

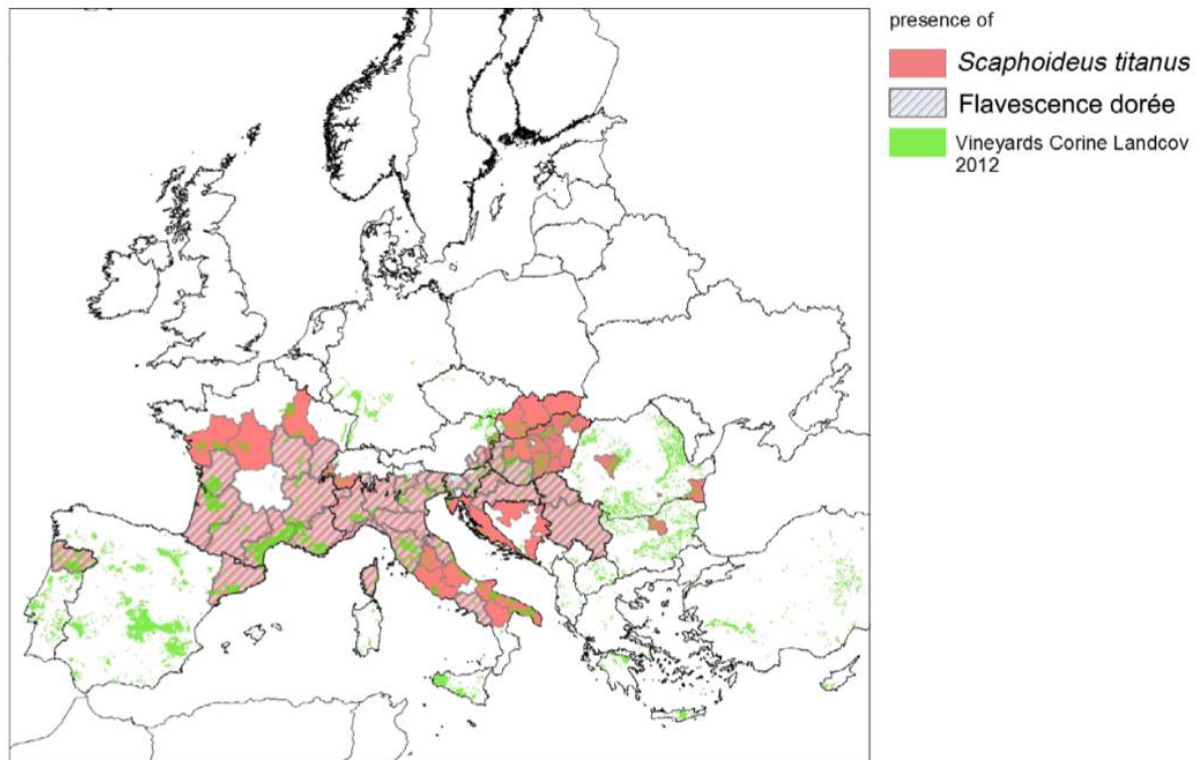
A szőlő aranyszínű sárgasága (Flavescence dorée) elleni védekezés: fertőzött ültetvényekben a betegség továbbterjedésének megakadályozása

1. Bevezetés

A szőlő aranyszínű sárgasága (Flavescence dorée, FD) a szőlő sárgaságot okozó betegségek (grapevine yellows, GY) közé sorolt, rendkívül súlyos szőlőbetegség, melyet Franciaországban az 1950-es években észleltek először, ezt követően az európai országokból hasonló betegségről (Stoultbur) számoltak be. A szőlő aranyszínű sárgasága egy fitoplazma okozta betegség, mely szerepel az Európai és Mediterrán Növényvédelmi Szervezet (EPPO) A2-es karantén listáján (2009/297CE számú utasítás), ugyanis ez az egyik legveszélyesebb betegség, mely fenyegeti az európai szőlőültetvényeket, és amely súlyos gazdasági károkat okoz a főbb bortermelő országokban. A Flavescence dorée fő vektora egy kabócafaj, az amerikai szőlőkabóca (*Scaphoideus titanus*), melynek életciklusa szorosan kapcsolódik a szőlőhöz, és mely képes a fitoplazma terjesztésére. Az aranyszínű sárgaság betegségnek súlyos következményei vannak, úgy mint a termés kiesés vagy súlyosabb esetben a szőlőtőke pusztulása. Védekezési eljárások alkalmazása nélkül a betegség nagyon gyorsan terjed, néhány éven belül megfertőzve az ültetvény egészét. Az Európa-szerte kötelező védekezések ellenére a betegség továbbra is terjed (1. ábra), ezért az újonnan megfertőződött területek felderítésére folyamatos megfigyelés szükséges.

2. A szőlő aranyszínű sárgasága és vektorának Európába és a további területekre való terjedése

A szőlő aranyszínű sárgaságának fő vektora az amerikai szőlőkabóca (*Scaphoideus titanus*), mely Észak-Amerikából került be Európába az 1950-es években (Papura *et al.*, 2012). Megjelenése összekapcsolható az Észak-Amerikából behozott szőlőtőkék megjelenésével. Bár az amerikai szőlőkabóca feltehetően már az 1927-es évtől jelen volt már, de olyan alacsony elterjedéssel és egyedszámban, melynek akkor még nem tulajdonítottak jelentőséget. Az amerikai szőlőkabóca terjedése még mindig folyamatban van az európai szőlőültetvényekben, a rovar Franciaországból jutott el a legtöbb európai borvidékre, és mára már széles körben jelen van az európai szőlőtermesztő vidékeken nyugatról kelet felé, Portugáliától Szerbiáig, Észak-Franciaországtól Dél-Olaszországig. A *Scaphoideus titanus* (*S. titanus*) kabócának nagyobb az elterjedése, mint a fitoplazmának, jelen van olyan területeken is melyeken nem azonosították az aranyszínű sárgaság betegséget (például Spanyolország északi része, Elzász vagy Eger). A Flavescence dorée-t elsőként Franciaországban Caudwell azonosította 1957-ben, majd a betegség gyorsan elterjedt Európa szőlőtermesztő vidékein. Mára már jelen van a FD fitoplazma Európa főbb bortermelő országaiban, nevezetesen Ausztriában, Horvátországban, Franciaországban, Magyarországon, Olaszországban, Portugáliában, Szlovéniában, Spanyolországban, Svájcban és Szerbiában (1. ábra). A felsorolt országok közül néhányban a fitoplazma csak bizonyos földrajzi területeken, korlátozottan fordul elő. **A betegség terjedése Európában szorosan kapcsolódik az amerikai szőlőkabóca elszaporodásához, mely főként a megjelenő populáció elterjedésén alapszik, illetve az emberi tevékenységhez kötődik** (Pavan *et al.*, 1997; Bertin *et al.*, 2007; Papura *et al.*, 2009). Az amerikai szőlőkabóca terjedése feltehetően még nem fejeződött be: a kabóca populációi a kedvező éghajlati viszonyok miatt megtelepedhetnek akár észak Európában vagy akár Kínában is (Maixner, 2005; Steffek *et al.*, 2007).



1. ábra: Az amerikai szőlőkabóca (*Scaphoideus titanus*) és a szőlő aranyszínű sárgaság (*Flavescence dorée*) jelenléte Európában (EFSA 2016)

3. A szőlő aranyszínű sárgaság (FD) tünetei és hatása

A szőlő aranyszínű sárgaság betegséggel fertőzött tőkéken a tüneteket nem lehet megkülönböztetni más, a szőlő sárgaságot okozó fitoplazmák (grapevine yellows, GY) közé tartozó betegségek tüneteitől. A tünetek tipikusak lehetnek a sárgaságot okozó fitoplazmák csoportjára, de néhány tünet könnyen összetéveszthető más betegségekkel illetve tápanyag-ellátási zavarokkal is.

Tavasszal a termővesszők korlátozott növekedése, a levelek enyhe sodródása vagy a levelek idő előtti lehullása is megfigyelhető, azonban az egyértelműbb tünetek később jelennek meg, és sokkal szembetűnőbbek szeptember folyamán. A fertőzött szőlőtőkéken a fiatal hajtások gyenge fásodása vagy a fásodás teljes hiánya, a levelek fonák felé történő háromszög alakú sodródása, vastagodása és pattanva törése, kék fajták esetén a levelek vörösödése, fehéréknél pedig sárgulása figyelhető meg. A virágok és bogyók elszáradása is jellemző tünet, illetve a levelek idő előtti lehullása is előfordul a nyár folyamán, mely abból adódik, hogy a levélnyel leválik a hajtásról. A növényen belül is végbe mennek változások, csökken a fotoszintetikus aktivitás, a tápanyagáramlás, romlik a termés minősége vagy akár a fűtők teljes száradása is bekövetkezhet, jelentős (akár 100%-os) termés kiesést okozva.

A tünetek a szőlőfajta függvényében változhatnak, sőt az alanyok teljesen tünetmentesek is lehetnek (de képesek megfertőződni, tehát tünetmentesen hordozzák az FD fitoplazmát).

Amennyiben egy szőlőtőke megfertőződik az aranyszínű sárgasággal, a tőkék a szőlő sárgaságot okozó fitoplazmák csoportjára jellemző tüneteket mutatnak. Előfordul, hogy az első tünetek már a szőlő korai fenológiai állapotaiban megjelennek: az első tünet lehet akár a késői rügyfakadás vagy annak hiánya (Caudwell 1964), de ezeket a megfigyeléseket a későbbiek folyamán mindig ki kell egészíteni a nyár folyamán megjelenő tipikus FD tünetek megfigyelésével.

A szőlő aranyszínű sárgaság tünetei összetéveszthetők más tünetekkel, hiánytünetekkel vagy fiziológiai rendellenességekkel. **Célszerű ellenőrizni, hogy a betegség három tipikus tünete (levelek elszíneződése és háromszög alakú sodródása, a hajtások fásodásának hiánya és a fűtők elszáradása) minden kétséget kizáróan jelen van-e.** Ezt követően pedig laboratóriumi vizsgálatok elvégzése szükséges. Mivel a szőlő

aranszínű sárgaság okozta tünetek nagyon hasonlóak vagy szinte megegyeznek a Stolbur tüneteivel, az adott tünetekért felelős fitoplazma azonosításához PCR vizsgálat szükséges.



Amennyiben a fertőzött tőkék még nem pusztultak el – ami nagyon ritkán fordul elő – a FD fitoplazma fertőzése hatással lehet a terméseken keresztül a bor minőségére, azáltal hogy rosszul vagy gyengén érnek be a szőlőfürtök, befolyásolva a cukor és más összetevők koncentrációját. Ezen túlmenően a termésmennyiségre, az okozott veszteséget tekintve jóval nagyobb hatást gyakorolnak, összehasonlítva a minőségbeli romlással, mely elenyésző.

Oltványiskolákban a szőlő aranszínű sárgaságának jelentős hatása van a szőlő szaporítóanyag előállításra. A FD fitoplazma oltványiskolában történő kimutatása esetén, ez utóbbi elveszíti a növényútlevelét a termesztés adott előállítási tételére, ezt követően pedig fokozott felszámolási és elszigetelési intézkedésekre kötelezett. Fertőzött területen található oltványiskolákat az aranszínű sárgaság fitoplazma ellen védekezési eljárások elvégzésére kötelezik, mint a törzsültetvények átvizsgálása és a vektor kabóca egyedszámának csökkentése.

4. A szőlő aranszínű sárgasága (FD): három résztvevős kapcsolat

A szőlő aranszínű sárgaság létezéséhez három tényező egyidejű jelenléte szükséges: a fertőző ágens, vagyis a fitoplazma, az őt terjesztő vektor kabóca és a gazdanövény.

A. A fitoplazma

A fitoplazmák tulajdonképpen sejtfal nélküli, Gramm-pozitív, táptalajon nem tenyésztethető, a növények háncszöveiben élő baktériumok. A FD fitoplazmának az egyik gazdanövényről a másikra való terjedése

csak vektor rovarokkal lehetséges, melyekben képesek megsokszorozódni és keringeni, illetve terjedhet vegetatív szaporítással, oltással is.

A szőlő arany színű sárgaságért felelős fitoplazma nagy genetikai variabilitást mutat: több fitoplazma törzs okozhatja a FD fitoplazmát, melyek Európa szerte elterjedtek. Mostanáig a fitoplazmának három genetikai csoportját sikerült azonosítani Európában (Malembic-Maher, 2009):

- FD1, többnyire Franciaország délkeleti részén fordul elő
- FD2, a leggyakoribb csoport Európában
- FD3, főként Olaszországban fordul elő

A gazdanövények, mint az enyves éger (*Alnus glutinosa*), az erdei iszalag (*Clematis vitalba*) és a vad *Vitis* fajok rezervoárként szolgálnak (Malembic-Maher et al., 2007; Filipin et al., 2009). Európában, a leginkább elfogadott hipotézis az, hogy a FD fitoplazma az említett gazdanövényekben korábban volt jelen, mint a szőlőben.

B. A vektor

i. Életciklus

Az amerikai szőlőkabócának (*Scaphoideus titanus*) évente egy nemzedéke fejlődik. A tojásokat a nyár végén rakják a nőstények az idősebb fás részek kérge alá, majd ezt egy 6-8 hónapos – az éghajlati viszonyoktól és az ültetvény sajátosságaitól függően - nyugalmi állapot (diapauza) követ, majd megtörténik a lárvakelés. A lárvakelés ideje és hossza összefüggésben van a diapauzával, ugyanis a lárvakelés nem igényel hideg hőmérsékletet, így ez nem befolyásolja annak hosszát (Chuche and Thiery, 2012).

A lárvakelés időszakának hossza régióként változik, a hosszú lárvakelési időszak általában azokra az ültetvényekre jellemző, ahol enyhe a tél. A hőmérséklet szabályozza a lárvakelés kezdetét és hosszát csak úgy, mint a nemek arányát (Chuche and Thiery, 2014). Lárvakelést követően, a lárváknak öt egymást követő fejlődési stádiuma van, az éghajlati viszonyoktól függően a kifejlett egyedek megjelenéséig 5-8 hét telik el. A lárvák általában azokon a növényeken találhatóak meg, melyeken a tojásokból kibújnak, de előfordulhat, hogy egyik növényről a másikra átugranak (Maixner et al., 1993). A lárvák elsődlegesen a törzs lábánál található vadhajtásokon vagy a lombzat belsejében található alsó leveleken táplálkoznak. A kifejlett egyedek rendszerint júliusban jelennek meg, nagyon mozgékonyak ugyanis egyik növényről a másikra repülnek. A párzás érdekében az amerikai szőlőkabóca vibrációs jeleket bocsát ki, melyekkel kommunikál. A nőstények, ha megtörtént a párzás, kifejlődésüket követő 10 nappal már képesek tojásokat rakni (a kifejlődést követő 6 nappal már érettek).

ii. Táplálkozás

Az amerikai szőlőkabóca (*S. titanus*) a szőlő levelein táplálkozik. Általánosan elfogadott, hogy a *S. titanus* leginkább a hánchrész edénnyalábjaiban táplálkozik, de olykor a farész vagy hánchrész nedveit is szívogathatja. A lárvák előszeretettel táplálkoznak a levélszélek közelében található vékony ereken, az imágók pedig sokkal inkább a nagyobb ereken vagy a levélnyélen szívogatnak (Chuche and Thiery, 2014).

« A hajtásos növények szállítószövetének elemei a vízben oldott anyagok szállítására alkalmas, hosszúkás, csöszzerű képződmények. Felépítése és működése alapján a szállítószövet két részre: a farészre és a hánchrészre tagolódik. A farész a vizet és a benne oldott ionokat továbbítja a gyökértől a többi szerv felé. A hánchrész a vízben oldott szerves anyagokat szállítja, általában a levelektől a többi szervhez. A szállítószövet elemei a növényi szövetekben edénnyalábokba rendeződnek. Az edénnyalábok hozzák létre a levelek és a virágszirmok erezetét. »

Az amerikai szőlőkabóca az első lárva állapottól képes felvenni a fitoplazmát amennyiben fertőzött növényen táplálkozik és ezt követően élete végéig fertőzött marad. A fertőzött növényen való táplálkozást követően egy egy hónapos inkubációs vagy lappangási idő szükséges ahhoz, hogy a vektor kabóca fertőzőképessé váljon. Ez alatt az idő alatt a fitoplazma folyamatosan kering és

szaporodik a kabócában, elérve a nyálmirigyeket pedig még tovább sokszorozódik. Mikor a fitoplazma koncentrációja eléri a kívánt mennyiséget a nyálmirigyekben, addig a kabóca az egészséges növényen táplálkozva minden egyes szívogatásnál tovább terjesztheti a fertőző ágenszt.

C. Gazdanövény

Európában az amerikai szőlőkabóca szorosan kötődik a *Vitis vinifera* vagy is a bortermő szőlőhöz, de alkalmanként megtalálható a kosárkötő fűzön (*Salix viminalis*) és az őszibarackon (*Prunus persica*) (Chuche and Thiery, 2014). A rovar teljes életciklusa a szőlőn megy végbe, de előfordul, hogy más növényeken is táplálkozik. A *S. titanus* bizonyos fajtákat előnyben részesíthet: a több fajtából álló ültetvényekben megfigyelték, hogy a népség eltérő egyedszámában van jelen a különböző fajtákon (Schvester et al, 1962; Posenato et al, 2001).

Az amerikai szőlőkabóca, mint korábban is említésre került, szorosan kötődik a szőlőhöz, de az arany színű sárgaság fitoplazma egyéb fajokon is megtalálható, vagyis gazdanövénye az enyves éger (*Alnus glutinosa*), az erdei iszalag (*Clematis vitalba*) és a bálványfa (*Ailanthus altissima*). Egyéb vektor rovarok, mint a süveges kabóca (*Dictyophara europaea*) és az éger kabóca (*Oncopsis alni*), képes átvinni a fitoplazmát az említett tápnövényekről a szőlőre. De ez a jelenség csak ritkán fordul elő, tehát a fitoplazma átvitelének lehetősége alacsony, mivel ezek a kabócák a *S. titanus*tól eltérően nagyon ritkán táplálkoznak szőlőn (Maixner et al., 2000; Arnaud et al., 2007; Filippin et al., 2009).

Amikor egy szőlőtőke megfertőződik, a fitoplazma a hánrcsészen keresztül kolonizálja a növény minden részét (beleértve a leveleket), melyek ezután fertőzési forrásként szolgálnak a betegségnek. Az amerikai szőlőkabóca a fertőzött tőkéken való táplálkozással, majd szőlőről szőlőre repülve képes terjeszteni a betegséget. Következésképpen a fertőzés aránya N évben szorosan összefügg az N-1 évben jelen lévő vektor kabóca egyedszámával (Morone et al., 2007). Rovarölő szeres védekezés nélkül a *S. titanus* populációja az ültetvényekben elérheti hektáronként a több ezres nagyságrendet (Schvester, 1969), lehetővé téve a betegség rendkívül gyors terjedését, így akár évente tízszeresére növelve a fertőzött tőkék számát!

5. A szőlő arany színű sárgasága (FD) elleni védekezés fertőzött területeken/ültetvényekben

A. A vektor elleni védekezés

i. Kezelési stratégiák

Az amerikai szőlőkabóca (*S. titanus*) elleni célzott védekezések elengedhetetlenek a vektor populáció egyedszámának visszaszorítása érdekében, ezáltal az arany színű sárgaság terjedésének és/vagy kirobbanásának megakadályozására. A hatékonyság érdekében és mivel a *S. titanus* egy rendkívül hatékony rovar a FD fitoplazma terjesztésében, a rovarölő szeres kezeléseket a megfelelő időben szükséges elvégezni. A rovarölő szeres védekezések időzítését és számát a legtöbb európai országban nemzeti hatály alá tartozó jogszabályok írják elő, mely az arany színű sárgaság karantén státuszából adódik. Az első védekezés időpontjára általában növényvédelemmel foglalkozó intézmények (Fővárosi és Megyei Kormányhivatalok, Növény-és Talajvédelmi Osztályai, NÉBIH) tesznek ajánlást, ugyanis megfelelő szakmai ismeretek igényel ennek az időpontnak a meghatározása.

A védekezés szempontjából fontos időszak mikor a lárvák eléri a harmadik, negyedik fejlődési fokozatot (L3-L4), mely általában a szőlő virágzása idejére vagy közvetlenül a virágzás utáni időszakra esik. Fontos megjegyezni, hogy nem elég kizárólag a lárvák ellen védekezni, mert a szőlőkabóca repülésre képes imágója a környező, esetleg nem permetezett ültetvényekből képes betelepülni és a kórokozót terjeszteni. Ezért kiemelten fontos az ültetvényben a kártevő sárga ragacs lapos csapdázása, illetve a növényeken való vizuális felvételezése. Hetente két alkalommal szükséges a csapdafogást leolvasni, illetve a lombozaton az imágók jelenlétét megfigyelni. Az észlelt egyedszám alapján lehet dönteni a rovarölő szeres védekezés szükségességéről és idejéről. A védekezési küszöbérték 4 egyed/sárga lap/10 nap.

Az imágók elleni kezelések főként a betelepülő imágók ellen válhatnak szükségessé, hiszen a lárvák ellen elvégzett sikeres kezelések esetén az imágók elleni védekezés szükségtelenné válhat. A régió vagy akár az adott régióon belül elhelyezkedő terület populációsűrűsége alapján egy harmadik kezelés is elvégezhető.

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) online felületén elérhető károsító monitoring rendszeren, nyomon követhetők az amerikai szőlőkabóca egyes fejlődési fokozatának száma és észlelésének helye, amely alapján a védekezések szükségességéről és időpontjáról dönthetünk: <https://karositoronitoring.nebih.gov.hu/Terkepek/AmerikaiSzolokabocaMap>

A szaporítóanyag előállító területeken a csapdafogás eredményétől függetlenül kötelező a kabócák elleni védekezés, termő ültetvényekben pedig fokozottan ajánlott a védekezés.

ii. Védekezés ökológiai természetben

Ökológiai természetben is a megelőzésre kell a hangsúlyt fektetni, a *S. titanus* jelenlétét a lehető legnagyobb alaposággal kell nyomon követni az ültetvényben, különös tekintettel azokra a területekre ahol korábban megerősítették a FD fertőzést. Ezen felül egyes európai országokban ökológiai gazdálkodásban engedélyezett rovarölő szeres kezeléseket is alkalmaznak a FD vektora, vagyis az amerikai szőlőkabóca ellen. Európában a felhasználható rovarölő hatású készítmények a természetes piretrum és az azadirachtin hatóanyagokon alapulnak (EC Reg. 889/08), Magyarországon engedélyezett hatóanyag a spinozad illetve az elmúlt két évben szükséghelyzeti engedélyt kapott ökológiai szőlőtermesztésben a piretrum + repceolaj tartalmú rovar- és atkaölő készítmény.

A piretrum és az azadirachtin hatóanyag meglehetősen kényes, kijuttatásukat nagy pontossággal kell elvégezni figyelembe véve bizonyos speciális előírásokat, különben hatékonyságuk (főként a piretrumé) korlátozott. A rovarölő szeres kezeléseken felül, melyeket rendszeresen ismételni kell, kiemelt fontosságú folyamatos megfigyeléseket végezni a FD terjedésének megakadályozása érdekében. Minden tüneteket mutató szőlőtőkét gyökerestül el kell távolítani a lehető minél rövidebb időn belül, ugyanis ezek hordozzák a betegséget.

A piretrum hatása: a természetes piretrum egy kényes molekula, ugyanis érzékeny a magas hőmérsékletre és az UV sugárzásra. A napsugárzásnak kitett piretrum becsült felezési ideje 10-12 perc. A piretrumnak taglózó hatása van, nem szívódik fel a növénybe, hanem érintő méregként hat. A rovarok a kültakarón vagy az emésztőrendszeren keresztül veszik fel. A hatóanyag az idegrendszerre hat, gátolja az ingerület átvitelt. A természetes piretrum összekeverhető illetve kijuttatható egy menetben rézzel (Sudvinbio, 2013). Elemi kén hatóanyagú készítményekkel kombinációban illetve kijuttatása előtt és után közvetlenül történő felhasználása fitotoxicitási kockázat miatt nem javasolt. A természetes piretrum az amerikai szőlőkabóca L1-es és L3-as lárvá állapotai ellen hatékony. Sajnálatos módon a piretrum kezeléseknél hatékonysága ingadozik, emellett a vektor kabóca populációjának alapos monitorozása és az ültetvény vagy parcella rendszeres átvizsgálása szükséges a piretrum-alapú készítményekkel történő kezeléseknél előtt és után.

iii. A vektor kabóca számára rezervoárként szolgáló területek felszámolása

A vad amerikai szőlőfajok és egyéb fajok rezervoárként szolgálnak az amerikai szőlőkabócának és az aranyszínű sárgaságnak egyaránt. Az FD fitoplazmát kimutatták vad fajokból is, mint például iszalagból (*Clematis*) és égerből (*Alnus*) is, melyekről a fertőzés ritkán, de átterülhet a természet szőlőre.

Az erdősávok vagy cserjés területek ismert kockázatot jelentenek a járványok kialakulása szempontjából. Ugyanakkor előnyökkel is szolgálhatnak az ültetvények szempontjából: ezek a területek a biológiai sokszínűség rezervoárjaiként szolgálnak, illetve olyan fajoknak adnak otthont, melyek bizonyos kártevők természetes ellenségei. Fontos mérlegelni a járvány kockázatát és a természetes szabályozás jelentette előnyöket, melyeknek köszönhetően ezek a területek féltermészetes állapotban maradhatnak fenn. A rajzásmegfigyelések és a védekezések kiterjesztése az ültetvényeket övező erdősávokra vagy cserjésekre mindazonáltal nem egyszerű feladat.

iv. A vektor kabóca rajzásának nyomon követése: a lárvák és az imágók rajzásának megfigyelése

Az amerikai szőlőkabócát (*S. titanus*) nehéz megtalálni és felismerni, mert a lárvák apró termetűek és mozgékonyak. Ezen felül könnyen összetéveszthető más kabócákkal vagy egyéb rovarokkal, melyek szintén jelen vannak az ültetvényben. Az amerikai szőlőkabóca fiatal lárvá állapotai kezdetben áttetsző vagy fehér színűek, majd folyamatosan alakul ki a fajra jellemző színezet és mintázat. A lárvák felismerésénél határozó bélyeg a potroh utolsó szelvényén található két fekete, szimmetrikus folt (a lárvák összetéveszthetők a *Phlogotettix cyclops* kabócafajjal, melynek szintén van két fekete pont a potrohán, azonban nem az utolsó, hanem az utolsó előtti szelvényén). A lárvák zavarásra tipikus viselkedéssel reagálnak: ilyenkor hajlamosak azonnal elugrani. Amennyiben ezt a viselkedést tapasztaljuk, biztosak lehetünk benne, hogy amerikai szőlőkabóca lárvaival van dolgunk és nem más kabóca lárvaival, melyek egyazon időben vannak jelen a szőlőn. Ilyen például a zöld szőlőkabóca (*Empoasca vitis*), mely zavarásra oldalirányú mozgást végez a szőlőlevél felületén, vagy a *Zygina rhamni* nevű kabócafaj, mely zavarásra egyenes vonalban halad végig a levél felületén. Az amerikai szőlőkabóca kifejlett egyedének mérete 4,8–5,8 mm között változik, barna színű, fején csíkok találhatóak.



(IFV South-West (L1, imágó) és INRA Bordeaux (L3, L5))

A vektor kabóca rajzásának nyomon követése elengedhetetlen a kabóca megjelenésének azonosítására. A megfigyeléseket már a kabóca lárva állapotaitól el lehet kezdeni, de ennek a folyamatnak az elvégzése képzett szakemberet igényel. Az alaposág kedvéért szabad szemmel történő megfigyeléseket is végezhetünk, melynek során 100-200 levél fonáki oldalát vizsgáljuk meg mind a lombozaton, mind a törzs lábánál található vadhajítások levelein. Fontos, hogy elkerüljük a növényzet túlzott mozgását, mert ennek hatására a lárvák elugranak.

A rovarölő szerek kezelése elvégzésénél a hatóság által előírt időpontokat célszerű követni. A kifejlett egyedek rajzásának megfigyelésére sárga ragacslapokat használhatunk, ha és amennyiben egy harmadik kezelésre is szükség van az imágók ellen.

B. A vektor egyedszámának csökkentésére irányuló, szabadföldön megfigyelt atipikus gyakorlatok

Az alábbi gyakorlatok szabadföldi körülmények között, az ültetvényekben lettek megfigyelve, hatékonyságuk tudományos értékelése nem történt meg, a gyakorlat tudományos vizsgálatokkal nincsenek alátámasztva. A felsorolt eljárások a bizonyítékai azon folyamatban lévő alternatív megoldásoknak a rovarölő szerek kezelésekre, melyeket maguk a termesztők végeznek, viszont tudományos értékelésük még várat magára.

A szőlő aranyszínű sárgaság (FD) vektora elleni kémiai védekezések helyettesítéseként folyamatban vannak olyan alternatív módszerek vizsgálata, melyek leginkább ökológiai természetben használhatóak fel, csökkentve a növényvédő szer felhasználást és szem előtt tartva a környezet védelmét.

i. Narancs esszenciális olajának használata

Az amerikai szőlőkabóca (*S. titanus*) ellen alternatív védekezési eljárás a narancs esszenciális olajának használata. Néhány narancsolaj-alapú készítményt alkalmaznak az amerikai szőlőkabóca (*S. titanus*) populációja ellen Európában, mint a kémiai védekezések kiegészítő kezelése, ugyanis az említett készítmények nincsenek regisztrálva rovarölő szerként. A narancsolaj hatóanyaga a D-limonén, ami egy terpén, mely természetes rovarölő hatással bír. A D-limonén tulajdonságából

adódik, hogy képes kiszárítani az amerikai szőlőkabóca fiatal lárva állapotait. A hatékonysága még nincs vizsgálatokkal alátámasztva, a hatása természetői megfigyeléseken alapszik. A narancsolaj hatását más, a szőlőn károsító rovaron már megfigyelték.

ii. Kaolin alkalmazása

A kaolin kezeléseknak repellens hatása van a kabócákra, de néhány tanulmány bizonyította, hogy a lárvákra káros hatással van (mortalitás). Általában ökológiai természetben használják, ahol az egyetlen engedélyezett rovarölő szer a piretrum, melynek hatékonysága megkérdőjelezhető. Ez nem egy alternatíva a kémiai védekezésre, de beilleszthető a technológiába. A kaolin hatékonyabb a fiatal lárva stádiumokra, mint a kifejlett egyedek ellen. A készítménynek magas a költsége, illetve még ha csak részleges is, de bizonyított a hatékonysága, de a kijuttatás időzítése és a dózis pontos beállítása még további vizsgálatokat igényel.

C. Fertőzött szőlőtőkék kezelése

Az ültetvény növény-egészségügyi állapota kulcsfontosságú kérdés a szőlő aranyszínű sárgasága elleni védelemben. Az ültetvények monitorozása szintén **elengedhetetlen lépés**, melyet **regionális szinten vagy ültetvény szinten** célszerű elvégezni. Hogy minél hatékonyabban működjön a megfigyelés a legjobb, ha egy szakmai szervezet összefogja és felügyeli a felderítéseket, de természetesen a szőlőtermesztő maga is végezheti a megfigyeléseket a saját ültetvényében, követve a felderítési protokollt.

Gyanús tünetes tőke esetén laboratóriumi vizsgálatokkal megerősíthető vagy megcáfolható a betegség megléte, illetve ez az egyetlen módja, hogy elkülönítsük a szőlő aranyszínű sárgaságát a Stolbur fitoplazma vagy más néven a „fekete vesszejűség” tüneteitől.

A fertőzött növények gyökerestől való eltávolítása és megsemmisítése javasolt, a legtöbb régióban pedig kötelező érvényű melyet nemzeti hatály alatt álló rendelet szabályoz. Abban az időszakban, mikor az amerikai szőlőkabóca jelen van az ültetvényben (májustól októberig), amint fertőzött tőkét találunk, azokat a hatóságnál hivatalosan be kell jelenteni, mintát kell gyűjteni a laboratóriumi vizsgálatra, majd ezt követően gyökerestül el kell távolítani és meg kell semmisíteni. Minél hamarabb sikerül a fertőzött tőkék eltávolítása, annál hatékonyabb az eljárás, ugyanis ebben az esetben az amerikai szőlőkabóca (*S. titanus*) imágók nem tudnak fertőzött tőkéken táplálkozni, nem válnak fertőzőképessé és nem vesznek részt a betegség terjesztésében.

A fertőzött tőkék gyökerestül való eltávolítását lelkiismeretesen kell végezni, elkerülve bármely vadhajítás vagy az alanyból előtörő hajítás újbóli kinövését. Az alanyok tünetmentes hordozói a betegségnek, vagy is fertőződhetnek az FD fitoplazmával anélkül, hogy bármely tünetet mutatnának. Az újonnan előtörő hajításokat az ültetvényben és az ültetvényen kívül is el kell távolítani és meg kell semmisíteni.

Abban az esetben, ha a vegetáció alatt lehetetlen a munkaszervezés szempontjából a fertőzött tőkék gyors eltávolítása, akkor át lehet tenni a szüret utáni időszakra, de a tünetes tőke vagy csak a lombzat tüneteket mutató részének eltávolításáról mihamarabb gondoskodni kell, a tőkét pedig egyértelműen meg kell jelölni és fel kell címkézni a későbbi megsemmisítés érdekében. A betegség ültetvényen belüli elterjedési területe ez első tőkétől az utolsóig terjed, ez a magyarázat arra, hogy miért nem hagyható az ültetvényben tünetes szőlőtőke. A betegség gyakorisága nagyon gyorsan növekszik, ami annyit jelent, hogy a fertőzött tőkék aránya évente akár megtízszereződhet.

Ha a fertőzött tőkét az ültetvényekben hagyjuk, nagymértékben hozzájárulunk a következő években a fertőzés mértékének növekedéséhez.

Minden szőlőtermesztő a saját ültetvényében rendszeres felderítést végezhet átvizsgálva a szőlőtökéket és azonosítva a korai FD tüneteket. A fertőzött területen vagy azon kívül gazdálkodó szőlőtermesztők, tünetek felismerésére irányuló képzése rendkívül fontos, mert a termesző ültetvényei is fertőződhetnek, ebben az esetben pedig alapvető a fertőzött tőkék eltávolítása és megsemmisítése a lehető legrövidebb időn belül. Új fertőzés esetén, a helyi hatóságokat kell értesíteni, melyet követően az útmutatásuk szerint kötelező

eljárásokat kell alkalmazni az ültetvényekben. Kétség esetén kérhető a gyanús szőlőtőke laboratóriumi vizsgálata.

A FD fitoplazmával fertőzött területen a megsemmisítés érdekében a betegség kollektív és egyéni kezelése alapvető fontosságú, továbbá a szőlőtermesztők, a termelői csoportok és a hatóságok közötti jó kommunikáció elengedhetetlen a betegség elleni hatékony fellépés érdekében.

6. A FD fitoplazma és az őt terjesztő vektor kezelésére irányuló kutatások

A. A fajták érzékenysége

Annak érdekében, hogy javítsuk a FD fitoplazma elleni védekezések hatékonyságát, fontos tisztában lenni a különböző fajták eltérő érzékenységgel, tekintettel a fitoplazma mennyiségére (koncentrációjára) és terjedésére a növényekben. Néhány kutató (Boudon-Padieu, 1996; Jagoueix-Eveillard *et al.*, 2012) rávilágított, hogy a különböző szőlőfajták és alanyok sokszor eltérő érzékenységet mutatnak a FD fitoplazma fertőzésre. Néhány szőlőfajta több-kevesebb FD tünetet mutat, emellett az alanyok esetében előfordul, hogy vagy nagyon gyenge tünetek jelennek meg rajtuk vagy egyáltalán nem jelennek meg tünetek a fitoplazmával fertőzött növényeken. Például, a Cabernet Sauvignon (CS) fajta FD fitoplazma fertőzés esetén egyértelmű, nagyon látványos tüneteket produkál vagy is rendkívül érzékeny az aranyszínű sárgaság fitoplazmára. Ezzel szemben például a Merlot sokkal kevésbé érzékeny a FD fitoplazmára, gyengébb tüneteket mutat, mint a Cabernet Sauvignon (Jagoueix-Eveillard *et al.*, 2012). Továbbá ültetvényszinten, az aranyszínű sárgaság gyakorisága a Merlot fajtájú parcellákon alacsonyabb, mint a C. Sauvignon esetében. A növényeken belül, a Merlot fajtánál a tünetek súlyossága alacsonyabb, a fitoplazma terjedése a hancs edénynyalábjaiban korlátozott, összehasonlítva a C. Sauvignon fajtával. Az alanyok esetében, tanulmányok bizonyítják, hogy még ha egyes alanyok nem is mutatnak tüneteket, attól függetlenül magas bennük a fitoplazma koncentráció (Galletto *et al.*, 2014). Egy utóbbi tanulmány kiváló eredménye rávilágít arra, hogy minél kevesebb fajta mutatja a tüneteket, ezáltal minél kevesebb a fitoplazma áramlása és megsokszorozódása a növényekben, annál kevésbé terjed a betegség. Néhány alany toleráns a betegséggel szemben, nem mutatja a tüneteket, de magas fitoplazma koncentrációt hordoz magában, vagy is magas kockázatot jelent a betegség „láthatatlan” terjedésében (Malembic-Mayer, 2015).

B. A fitoplazmára és a gazdanövényekre irányuló kutatási irányvonalak

- *Vitis* fajok rezisztenciaforrásainak és a szőlő védelmi mechanizmusainak kutatása

Követve a kutatási eredményeket, ahhoz hogy mélyebben beleássuk magunkat a *Vitis* fajok érzékenységébe, meg kell határozni a rovar számára nem/kevésbé vonzó fajtákat és alanyokat vagy meg kell találni azokat a fajtákat, melyekben alacsonyabb a FD fitoplazma szaporodásának aránya. Ráadásul, további vizsgálatokat igényel egyrészt a rezisztencia mechanizmusának és genetikai alapjainak jellemzése a szőlőfajták javulása érdekében, másrészt a szőlőfajták védelmi mechanizmusának kiaknázása a természetes védelmi folyamatok stimulálásán keresztül.

- *Molekuláris inhibitorok*

A molekuláris inhibitorok kutatása jelenleg is folyamatban van, ezek az inhibitorok megakadályozzák a fitoplazma és a rovar sejtjei közötti kapcsolatot. Ebben az esetben a cél az, hogy megállítsák a fitoplazmát mielőtt az elérné a vektor rovar belső sejtjeit. Mikor egy rovar fertőzött szőlőtőkén táplálkozik, a fitoplazma bekerül a rovarba és megfertőzi azt keresztülhaladva számos szöveti akadályon keresztül. Ez a jelenség megköveteli a fitoplazma fehérjéi és a rovarsejtek közötti kölcsönhatás létrejöttét. A kutatók azon kísérleteznek, hogy megakadályozzák a kölcsönhatás kialakulását azáltal, hogy gátolják az átvitelért felelős fehérjét. Sajnos ez idáig nem sikerült eredményre jutniuk.

- *Légi felvételezések*

Az aranyszínű sárgaság tüneteinek korai felismerése alapvető a FD fitoplazma kezelésében. Ebből adódóan számos magán és állami vállalat igyekszik kifejleszteni olyan minőségi légi felvételek készítését drónok segítségével, melyeknek célja a FD fitoplazma elleni védekezés könnyítése. Az ezzel kapcsolatos kutatások folyamatban vannak, sajnos mostanáig nem áll rendelkezésre hatékony és elismert megoldás, melynek

segítségével a FD tünetei, drónok felhasználásával megkülönböztethető lenne egyéb betegségek által kiváltott tünetektől.

C. A vektor elleni védekezésre irányuló kutatási irányvonalak

- *A párzás gátlása*

Innovatív módszer lehet az amerikai szőlőkabóca (*S. titanus*) populációjának egyik évről a másikra történő fejlődésének megakadályozása a párzás gátlásával. A módszer lényege, hogy a hímek által kibocsátott jeleket zavarják meg, mely jelek a nőtények csalogatására szolgálnak, ezzel gátolva a szaporodásukat. A kifejlett egyedek vibrációs jelekkel kommunikálnak: a hímek ún. „hívás és repülés” viselkedést mutatnak, azaz levélről levélre repülve hívójeleket bocsátanak ki, amíg egy fogékony nőtényt nem találnak, majd udvarló jeleket bocsátanak ki, melyekre a nőtények válaszjeleket küldenek (Mazzoni et al., 2009). Egy szerkezet (elektromágneses rázógépj) vibrációs jeleket közvetít egy tartóhuzalon keresztül, a zavaró vibrációs jelek visszaverődése pedig csökkenti a hívójelek kibocsátásának mértékét a hímeknél, így megakadályozza a hím-nőtény párok létrejöttét, következésképpen jelentősen csökkenti a párzások számát (Mazzoni et al., 2009), csökkentve egyik évről a másikra a populáció egyedszámát. Ez a módszer hatékony lehet a hosszú távú kezelés megkönnyítésében, helyi szinten magas populációs egyedszám esetén.

- *Biológiai védekezés*

Korábban vizsgálták a *S. titanus* elleni biológiai védekezést parazitoidok felhasználásával, néhány *Pipunculidae*, *Anteoninae* és *Gonatopodinae* fajokkal, de gyakorlatban nagyméretű ültetvények esetén kivitelezhetetlennek tűnik, még akkor is, ha a felsorolt fajok közül néhány önmagában is képes parazitálni az amerikai szőlőkabócát. Biológiai védekezésként vizsgálták különböző baktériumok felhasználását is a kabóca vektor szaporodásának megzavarására vagy a vektorok fitoplazma átvitelének megakadályozására (Chuche et al., 2017; Gonella, 2012; Marzorati, 2006).

A felsorolt stratégiák értékelés alatt állnak és úgy kell tekinteni rájuk, mint az aktuális FD elleni stratégia kiegészítő eljárásai nem, mint helyettesítői.

7. Következtetések

A többi szőlő betegséggel szemben, az arany színű sárgaság kezelését be kell illeszteni a kollektív védekezési stratégiába, melynek során minden termelő a lehető leghatékonyabb eszközöket alkalmazza összhangban a törvényi szabályozással. A FD fitoplazma elleni védekezés hatékonysága nagyban függ a védekezésben részt vevők együttműködésétől. Védekezési eljárások alkalmazása nélkül, a betegség nagyon gyorsan terjed, megfertőzve az ültetvény egészét akár néhány év leforgása alatt. Az arany színű sárgaság elleni jó védekezési stratégia több módszer együttes alkalmazásán alapszik mind a vektor, az amerikai szőlőkabóca, mind a betegség ellen, ha egyszer megfertőződött a szőlőtőke a fitoplazmával.

Irodalomjegyzék

Arnaud G., Malembic-Maher S, Salar P, Bonnet P, Maixner M, Marcone C, Boudon-Padieu E, Foissac X (2007) Multilocus sequence typing confirms the close genetic interrelatedness of three distinct flavescence dorée phytoplasma strain clusters and group 16SrV phytoplasmas infecting grapevine and alder in Europe. *Appl Environ Microbiol* 73:4001–4010.

Bertin S, Guglielmino CR, Karam N, Gomulski LM, Malacrida AR, Gasperi G (2007) Diffusion of the Nearctic leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball in Europe: a consequence of human trading activity. *Genetica* 131:275–285.

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

Caudwell A (1957) Deux années d'études sur la Flavescence dorée, nouvelle maladie grave de la vigne. *Ann Amélior Plant* 4:359–393

- Caudwell A (1964) Identification d'une nouvelle maladie à virus de la vigne, la "Flavescence dorée". Etude des phénomènes de localisation des symptômes et de rétablissement. *Ann Epiphyt* 15(Hors Série 1), 193 pp
- Caudwell A., Larrue J., Boudon-Padieu E., McLean G.D., 1997. Flavescence Dorée elimination from dormant wood of grapevines by hot-water treatment. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 3 (1), 21-25.
- Chuche J, Thiéry D (2012) Egg incubation temperature differently affects female and male hatching dynamics and larval fitness in a leafhopper. *Ecol Evol* 2:732–739.
- Chuche J., Thiéry D., 2015. Biology and ecology of the Flavescence Dorée vector *Scaphoideus titanus* : a review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2014, 34 (2), pp.381-403
- Chuche J., Auricau-Bouvery N., Danet J.L., Thiéry D., 2017. Use the insiders: could insect facultative symbionts control vector-borne plant diseases? *JL. et al. J Pest Sci* (2017) 90: 51.
- Filippin L, Jovi J, Cvrkovi T, Forte V, Clair D, Tosevski I, Boudon-Padieu E, Borgo M, Angelini E (2009) Molecular characteristics of phytoplasmas associated with Flavescence dorée in clematis and grapevine and preliminary results on the role of *Dictyophara europaea* as a vector. *Plant Pathol* 58:826–837
- Galetto L., Miliordos D., Roggia C., Rashidi M., Sacco D., Marzachi C., et al. (2014). Acquisition capability of the grapevine Flavescence dorée by the leafhopper vector *Scaphoideus titanus* Ball correlates with phytoplasma titre in the source plant. *J. Pest Sci.* 87 671–679.
- Gonella E., Crotti E., Rizzi A., Mandriolli M., Favia G., Daffonchio D., Alma A., 2012. Horizontal transmission of the symbiotic bacterium *Asaia* sp. in the leafhopper *Scaphoideus titanus* Ball, *BMC Microbiology*, January 2012.
- Jagoueix-Eveillard, S., Labroussaa, F., Salar, P., Danet, J.-L., Hevin, C., Perrin, M., Masson, J., Foissac, X., Malembic-Maher, S. (Auteur de correspondance) (2012). Looking for resistance to the Flavescence dorée disease among *Vitis vinifera* cultivars and other *Vitis* species. Presented at 17. Congress of the International Council for the study of Virus and virus-like Diseases of the Grapevine, Davis, USA (2012-10-07 - 2012-10-14).
- Lessio F., Tota F. and Alma A., 2014. Tracking the dispersion of *Scaphoideus titanus* Ball (Hemiptera: Cicadellidae) from wild to cultivated grapevine: use of a novel mark–capture technique. Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, University of Torino, Italy, *Bulletin of Entomological Research*, 2014 Aug;104(4):432-43
- Maixner M, Pearson RC, Boudon-Padieu E, Caudwell A (1993) *Scaphoideus titanus*, a possible vector of Grapevine Yellows in New York. *Plant Dis* 77:408–413.
- Maixner M, Reinert W, Darimont H (2000) Transmission of grapevine yellows by *Oncopsis alni* (Schrank) (Auchenorrhyncha : Macropsinae). *Vitis* 39:83–84
- Maixner M., 2005. Risks posed by the spread and dissemination of grapevine pathogens and their vectors. Plant protection and plant health in Europe : introduction and spread of invasive species, Symposium proceedings, No 81. The British Crop Production Council, Alton, Hampshire, UK, pp 141-146.
- Malembic-Maher et al., 2009. Ecology and taxonomy of Flavescence Dorée phytoplasmas : the contribution of genetic diversity studies. *PAV*, p132.
- Malembic-Maher S., 2015. Flavescence Dorée de la vigne: recherches menées à l'INRA et pistes pour le future. Oral communication of the congress "Rencontres Rhodaniennes" April 2015.
- 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 PA, 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 Environmental Microbiology* 72:1467–1475.
- Mazzoni et. al, 2009. Disruption of the reproductive behaviour of *Scaphoideus titanus* by playback of vibrational signals. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Volume 1 33, Issue 2, Pages 174–185.
- Morone C, Boveri M, Giosue S, Gotta P, Rossi V, Scapin I, Marzachi C (2007) Epidemiology of flavescence dorée in vineyards in northwestern Italy. *Phytopathology* 97:1422–1427.
- Papura D, Delmotte F, Giresse X, Salar P, Danet JL, van Helden M, Foissac X, Malembic-Maher S (2009) Comparing the spatial genetic structures of the Flavescence dorée phytoplasma and its leafhopper vector *Scaphoideus titanus*. *Infect Genet Evol* 9:867–876.
- Pavan F, Villani A, Fornasier F, Girolami V (1997) Ruolo del vivaismo nella diffusione della flavescenza dorata. *Inf Agrar* 53:69–71

Posenato G, Mori N, Bressan A, Girolami V, Sancassani GP (2001) *Scaphoideus titanus*, vettore della flavescenza dorata: conoscerlo per combatterlo. *Inf Agrar* 57:91–93

Schvester D (1962) Sur les causes de la propagation en Armagnac et en Chalosse de la Flavescence dorée de la vigne. *Rev Zool Agr* 10–12: 132–135

Steffek R, Reisenzein H, Zeisner N (2007) Analysis of the pest risk from Grapevine flavescence dorée phytoplasma to Austrian viticulture. *EPPO Bull* 37:191–203.

SUDVINBIO, 2013. Caractérisation des conditions d'efficacité du pyrèthre naturel pour lutter contre la cicadelle de la flavescence dorée en viticulture biologique – Résultats de 2013, 7p.