

Suzbijanje zlatne žutice vinove loze: smanjenje šteta i sprječavanje širenja zaraze

Sažetak

Suzbijanje zlatne žutice vinove loze obavezno je u područjima gdje je potvrđena njena pojava, a mjere suzbijanja su u većini vinogradarskih regija Europe regulirane pravnim aktima, odnosno naredbama o suzbijanju. Najučinkovitije mjere suzbijanja zlatne žutice uključuju suzbijanje američkog cvrčka primjenom insekticida, budući da je američki cvrčak primarni vektor zaraze te uklanjanje i uništavanje simptomatičnih trsova, koje treba ukloniti u što kraćem roku od prve pojave simptoma. Pored toga, kako bi se smanjio izvor nove zaraze, potrebno je krčiti zapuštene vinograde ili samoniklu lozu koja se nalazi u blizini proizvodnih vinograda. U svrhu uspješnog uklanjanja zaraženih trsova iznimno je važno pratiti pojavu simptoma unutar vinograda, što se provodi organizirano od strane stručnih službi na razini šireg vinogradarskog područja, ali i od strane proizvođača, koji trebaju pratiti pojavu simptoma u vlastitim vinogradima. U slučaju izostanka primjene mjera suzbijanja, zlatna žutica se može epidemijski širiti te se u svega nekoliko godina može zaraziti veći dio trsova u vinogradu. U ovom je radu dan prikaz mjera suzbijanja zlatne žutice s ciljem smanjenja šteta koje ona prčinjava i sprječavanja širenja zaraze.

Gljučne riječi: fitoplazma, zlatna žutica vinove loze, američki cvrčak, suzbijanje

Uvod

Zlatna žutica vinove loze je fitoplazmatska bolest čiji je uzročnik *Ca. Phytoplasma vitis*, a američki cvrčak (*Scaphoideus titanus* Ball.) primarni vektor koji epidemijski prenosi fitoplazmu sa zaraženih na zdrave trsove (Chuche i Thiéry, 2014). Suzbijanje ove bolesti temelji se u prvom redu na suzbijanju vektora primjenom insekticida i uklanjanju simptomatičnih trsova. Navedene mjere suzbijanja obvezne su u većini vinogradarskih regija Europe i regulirane su naredbama i propisima donesenim na državnoj ili regionalnoj razini. Kako bi suzbijanje ove bolesti bilo učinkovito, osim provedbe navedenih mjera, potrebno je osigurati i sadnju nezaraženog sadnog materijala, krčenje zapuštenih vinograda, a u iznimnim slučajevima i uklanjanje sekundarnih domaćina fitoplazme (Chuche, 2010). Mogućnost uklanjanja zlatne žutice iz zaraženih trsova u vinogradu zasad ne postoji pa se smanjenje šteta i sprječavanje širenja bolesti temelji prvenstveno na preventivnim mjerama praćenja i suzbijanja.

Suzbijanje američkog cvrčka kao primarnog vektora zlatne žutice vinove loze

Pravovremena primjena preventivnih mjera zaštite, poput primjene bioloških i kemijskih insekticida, ključna je za suzbijanje američkog cvrčka i za smanjenje širenja zlatne žutice vinove loze (u nastavku: zlatna žutica) na nezaražene trsove. Preventivno suzbijanje vektora osigurava učinkovitu zaštitu i sprječava pojavu visokih populacija američkog cvrčka koje mogu doprinijeti širenju zlatne žutice, čime se broj zaraženih trsova može povećati i do 40 puta tijekom svega jedne godine (Prezelj i sur., 2013).

U Hrvatskoj je sukladno Naredbi o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje zlatne žutice vinove loze (Narodne Novine, 46/2017, u nastavku: Naredba) suzbijanje američ-

¹ Kristina Grozić, mag. ing. agr., dr. sc. Danijela Poljuha, dr. sc. Marijan Bubola
Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, 52440 Poreč, Hrvatska (danijela@iptpo.hr)

kog cvrčka insekticidima obvezno provoditi u demarkiranom području, koje uključuje zaraženo područje (širine najmanje 1 km od mjesta na kojem je laboratorijskom analizom potvrđena prisutnost zlatne žutice) i sigurnosno područje (širine najmanje 5 km od granice zaraženog područja). Suzbijanje vektora u vinogradima se sukladno Naredbi provodi u najmanje dva tretiranja; prvo se tretiranje provodi nakon cvatnje, najčešće u prvoj polovici lipnja, dok se drugo tretiranje provodi dva do tri tjedna nakon prvog. Treće tretiranje provodi se krajem srpnja ili početkom kolovoza ako se tijekom srpnja ulovi tjedno četiri ili više imaga američkog cvrčka po jednoj žutoj ljepljivoj ploči, pritom poštujući karencu pripravka. U rasadnicima loznog sadnog materijala obavezna su sva tri navedena tretiranja, kako u demarkiranom, tako i u nezaraženom području.

U nekim se državama rok prvog obaveznog tretiranja određuje svake godine od strane nadležnih službi, koje detaljno provode praćenje razvoja američkog cvrčka. U tu se svrhu provodi praćenje pregledom vinograda na prvi razvojni stadij ličinke ili se koriste entomološki kavezi u kojima se vektor uzgaja s ciljem određivanja trenutka izlaska ličinke američkog cvrčka iz jaja (DRAAF). U entomološke se kaveze stavljaju komadići dvogodišnjeg drva vinove loze, prikupljeni u području s visokim populacijama američkog cvrčka, a uz dvogodišnje drvo se postavlja ljepljiva traka ili žute ljepljive ploče koje olakšavaju očitavanje izlaska ličinke iz jaja i razvoj populacije (FredonAlsace). Prilikom provođenja očitavanja, ključno je zabilježiti datum pojave prvih ličinki kako bi se na temelju toga utvrdio datum prvog tretiranja insekticidima, koje se provodi mjesec dana nakon izlaska prvih ličinki iz jaja. Drugo tretiranje provodi se po završetku učinkovitosti pripravka primijenjenog prvim tretiranjem (jedan tjedan nakon prvog tretiranja kod primjene bioloških insekticida, odnosno do tri tjedna kod primjene kemijskih insekticida), kako bi se suzbila preostala populacija ličinki koja se pojavila kasnije. U regijama gdje je populacija američkog cvrčka vrlo niska ili nije zadovoljen minimalan prag odluke, drugo tretiranje može se provesti kad se pojavi imago američkog cvrčka. U pojedinim regijama i vinogradarskim područjima potrebno je provesti i treće tretiranje, što ovisi o visini populacije vektora i stupnju širenja zlatne žutice tijekom prethodnih godina. Praćenje populacije imaga može pomoći u određivanju potrebe za trećim tretiranjem, budući da visoka populacija vektora znači da je rizik širenja bolesti visok.

Za razliku od kemijskih insekticida, biološki insekticidi imaju vrlo sužen spektar djelovanja, a njihova je učinkovitost i perzistentnost često varijabilna i znatno umanjena pa je u ekološkoj proizvodnji iznimno značajna primjena svih preventivnih mjera koje doprinose smanjenju populacije američkog cvrčka i učestalosti fitoplazme. U ekološkoj proizvodnji je zbog smanjene učinkovitosti bioloških insekticida bitno provoditi pravovremeno i temeljito praćenje pojave i raširenosti američkog cvrčka unutar vinograda, posebice u slučaju kada se vinograd nalazi u blizini područja zaraze zlatnom žuticom.

U većini europskih država je u ekološkoj proizvodnji dozvoljeno suzbijanje američkog cvrčka primjenom insekticida koji sadrže prirodni piretrin ili azadiraktin (Uredba EK 889/08). Ove su djelatne tvari lako razgradive i zbog vrlo kratke perzistentnosti potrebno ih je primijeniti prema uputama navedenim na pripravku u početnom dijelu vegetacije, kada su u vinogradu zastupljene ličinke prva dva razvojna stadija američkog cvrčka ili kod prve pojave ličinki trećeg razvojnog stadija (Gusberty i sur., 2008). Prirodni piretrin je djelatna tvar koja je zbog biodegradacije i fotodegradacije vrlo osjetljiva na visoke temperature i UV zračenje, a vrijeme razgradnje prirodnog piretrina u vodenoj otopini izloženoj UV zračenju procjenjuje se na svega 10 do 12 minuta (SudVinBio).

Prirodni piretrin ima kontaktni „*knockdown*“ učinak na ličinke od prvog do trećeg razvojnog stadija. Učinkovitost prirodnog piretrina vrlo je varijabilna te je stoga kod njegove primjene nužno provoditi temeljito i višekratno praćenje populacije vektora, prije i nakon primjene. Pire-

trin se kod primjene može miješati s bakrom ili sumporom (SudVinBio).

Prirodni azadiraktin je ekstrakt biljke nim (*Azadirachta indica* Juss), koji se primjenjuje u biološkom suzbijanju pojedinih štetnika vinove loze u početnim razvojnim stadijima ličinke (Caruso i Mazio, 2004). Poput prirodnog piretrina i prirodni azadiraktin ima ograničenu učinkovitost u suzbijanju američkog cvrčka, koja je usmjerena na blokiranje aktivnosti hormona presvlačenja te stoga prema mehanizmu djelovanja pripada skupini regulatora rasta i razvoja (Serap, 2007).

Za suzbijanje američkog cvrčka primjenjuju se insekticidi koji su registrirani za tu namjenu (Tablica 1), a popis registriranih sredstava se redovito ažurira i objavljen je na web stranici Ministarstva poljoprivrede RH, u Fitosanitarnom informacijskom sustavu (FIS baza).

Tablica 1. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja za suzbijanje američkog cvrčka u Republici Hrvatskoj u 2017. godini prema FIS bazi (<https://fis.mps.hr>)

Table 1. Plant protection products approved to use in the Republic of Croatia for *S. titanus* management during 2017 according to FIS database (<https://fis.mps.hr>)

| Osnovni mehanizam i mjesto djelovanja / Primary mode and site of action | Kemijska podskupina / Chemical Sub-group | Djelatna tvar / Active ingredient | Trgovački naziv / Trade name |
|--|--|--|---|
| Inhibitori acetilholinesteraze (AChE)/ Acetylcholinesterase (AChE) inhibitors | Organofosforni insekticidi/ Organophosphates | Klorpirifos-metil/ Chlorpyrifos-methyl | Reldan 22 EC |
| Modulatori kanala natrija/ Sodium channel modulators | Piretroidi/ Pyrethroids | Deltametrin Cipermetrin Esfenvalerat/ Deltamethrin Cypermethrin Esfanvalerate | Decis 2,5 EC Cythrinmax Sumialfa 5 FL |
| Agonisti nikotinskog acetilholinskog receptora (nAChR)/ Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) competitive modulators | Neonikotinoidi/ Neonicotinoids | Tiametoksam Imidakloprid/ Thiamethoxam Imidacloprid | Actara 25 WG Dali |
| Kombinirani: Inhibitori acetilholinesteraze (AChE) + Modulatori kanala natrija/ Combination: Acetylcholinesterase (AChE) inhibitors + Sodium channel modulators | Organofosforni insekticidi + Piretroidi/ Organophosphates + Pyrethroids | Klorpirifos + Cipermetrin/ Chlorpyrifos + Cypermethrin | Chromorel-D Nurelle D |

Smanjenje šteta i sprječavanje širenja fitoplazme

Uklanjanje zlatnom žuticom zaraženih trsova ključno je u suzbijanju zlatne žutice, a u tom smislu iznimno je važno praćenje pojave simptoma unutar vinograda. Praćenje razvoja simptoma potrebno je provoditi organizirano, na razini šireg vinogradarskog područja, ali i od strane pojedinih proizvođača. Kako bi praćenje šireg područja bilo učinkovito, preporuča se provesti ga u suradnji sa stručnim službama koje imaju educirane djelatnike (Stop-flavescence-bourgogne; ITAB). Neophodno je da praćenje individualno provode i sami proizvođači, koji će moći posvetiti najviše pažnje pregledu vlastitih vinograda.

Uklanjanje i uništavanje zaraženih trsova zajedno s korijenom obvezna je mjera propisana Naredbom. Ukoliko se u nezaraženom području utvrdi pojava simptoma, sumnju na zarazu zlatnom žuticom potrebno je prijaviti nadležnim službama, koje će uzorkovati simptomatične trsove i laboratorijskom analizom determinirati uzročnika (Naredba 46/2017). Sukladno Naredbi, u području zaraze se simptomatični trsovi trebaju ukloniti bez prethodne laboratorijske analize. Trsove se preporuča ukloniti neposredno nakon uočavanja simptoma, kako bi se maksimalno smanjila mogućnost širenja zaraze ishranom američkog cvrčka na zaraženim trsovima. U praksi se uklanjanje simptomatičnih trsova najčešće vrši tako da se tijekom vegetacije ukloni nadzemni dio trsa ili se mladice prerežu pri bazi, dok se ostatak trsa zajedno s korijenom potom ukloni u zimskom periodu (Slika 1).

Uklanjanje trsova s korijenom potrebno je provoditi kako bi se spriječio naknadni porast mladica iz korijena. Podloga predstavlja asimptomatičnog domaćina zlatne žutice, što znači da može biti izvor daljnjeg širenja bolesti, zbog čega je potrebno ukloniti eventualni naknadni porast mladica iz korijena uklonjenih trsova te odstraniti korijen u potpunosti kako iz njega ne bi izbijale nove mladice.



Slika 1. Uklanjanje nadzemnog dijela trsa pri bazi debla (a i b), uklanjanje svih mladica (c-f), pri čemu se mladice mogu u potpunosti ukloniti iz vinograda (d) ili prerezati pri bazi i ostaviti u vinogradu do potpunog uklanjanja trsa zajedno s korijenom (e i f). (snimila: K. Grozić)

Figure 1. Partial removal of symptomatic vines at the base of the trunk (a and b), removal of complete canopy on symptomatic vines (c-f), where canes may be completely removed from the vineyard (d) or cut at their basis and left within the vineyard until complete vine removal (e and f). (author: K. Grozić)

Kako bi se uspješno ograničilo širenje zlatne žutice, ključno je kako individualno, tako i kolektivno suzbijanje bolesti, zatim dobra komunikacija među proizvođačima i ostalim dionicima iz struke, kao i postojanje nadležnog tijela koje će učinkovito doprinositi organiziranju i provođenju cjelokupnih mjera suzbijanja bolesti.

Istraživanje novih metoda praćenja i suzbijanja fitoplazme

Primjena snimaka iz zraka s ciljem prepoznavanja simptomatičnih trsova

Rano prepoznavanje simptomatičnih trsova ima ključan značaj u suzbijanju zlatne žutice te zbog toga mnoge javne ustanove i privatne tvrtke razvijaju mogućnost korištenja snimaka iz zraka dobivenih pomoću dronova s ciljem ranog prepoznavanja simptomatičnih trsova (Le Crenn, 2016). Istraživanja se po tom pitanju nastavljaju budući da dosad još nije razvijena dovoljno učinkovita metoda prepoznavanja promjena na zaraženim trsovima.

Istraživanje razlika u osjetljivosti pojedinih sorata

S ciljem učinkovitog praćenja i suzbijanja zlatne žutice važno je poznavati razlike osjetljivosti pojedinih sorata, što ovisi o koncentraciji fitoplazme u biljci i karakteristikama specifičnim za svaku sortu zasebno. Potvrđeno je da među sortama vinove loze i podlogama postoji širok spektar osjetljivosti na zlatnu žuticu (Boudon-Padieu, 1996; Jagoueix-Eveillard i sur., 2012), uslijed čega su kod pojedinih sorata simptomi izraženi većim intenzitetom, a kod drugih manjim. Primjerice, kod sorte Cabernet Sauvignon su simptomi vrlo izraženi te je ova sorta vrlo osjetljiva na zlatnu žuticu, dok je sorta Merlot manje osjetljiva i samim time razvoj simptoma je manjeg intenziteta u odnosu na Cabernet Sauvignon (Jagoueix-Eveillard i sur., 2012).

Za razliku od sorata europske loze, podloge (američka loza) obično ne razvijaju simptome ili razvijaju slabije izražene simptome (Boudon-Padieu, 1996; Borgo i sur., 2009; Jarausch i sur., 2013).

Mogućnost primjene endofitnih bakterija u induciranju otpornosti i suzbijanju fitoplazme

Istraživanje mogućnosti "samoozdravljenja" zaraženih trsova provodi se dugi niz godina (Schvester, 1970). Rezultati istraživanja ove pojave su vrlo varijabilni i primjena ove metode nije oživjela u praksi, a jedan od razloga (osim visoke varijabilnosti i nedosljednosti primjene) je nacionalno zakonodavstvo, koje u većini vinogradarskih regija nalaže obvezno uklanjanje simptomatičnih trsova neposredno nakon pojave simptoma.

Posljednjih je godina porastao interes za istraživanjem uloge endofitnih vrsta bakterija koje potencijalno doprinose procesu „samoozdravljenja“ ili smanjenju intenziteta razvoja simptoma zlatne žutice (Bulgari i sur., 2011). U tu se svrhu navodi mogućnost primjene bakterija, koje su izolirane iz trsova, a čija je aktivnost vezana uz usvajanje minerala, rast i smanjenje stresa trsova ili uz direktno suzbijanje fitoplazme (Bianco i sur., 2013).

Istraživanje novih metoda suzbijanja vektora

Biološko suzbijanje primjenom parazitoida

Jedna od mjera suzbijanja američkog cvrčka je primjena parazitoida, koja se već dulje vrijeme istražuje primjenom pojedinih vrsta porodice Pipunculidae (Diptera: Pipunculidae), potporodica Anteoninae (Hymenoptera: Dryinidae) i Gonatopodinae (Hymenoptera: Dryinidae) (Nusillard i sur., 2003). Iako je utvrđeno da neke od vrsta navedenih porodica i potporodica mogu parazitirati američkog cvrčka, stupanj parazitacije je vrlo nizak i dosad nije postignuta dovoljna učinkovitost njihove primjene u proizvodnim uvjetima.

Primjena molekularnih inhibitora i mikrobioloških agensa

Američki cvrčak usvaja fitoplazmu ishranom na zaraženim trsovima te nakon akvizicije fitoplazma kolonizira hemolimfu cvrčka i razmnožava se. Slijedi period latentnosti koji traje približno mjesec dana, a nakon kojeg je cvrčak u mogućnosti prenijeti fitoplazmu na druge trsove, što

čini tijekom svake ishrane. Fitoplazma u hemolimfi cvrčka prolazi kroz nekoliko tkivnih barijera, što zahtijeva interakciju između proteina fitoplazme i cvrčka. U tijeku su istraživanja determinacije površinskih proteina fitoplazme, ključnih u prijenosu fitoplazme vektorom, s ciljem inhibiranja navedene interakcije, čime bi se doprinijelo suzbijanju širenja fitoplazme američkim cvrčkom (Mollier i sur., 2016).

Pored toga, istražuje se i učinkovitost mikrobioloških agensa bakterija koje ometaju reprodukciju američkog cvrčka (simbiotske vrste bakterija) ili njegovu mogućnost akvizicije i prijenosa fitoplazme (Marzorati i sur., 2006; Gonella i sur., 2012; Chucho i sur., 2017). Ove su mjere u fazi istraživanja i trenutno nisu komercijalno dostupne za primjenu.

Metoda konfuzije primjenom vibracija

Poznato je da mužjaci različitih vrsta kukaca oslobađaju različite kemijske spojeve (feromoni), koje proizvode u egzokrinim žlijezdama s ciljem pronalaženja ženki i kopulacije. Za razliku od vrsta koje oslobađaju feromone, kod američkog cvrčka (Hemiptera: Cicadellidae), se komunikacija u pronalaženju spolova odvija stvaranjem vibracija putem podloge, odnosno lista vinove loze (Oštrec i Goltin Čuljak, 2005; Eriksson i sur., 2012).

Komunikacija između dvaju spolova odvija se oslobađanjem vibracija niske frekvencije, koje se šire trskom na kraće udaljenosti. Prije početka kopulacije, mužjaci i ženke izmjenjuju vibracijske signale, koje oslobađaju u određenim intervalima kako bi se izbjeglo njihovo međusobno preklapanje. Izuzetak se javlja u slučaju rivalstva dva mužjaka, kada zbog istovremenog oslobađanja vibracija dvaju mužjaka kopulacija izostaje, jer ženka nije u mogućnosti prepoznati signal zbog njihova preklapanja (Mazzoni i sur., 2009). Upravo je navedeni izuzetak potaknuo razvoj metode konfuzije primjenom vibracija. Navedena metoda je inovativna i u tijeku su završne prilagodbe uređaja koji bi omogućio da se ista primijeni u praksi (Nieri i Mazzoni, 2017). S ciljem ometanja signala kojeg proizvodi mužjak, koristi se uređaj koji emitira takav signal i spojen je na bazalnu žicu naslona (svakog reda) u vinogradu. Signal se žicom prenosi po čitavom redu i time značajno umanjuje vjerojatnost kopulacije (Mazzoni i sur., 2009; Eriksson i sur., 2012). Uslijed toga iz godine u godinu dolazi do smanjenja visine populacije vektora. Primjena metode konfuzije može biti korisna u svrhu dugoročnog smanjenja visine populacije vektora, ali se zasad pri većim populacijama može smatrati tek metodom komplementarnom redovitoj primjeni insekticida, budući da metoda nije učinkovita u suzbijanju ličinki.

Primjena kaolina

Kao dodatnu mjeru suzbijanja vektora, pojedini proizvođači primjenjuju i kaolin, koji ima repelentno djelovanje na američkog cvrčka. Pored toga, neka su istraživanja potvrdila mogućnost suzbijanja ličinki američkog cvrčka i drugih vrsta cvrčaka primjenom kaolina (Chucho, 2010; Chucho i Thiéy, 2014; Tacoli i sur., 2017). Primjenjuje se uglavnom u ekološkom vinogradarstvu, kao nadopuna tretiranjima prirodnim piretrinom. Kaolin ne predstavlja alternativu insekticidima, nego moguću nadopunu njihovoj primjeni. Uzimajući u obzir njegovu visoku tržišnu cijenu i tek ograničenu učinkovitost u suzbijanju američkog cvrčka, potrebna su dodatna istraživanja doze i roka primjene kojima bi se utvrdila učinkovitost i primjenjivost kaolina u praksi.

Zaključak

Za razliku od ostalih bolesti vinove loze, suzbijanje zlatne žutice se u zaraženim područjima nužno treba provoditi na kolektivnoj razini, odnosno od strane svih proizvođača s određenog područja. Pritom svaki proizvođač treba poduzeti najučinkovitije mjere suzbijanja koje su u njegovoj mogućnosti, a koje trebaju biti u skladu s pravilima propisanim Naredbom. Učinkovi-

tost suzbijanja zlatne žutice u velikoj mjeri ovisi o stupnju suradnje između svih dionika vinogradarsko-vinarskog sektora, kako samih proizvođača, tako i stručnih službi koje su uključene u suzbijanje te o adekvatnom praćenju simptoma i vektora zlatne žutice. U slučaju izostanka primjene mjera suzbijanja, zlatna žutica se može epidemijski širiti i u svega nekoliko godina može doći do zaraze većine trsova u vinogradu, koji pritom postaju neproduktivni. Prema trenutnim saznanjima, zlatna žutica se najučinkovitije suzbija ako se provodi suzbijanje američkog cvrčka u kombinaciji s uklanjanjem i uništavanjem simptomatičnih trsova, koje treba ukloniti u što kraćem roku od prve pojave simptoma, uz krčenje zapuštenih vinograda ili samonikle vinove loze koja se nalaze u blizini proizvodnih vinograda.

Zahvala

Rad je nastao kao rezultat projekta Winetwork, financiranog sredstvima Europske unije putem Obzor 2020 programa za istraživanja i inovacije, ugovor broj 652601. Zahvaljujemo se ostalim suradnicima na projektu Winetwork koji su svojim doprinosom pomogli u realizaciji ovog rada.

Literatura

Aksoy, S. (2007) Novel insecticides: Mechanism. Recent advances on insect genomics and functional biology can fortify disease management. Plenary Session. *Entomological Research*, 37 (1), A2-A10. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2007.00069.x>

Bianco, P.A., Marzachi, C., Musetti, R., Naor, V. (2013) Perspectives on endophytes as biocontrol agents in the management of phytoplasma diseases. U: Torres, E., Laviña, A., Jarausch, W., Bertaccini, A., ur. *New Perspectives in Phytoplasma Disease Management*. Barcelona: COST Action FA0807, 69-72.

Borgo, M., Filippin, L., Bertazzon, N., Angelini, E. (2009) Detection of phytoplasmas associated with grapevine yellows in rootstocks. U: *Extended abstract of 16th Meeting ICVG, Dijon, France, 31 Aug. - 4 Sept.* Montpellier: Le Progrès Agricole et Viticole HS, 162-163.

Boudon-Padieu, E. (1996) Grapevine yellows induced by phytoplasmas. Diagnosis, epidemiology and research. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 82 (1), 5-20.

Bulgari, D., Casati, P., Crepaldi, P., Daffonchio, D., Quaglino, F., Brusetti, L., Bianco, P.A. (2011) Restructuring of endophytic bacterial communities in grapevine yellows-diseased and recovered *Vitis vinifera* L. plants. *Applied Environmental Microbiology*, 77 (14), 5018-5022. DOI: 10.1128/AEM.00051-11

Caruso, S., Mazio, P. (2004) Verifica dell'efficacia di alcuni insetticidi e delle relative strategie di difesa contro *Scaphoideus titanus* Ball in vigneti a conduzione biologica nelle province di Modena e Reggio Emilia nel biennio 2002-2003. U: *Atti delle giornate fitopatologiche, Montesilvano (Pescara) 4-6 maggio 2004*. Bologna: Giornate fitopatologiche, 109-110.

Chuche, J. (2010) *Comportement de Scaphoideus titanus, conséquences spatiales et démographiques*. Disertacija. Francuska: Université Victor Segalen Bordeaux 2.

Chuche, J., Auricau-Bouvery, N., Danet, J.L., Thiéry, D. (2017) Use the insiders: could insect facultative symbionts control vector-borne plant diseases? *Journal of Pest Science*, 90 (1), 51-68. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-016-0782-3>

Chuche, J., Thiéry, D. (2014) Biology and ecology of the Flavescence dorée vector *Scaphoideus titanus*: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34 (2), 381-403. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0208-7>

DRAAF. URL: http://draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/No_1_Message_Cicadelle_Flavescence_Doree_2017_cle04ed11.pdf (21.5.2017.)

Eriksson, A., Anfora, G., Lucchi, A., Lanzo, F., Virant-Doberlet, M., Mazzoni, V. (2012) Exploitation of insect vibrational signals reveals a new method of pest management. *PLoS One*, 9 (6), e100029. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100029>

Eveillard, S., Jollard, C., Labrousse, F., Khalil, D., Mireille, P., Desque, D., Salar, P., Razan, F., Hevin, C., Bordenave, L., Foissac, X., Masson, J.E., Malembic-Maher, S. (2016) Contrasting susceptibilities to Flavescence Dorée in *Vitis vinifera*, rootstocks and wild *Vitis* species. *Frontiers in Plant Science*, 7 (1762), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01762>

FIS baza. URL: <https://fis.mps.hr/trazilicaszb> (02.11.2017.)

Fredon Alsace. URL: <http://www.fredon-alsace.fr/wp-content/uploads/2013/01/Flavescence-dor%C3%A9e-article-FREDON-Alsace.pdf> (21.5.2017.)

Gonella, E., Crotti, E., Rizzi, A., Mandrioli, M., Favia, G., Daffonchio, D., Alma, A., (2012) Horizontal transmission of the symbiotic bacterium *Asaia* sp. In the leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball. (Hemiptera: Cicadellidae). *BMC Microbiology*, 12 (Supplement 1: S4), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2180-12-S1-S4>

Gusberti, M., Jermini, M., Wyss, E., Lindner, C. (2008) Efficacité d'insecticides contre *Scaphoideus titanus* en vignobles biologiques et effets secondaires. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 40 (3), 173-177.

ITAB. URL: <http://www.itab.asso.fr/downloads/viti/flavescence-doreeab-mai2014.pdf> (20.09.2017.)

Jagoueix-Eveillard, S., Labrousse, F., Salar, P., Danet, J.-L., Hevin, C., Perrin, M., Masson, J., Foissac, X., Malembic-

Maher, S. (2012) Looking for resistance to the Flavescence dorée disease among *Vitis vinifera* cultivars and other *Vitis* species. U: Ferguson, B., ur. 17. *Congress of the International Council for the study of Virus and virus-like Diseases of the Grapevine*. USA: University of California, Davis, 234-235.

Jarausch, W., Angelini, E., Eveillard, S., Malembic-Maher, S. (2013) Management of fruit tree and grapevine phytoplasma disease through genetic resistance. U: Torres, E., Laviña, A., Jarausch, W., Bertaccini, A., ur. *New Perspectives in Phytoplasma Disease Management*. Barcelona: COST Action FA0807, 56-62.

Le Crenn, P. (2016) Drones to monitor outbreaks of grapevine „flavescence dorée“. URL: <http://www.inra.fr/en/Scientists-Students/Plant-biology/All-reports/Grapevine-flavescence-doree/grapevine-flavescence-doree> (17.09.2017.)

Marzorati, M., Alma, A., Sacchi, L., Pajoro, M., Palermo, S., Brusetti, L., Raddadi, N., Balloi, A., Tedeschi, R., Clementi, E., Corona, S., Quaglino, F., Bianco, P.A., Beninati, T., Bandi, C., Daffonchio, D. (2006) A novel bacteroidetes symbiont is localized in *Scaphoideus titanus*, the insect vector of flavescence dorée in *Vitis vinifera*. *Applied and Environmental Microbiology*, 72 (2), 1467-1475. DOI: 10.1128/AEM.72.2.1467-1475.2006

Mazzoni, V., Lucchi, A., Čokl, A., Prešern, J., Virant-Doberlet, M. (2009) Disruption of the reproductive behaviour of *Scaphoideus titanus* by playback of vibrational signals. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 133 (2), 174-185. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00911.x>

Mollier, P., Chucho, J., Thierry, D., Papura, D., Malembic-Maher, S., Blanchard, A., Foissac, X. (2016) Phytoplasma, the pathogenic agent. URL: [http://www.inra.fr/en/Scientists-Students/Plant-biology/All-reports/Grapevine-flavescence-doree/Phytoplasma-the-pathogenic-agent/\(key\)/2](http://www.inra.fr/en/Scientists-Students/Plant-biology/All-reports/Grapevine-flavescence-doree/Phytoplasma-the-pathogenic-agent/(key)/2) (17.09.2017.)

Narodne Novine (46/2017) Naredba o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje zlatne žutice vinove loze. URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_05_46_1086.html (15.6.2017.)

Nieri, R., Mazzoni, V. (2017) Open-field vibrational mating disruption: The effect on leafhopper pests and vineyard ecosystem. U: *Invertebrate Sound & Vibration 16th International Meeting, 14-17 September 2017*. Germany: Universitat Giessen.

Nusillard, B., Malausa, J.C., Giuge, L., Millot, P. (2003) Assessment of a two years study of the natural enemy fauna of *Scaphoideus titanus* Ball in its North American native area. *IOBC WPRS Bulletin*, 26 (8), 237-240.

Oštrec, Lj., Gotlin Čuljak, T. (2005) *Opća entomologija*. Čakovec: Zrinski.

Polajnar, J., Eriksson, A., Virant-Doberlet, M., Mazzoni, V. (2016) Mating disruption of a grapevine pest using mechanical vibrations: from laboratory to the field. *Journal of Pest Science*, 89 (4), 909-921. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-015-0726-3>

Prezelj, N., Nikolić, P., Gruden, K., Ravnikar, M., Dermastia, M. (2013) Spatiotemporal distribution of flavescence dorée phytoplasma in grapevine. *Plant Pathology*, 62 (4), 760-766. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2012.02693.x>

Schvester, D. (1970) Traitements insecticides et guérison des vignes atteintes de flavescence dorée. *Annales de Zoologie Ecologie Animale*, 1 (4), 467-494.

Stop-flavescence-bourgogne. URL: <http://stop-flavescence-bourgogne.fr/resultats.html> (17.09.2017.)

SudVinBio. URL: http://www.sud-et-bio.com/sites/default/files/Fiche_Technique_Utilisation%20du%20pyretre%20contre%20la%20cicadelle%20en%20viti%20bio_Sud%20Vin%20Bio_2009.pdf (15.5.2017.)

Tacoli, F., Pavan, F., Cargnù, E., Tilatti, E., Pozzebon, A., Zandigiacomo, P. (2017) Efficacy and mode of action of kaolin in the control of *Empoasca vitis* and *Zygina rhamni* (Hemiptera: Cicadellidae) in vineyards. *Journal of Economic Entomology*, 110 (3), 1164-1178. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/tox105>

Review paper

Management of flavescence dorée in the vineyard to control the disease and to avoid its further spread

Abstract

Flavescence dorée management is mandatory in infected areas and it is regulated by national decrees in all European winegrowing regions. Efficient disease management includes the control of vector *Scaphoideus titanus* through insecticide application and the removal and destruction of symptomatic vines, which should be removed as soon as possible after the appearance of symptoms. In addition, it is necessary to extirpate abandoned vineyards and wild vines which may be found close to productive vineyards, in order to reduce the sources of new infections. Infected grapevines are removed after monitoring the occurrence of symptoms within the single vineyard, as well as after organized monitoring implemented by expert services on a wider vineyard scale. When there is a lack of monitoring and management measures, flavescence dorée may spread epidemically and during a few years most of the vines in a vineyard may become infected. In this paper we present the measures implemented in the management of flavescence dorée in the vineyard in order to control the disease and to avoid its further spread.

Keywords: phytoplasma, flavescence dorée, *Scaphoideus titanus*, management