza (maize redness)

Crvenilo kukuruza (*maize redness*, MR) bolest je kukuruza čiji je uzročnik CPs. Bolest prenosi vektor *Reptalus panzeri* (Low) (Jović i sur., 2009.). Karakteristični simptomi pojavljuju se potkraj srpnja i na početku kolovoza kada dolazi do pojava crvenkasto-ljubičaste boje na glavnoj lisnoj žili u području klipa. Crvenilo se zatim širi na list, rukavac lista i stablo, te naposljetku zahvaća cijelu biljku (slika 2). Zaražene biljke iste su veličine kao i zdrave, no ranije dozrijevaju, a zrna su nenalivena i smežurana. Simptome crvenila može prouzročiti nedostatak ili višak mikroelemenata, odnosno makroelemenata, a može također nastati djelovanjem nekih vrsta iz roda *Fusarium*. Stoga je potrebno

prije donošenja zaključaka na temelju simptoma napraviti laboratorijsku analizu kako bi se utvrdio točan uzrok bolesti. Tijekom epidemije simptomi bolesti mogu biti prisutni i u 90 % biljaka, a prinos kukuruza značajno smanjen, iznad 50 %. Premda je bolest zabilježena u Bugarskoj, Rumunjskoj, Mađarskoj, Bosni i Hercegovini te stalno prisutna u dijelovima Srbije (južni Banat) tijekom posljednjih 50 godina, epidemiološki ciklus bolesti poznat je tek odnedavno (Jović i sur., 2009.).



Slika 2. Simptomi crvenila kukuruza (izvor: J. Jović, 2012.)

naseljava uglavnom rubove šuma i staništa s drvenastom vegetacijom. Brojne populacije *R. panzeri* zabilježene na kukuruzu u Srbiji ukazuju na prelazak ove cikade na kukuruz kao novu biljku domaćina (engl. *host shift*). Ova promjena biljke domaćina vjerojatno je posljedica specifične kombinacije hranjivih tvari posebno privlačnih vektoru, a nastalih zbog rotacije usjeva kukuruz-pšenica (Jović i sur., 2009.). Simptomi crvenila kukuruza primijećeni sporadično u Italiji prije nekoliko godina (Calari i sur., 2010.) kao i neočekivana sposobnost adaptacije vektora na nove biljke domaćine ukazuje na

R. panzeri ima jednu generaciju godišnje. Prezimljava u trećem stupnju larve na korijenu pšenice. Odrasle jedinke u lipnju prelaze na kukuruz te se do kraja srpnja hrane njegovim biljnim sokovima. Ženke polažu jaja oko korijena kukuruza te se na njemu hrane larve. Ako se poslije kukuruza sije pšenica, larve neometano nastavljaju svoj razvoj te kreće novi razvojni ciklus vektora. Osim pšenice i kukuruza, korovna vrsta divlji sirak također je domaćin ove cikade (Jović i sur., 2009.).

Prijašnjim istraživanjima biologije i ekologije *R. panzeri* utvrđeno je da je široko rasprostranjen u Europi, gdje



Slika 3. Simptomi bolesti stolbur krumpira – zračni gomolji (izvor: Jović i sur., 2011)

moguće daljnje širenje ove bolesti i njezin velik utjecaj na proizvodnju kukuruza.

Premda je zbog krivog označavanja nalaza susjedne zemlje navedeno u EPPO bazi da je bolest prisutna, *crvenilo kukuruza* za sada još nije potvrđeno u Hrvatskoj. Međutim, učestale epidemijske zaraze uz ozbiljne ekonomske gubitke u zemljama regije ukazuju na opravdanu opasnost od pojave te bolesti i kod nas.

Propadanje lavande (*yellow decline of lavender*)

Propadanje lavande ozbiljno ugrožava proizvodnju lavande u jugoistočnoj Francuskoj. Opsežna istraživanja otkrila su da je etiologija te bolesti povezana upravo s CPs-om. Također je utvrđeno da je lavanda glavni domaćin i rezervoar za određene sojeve CPs-a, što je neobično uzevši u obzir da se CPs obično prenosi iz korovnih biljaka na različite poljoprivredne kulture. Brojnost populacije *H. obsoletus* na lavandi te podudaranje genotipova CPs-a pronađenih u lavandi i *H. obsoletus* ukazuju da u rasprostranjivanju bakterije i širenju bolesti ovaj vektor ima najznačajniju ulogu (Sémétey i sur., 2018.).

Simptome bolesti lako je zamijeniti simptomima izazvanima sušom ili jakim mrazem (slika 4). Tipični su simptomi: žućenje, smanjena cvatnja i savijanje listova. Karakteristično je sušenje pojedinih dijelova biljke, što se očituje u mješavini suhih, odnosno smeđih i još uvijek zelenih grana. Cijele biljke naposljetku se suše i propadaju (Boudon-Padieu i Cousin, 1999.). Jesen je najpovoljnije razdoblje za detekciju CPs-a, što je izravno povezano s koncentracijom CPs-a u biljci koja svoj maksimum dostiže u tom razdoblju. Značajan faktor također je osjetljivost kultivara. Zabilježena je veća učestalost zaraze u kultivaru *Lavandula angustifolia* nego u *Lavandula intermedia*.



Slika 4. Simptomi propadanja lavande (izvor: Sémétey i sur., 2018.)

Kao preventivnu mjeru važno je promicati poljoprivrednu praksu kojom se smanjuju vektorske populacije *H. obsoletusa* te nastojati zaštititi mlada polja lavande od inicijalnog inokuluma CPs-a iz okolnih zaraženih polja ili rasadnika (Sémétey i sur., 2018.).

Bolest dosad nije zabilježena u Hrvatskoj, no uzevši u obzir značajnu proizvodnju lavande ne samo u mediteranskom području već i u kontinentalnim krajevima, te njezinu važnu industrijsku primjenu, treba obratiti pozornost na izglednu pojavu ovog štetnog organizma koji bi mogao postati velik izazov za proizvođače te vrijedne kulture.

Mjere zaštite

Samonikle i kultivirane biljke domaćini CPs-a prisutne su na cijelom području EU-a, te je glavna odrednica rasprostranjanja i udomaćivanja CPs-a na novim područjima upravo distribucija vektorskih populacija (Cvrković i sur., 2014; Johannsen i sur., 2012.). Zbog kompleksnog epidemiološkog ciklusa CPs-a kemijsko je suzbijanje nedjelotvorno i zaštita se temelji uglavnom na preventivnim i agrotehničkim mjerama, odnosno na promicanju poljoprivredne prakse koja smanjuje razvoj vektorskih populacija, tj. na suzbijanju korova i redovnom obilasku nasada/usjeva. Značajan doprinos suzbijanju širenja bolesti svakako je korištenje zdravog i certificiranog sadnog materijala te sadnja manje osjetljivih kultivara/sorata. Ako je zaraza već prisutna, odstranjivanje i uništavanje zaraženih biljaka u pravo vrijeme može uvelike utjecati na smanjenje intenziteta zaraze i daljnje širenje bolesti. Pravodobna detekcija i identifikacija fitoplazme-uzročnika i njezina vektora te krug biljaka domaćina ključna je radi razvijanja strategije za kontrolu bolesti (Lee i sur., 2000.; Johannsen i sur., 2012.). Teško je predvidjeti raspon i utjecaj koji CPs može imati na različite poljoprivredne kulture u EU uzevši u obzir nedavna istraživanja koja ukazuju na horizontalnu razmjenu CPs sojeva između različitih domaćina putem polifagnih vektora i korovnih biljaka. Porast broja bolesti uzrokovanih fitoplazmama posljedica je širenja areala kukaca vektora te adaptacija poznatih i novih vektora na agroekosustave. Kompleksan epidemiološki ciklus CPs-a koji uključuje niz polifagnih kukaca vektora te biljaka domaćina gdje dominantnu ulogu igraju upravo korovne biljke te nedostatak učinkovitih mjera suzbijanja razlog je sve češćim epidemijskim napadima ovog štetnog organizma (Mitrović i sur., 2016.).

SUMMARY

Recently described species '*Candidatus Phytoplasma solani*' (CPs), previously known as stolbur phytoplasma, has a broad host plant range, including various herbaceous and woody plants. Numerous weedy plants act as primary hosts and pathogen reservoirs for their respective insect vectors. CPs is associated with many diseases affecting economically important crops including grapevine (bois noir), corn (maize redness), lavender (yellow decline of lavender) and potato (potato stolbur phytoplasma). This article briefly describes these diseases with special accent on symptoms, epidemiology and control measures.

Key words: phytoplasmas, '*Candidatus phytoplasma solani*' (CPs), weed plants, insect vectors, epidemiology

LITERATURA

- Boudon-Padieu, E., Cousin, M. T.** (1999). Yellow decline of *Lavandula hybrida* Rev and *L. vera* DC. *International Journal of Tropical Plant Diseases*, 17(1/2), 1-34.
- Cvrković, T., Jović, J., Mitrović, M., Krstić, O., Toševski, I.** (2014). Experimental and molecular evidence of *Reptalus panzeri* as a natural vector of bois noir. *Plant Pathology*, 63, 42–53.
- Calari, A., Contaldo, N., Ardizzi, S., Bertaccini, A.** (2010). Phytoplasma detection in corn with reddening in Italy. U: Working Groups of COST Action FA0807: Integrated management of phytoplasma epidemics in different crop systems, Sitges, Spain, p5.
- EFSA PLH Panel** (EFSA panel on plant health) (2014). Scientific Opinion on the pest categorisation of '*Candidatus* *Phytoplasma solani*'. *EFSA Journal*, (12), 3924, 3927.
- Ember, I., Acs, Z., Munyaneza, J. E., Crosslin, J. M., Kolber, M.** (2011). Survey and molecular detection of phytoplasmas associated with potato in Romania and southern Russia. *European Journal of Plant Pathology*, 130(3), 367-377.
- EPPO/CABI** (1997). Potato purple-top wilt phytoplasma. U: Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott PR, Holderness, M. (ur). *Quarantine pests for Europe* (2nd ed.). Wallingford, UK: CAB International, 1053-1057.
- Fialová, R., Válová, P., Balakishiyeva, G., Danet J.L., Šafárová, D., Foissac, X., Navrátil, M.** (2009) Genetic variability of stolbur phytoplasma in annual crop and wild plant species in South Moravia. *Journal of Plant Pathology*, 91, 411-416.
- Johannesen, J., Foissac, X., Kehrlí, P., Maixner, M.** (2012). Impact of vector dispersal and host-plant fidelity on the dissemination of an emerging plant pathogen. *PLoS ONE* 7(12): e51809. doi:10.1371/journal.pone.0051809
- Jović, J., Cvrković T., Mitrović, M., Krnjajić, S., Petrović, A., Redinbaugh, M.G., Pratt, R.C., Hogenhout, S.A., Toševski, I.** (2009). Stolbur phytoplasma transmission to maize by *Reptalus panzeri* and the disease cycle of maize redness in Serbia. *Phytopathology*, 99 (9), 1053-1061.
- Jović, J., Ember, I., Mitrović, M., Cvrković, T., Krstić, O., Krnjajić, S., Ács, Z., Kölber, M., Toševski, I., Bertaccini, A., Maini, S.** (2011). Molecular detection of potato stolbur phytoplasma in Serbia. *Bulletin of Insectology*, 64 (Supplement), S83-S84.
- Langer, M., Maixner, M.** (2004). Molecular characterisation of grapevine yellows associated phytoplasmas of the stolbur-group based on RFLP-analysis of non-ribosomal DNA. *Vitis*, 43, 191–200.
- Lee, I.M., Davis R.E., Gundersen-Rindal D.E.** (2000). Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. *Annual Review of Microbiology*, 54, 221–255.
- Maixner, M.** (1994). Transmission of German grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) by the planthopper *Hyalesthes obsoletus* (Auchenorrhyncha: Cixiidae). *Vitis*, 33, 103–104.
- Mitrović, M., Jakovljević, M., Jović, J., Krstić, O., Kosovac, A., Trivellone, V., Jermin, M., Toševski, I., Cvrković, T.** (2016). '*Candidatus* *phytoplasma solani*' genotypes associated with potato stolbur in Serbia and the role of *Hyalesthes obsoletus* and *Reptalus panzeri* (hemiptera, cixiidae) as natural vectors. *European Journal of Plant Pathology*, 144, 619–630.

.....
Panjan, M. (1950). Ispitivanje stolbura Solanacea i način suzbijanja. Zaštita bilja 2, 49–58.

Plavec, J., Budinščak, Ž., Križanac, I., Ivančan, G., Samaržija, I., Škorić, D., Foissac, X., Šeruga Musić, M (2018). Genetic diversity of 'Candidatus Phytoplasma solani' strains associated with Bois noir disease in Croatian vineyards. Proceedings of the 5th European Bois Noir Workshop, Ljubljana, Slovenija

Quaglino, F., Zhao, Y., Casati, P., Bulgari, D., Bianco, P.A., Wei, W., Davis, R.E. (2013). 'Candidatus Phytoplasma solani', a novel taxon associated with stolbur and bois noir related diseases of plants. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 63: 2879–2894.

Sémétey, O., Gaudin, J., Danet, J-L., Salar, P., Theil, S., Fontaine, M., Krausz, M., Chaisse, E., Eveillard, S., Verdin, E. Foissac, X. (2018). Lavender decline in France is associated with chronic infection by lavender-specific strains of "Candidatus Phytoplasma solani". Applied and Environmental Microbiology, <https://doi.org/10.1128/AEM.01507-18>.

Sforza, R., Clair, D., Daire, X., Larrue, J., Boudon-Padieu, E. (1998). The role of *Hyaletthes obsoletus* (Hemiptera: Cixiidae) in the occurrence of bois noir of grapevine in France. Journal of Phytopathology, 101, 549–556.

Šeruga, M., Ćurković, Perica, M., Škorić, D., Kozina, B., Mirošević, N., Šarić, A., Bertaccini, A., Krajačić, M. (2000). Geographical distribution of Bois Noir Phytoplasmas infecting grapevines in Croatia. Journal of Phytopathology, 148(4), 239-242.

Šutić, D. (1995). Viroze biljaka. Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

Weintraub, P.G., Beanland, L. (2006). Insect vectors of phytoplasmas. Annual Review of Entomology, 51, 91–111.

WEB izvori:

Jović, J. (2012). Crvenilo kukuruza – Reptalus panzeri vektor stolbur fitoplazme na kukuruзу, dostupno na: https://www.izbis.com/predavanja/14-Jelena-Crvenilo-kukuruza_Vrsac.pdf (pristupljeno: 30.10.2019.)

Pregledni rad