

## Symptoms and management of grapevine trunk diseases

### Simptomi i mjere suzbijanja bolesti drva vinove loze

Kristina GROZIĆ (✉), Marijan BUBOLA, Danijela POLJUHA

Institute of Agriculture and Tourism, Karla Huguesa 8, 52440 Poreč, Croatia

✉ Corresponding author: [grozic@iptpo.hr](mailto:grozic@iptpo.hr)

#### ABSTRACT

Grapevine trunk diseases (GTD) are the most complex fungal diseases known on grapevine, and according to current knowledge they are caused by more than 130 species of fungi from different taxonomic classification. Their development in the perennial wood leads to the deterioration of grapevine productivity and yield. These diseases reduce vineyard longevity in lack of an addressed disease management. Numerous studies on GTD, conducted over the last few years, have extended the knowledge on their epidemiology and allowed further investigation of their management. After the development of fungal infections in the perennial wood, a unique and sufficiently efficient approach for GTD control is still unavailable. Accordingly, preventive measures represent the only known approach for GTD control. Preventive management should be applied in the nursery during the production of planting material and continued throughout the whole vineyard lifecycle. In cases when GTD develop to a greater extent, there is a possibility to apply measures that may lower their incidence and severity, such as trunk renewal or trunk cleaning (vine surgery). This paper gives an overview of symptoms of the most common GTD, with an emphasis on currently available measures of preventive control that reduce their spread and development, which may extend the lifespan and productivity of vineyards.

**Keywords:** botryosphaeria dieback, esca, eutypa dieback, grapevine trunk diseases, management

#### SAŽETAK

Bolesti drva vinove loze su trenutno najkompleksnije gljivične bolesti vinove loze, a prema dosadašnjim saznanjima uzrokuje ih više od 130 patogenih vrsta gljiva različite taksonomske pripadnosti. Razvoj ovih patogena u višegodišnjem drvu vinove loze dovodi do smanjenja produktivnosti trsova i kvalitete grožđa. Ove bolesti doprinose smanjenju životnog vijeka vinograda u slučajevima kada izostaje usmjerena zaštita u vinogradu. Mnogobrojna istraživanja koja se provode posljednjih godina na temu bolesti drva vinove loze proširila su saznanja o epidemiologiji ovih bolesti i omogućila daljnje istraživanje njihovog suzbijanja. Još uvijek ne postoji jedinstven i dovoljno učinkovit pristup suzbijanju bolesti drva nakon što se infekcija razvije u višegodišnjem drvu. Sukladno navedenome, preventivna zaštita je zasad jedina učinkovita mjera smanjenja razvoja uzročnika bolesti drva. Preventivnu bi zaštitu trebalo započeti provoditi u rasadniku tijekom proizvodnje loznog sadnog materijala i nastaviti tijekom cijelog životnog ciklusa vinograda. U slučajevima kada se bolesti drva razvijaju u većoj mjeri moguće je provesti mjere koje umanjuju njihovu učestalost i intenzitet, poput obnove trsova i mehaničkog uklanjanja simptomatičnog drva. U ovom su radu prikazani simptomi najzastupljenijih bolesti drva vinove loze, kao i pregled trenutno raspoloživih mjera preventivne zaštite i mjera koje umanjuju njihovo širenje i razvoj, a čijom se provedbom može produljiti životni vijek i produktivnost vinograda.

**Ključne riječi:** bolesti drva vinove loze, botriosferijsko sušenje, eska, eutipoza, suzbijanje

## DETAILED ABSTRACT

Grapevine trunk diseases (GTD) is a concept that summarizes several fungal grapevine diseases whose causal agents infect grapevine perennial wood, leading to development of significant symptoms on wood, leaves and berries. A correct and uniform definition of the complete concept of GTD is of fundamental importance for implementation of objective and comparable studies, while misinterpretation of GTD causal agents and symptoms may lead to inaccurate conclusions and partial or incorrect disease management strategies. According to the *International Council on Grapevine Trunk Diseases* (ICGTD) the concept of GTD summarizes the next diseases: botryosphaeria dieback, black foot, esca, eutypa dieback, Petri disease, phomopsis dieback; while other authors state that the most predominant GTD worldwide are botryosphaeria dieback, esca and eutypa dieback (Figures 1-5).

Progression of GTD fungi in the perennial wood induces development of different internal symptoms that are more or less specific for each GTD, but even if the pathogen is present in the perennial wood, leaf and berry symptoms may be completely absent or discontinued from year to year. Leaf symptoms are mainly mild (chronic) with slow and perennial development, but a severe (apoplectic) expression of symptoms with sudden grapevine dieback is also observed.

Currently, there is no specific method known that is conclusively efficient in GTD management, and for that reason there is a constant need to implement a combination of more different measures that reduce the negative impact of these diseases. There are several aspects that may be involved in the need for a multi-strategy disease management, such as incomplete information on: disease epidemiology, impact of contemporary presence of numerous GTD fungal species on grapevine, impact of variable soil and weather conditions, symptoms development, etc. In order to reduce the negative impact of these diseases, control measures are applied prior disease development and continued after appearance of first symptoms.

Disease management could be considered even prior or during vineyard plantation, since selection of grapevine scion and cultivar, planting material quality and different soil preparation approaches may decrease GTD development in the future. Primary infections with GTD fungi are developed through pruning wounds (Figure 7), and for this reason protection of pruning wounds needs to be implemented already in the first year after vineyard plantation. Colonization of pruning wounds decreases from initial 75% to 10% only 12 weeks after pruning, during this interval it is significant to apply a wound protectant in order to minimize new infections. Other than wound protection, there is a possibility to implement different approaches of pruning, such as double pruning and late pruning or prefer training systems that may decrease new infections and expansion of fungi in the perennial wood, like Single Guyot and Guyot-Poussard (Figure 7).

After substantial fungal progression in the perennial wood, which leads to symptoms development on leaves and berries, more significant economic losses may be observed. There are different measures that reduce the negative disease impact, even when the pathogen remains in the perennial wood of grapevine. Measures like grapevine trunk renewal, timely trunk renewal, re-grafting, grapevine trunk cleaning (vine surgery) or foliar application of a combination of nutrients and sea weed extracts are often taken into consideration (Figures 8, 9). Results of those measures are different and variable, their long-term impact and cost effectiveness in some circumstances still need to be more accurately evaluated.

## UVOD

Bolesti drva vinove loze uzrokuju fitopatogene gljive taksonomski različite pripadnosti, čija aktivnost dovodi do razvoja nekroza i degradacije višegodišnjeg drva, kao i razvoja folijarnih simptoma (Bertsch i sur., 2013). Prema International Council on Grapevine Trunk Diseases (ICGTD) u kompleks bolesti drva ubraja se nekoliko bolesti: botriosferijsko sušenje vinove loze,

crna noga vinove loze, eska, eutipoza, Petrijeva bolest i crna pjegavost vinove loze. Ovaj rad pružat će prikaz mjera suzbijanja najučestalijih bolesti drva vinove loze, zastupljenih u vinogradima starijim od sedam godina, u koje ubrajamo esku, botriosferijsko sušenje vinove loze i eutipozu (rezolucija OIV-a VITI 2/2006, International Organisation of Vine and Wine, 2006; Bertsch i sur., 2013; Mondello i sur., 2018).

Uzročnici bolesti drva nastanjuju provodno staničje i time negativno utječu na njegovu funkcionalnost (Edwards i sur., 2007). Pretpostavlja se da prijenos fitotoksina iz drvenastih u zeljaste dijelove trsa utječe na razvoj tipičnih folijarnih simptoma (Andolfi i sur., 2011) koji nastaju kao posljedica promjena u procesu fotosinteze i fiziologiji ugljikohidrata (Petit i sur., 2006). Promjene u fiziologiji vinove loze nastupaju uslijed utjecaja gljiva na metabolizam flavonoida, što uzrokuje sporije dozrijevanje i manji sadržaj fenola grožđa (Lorrain i sur., 2012). Ekonomske štete od zamjene trsova, uslijed zaraze uzročnicima bolesti drva, procjenjuju se na 1,5 milijardi dolara godišnje na svjetskoj razini (Hofstetter i sur., 2012). Nedavna istraživanja na području Kalifornije ukazuju da izostanak suzbijanja eutipoze može dovesti do gubitka od 6500 dolara po hektaru (Sipiora i Cuellar, 2014), a procjenjuje se da razvoj ovih bolesti na području Francuske dovodi do godišnjih gubitaka od oko milijarde dolara (Lorch, 2014). Nadalje, prema rezultatima pojedinih istraživanja na području Italije (regija Toskana) eska je zastupljena u više od 50% vinograda s učestalošću od 20-30% (Cortesi i sur., 2000) odnosno s učestalošću većom od 80% na južnom dijelu Italije (Romanazzi i sur., 2009).

Provedba mjera koje doprinose produljenju životnog vijeka vinograda može značajno smanjiti gubitke od bolesti drva i nadoknaditi početna ulaganja, unatoč povećanju godišnjih troškova održavanja vinograda za 5% (Sipiora i Cuellar, 2014). U istraživanju koje su proveli Gramaje i sur. (2016) navodi se da su učestalost i intenzitet razvoja bolesti drva u proizvodnom vinogradu povezani s klimatskim čimbenicima, sadnim materijalom nezadovoljavajuće kvalitete, povećanjem opterećenja trsa zbog postizanja većeg prinosa, ograničenom učinkovitošću fungicida i nedovoljno učinkovitom zaštitom rana nastalih zimskom rezidbom. Pretpostavlja se da je raširenost eske na području Europe porasla nakon zabrane primjene fungicida koji sadrže djelatnu tvar natrijev arsenit, koji ima neposrednu učinkovitost na njezine uzročnike (Surico i sur., 2004; Bertsch i sur., 2013), a zabranom fungicida koji sadrže djelatne tvari iz kemijskih skupina benzimidazola (benomil i karbendazim) i inhibitora biosinteze sterola (ciprokonazol i flusilazol)

na području Europe, ali i šire, umanjena je učinkovitost suzbijanja uzročnika eutipoze i botrosferijskog sušenja (Pitt i sur., 2012; Mondello i sur., 2018).

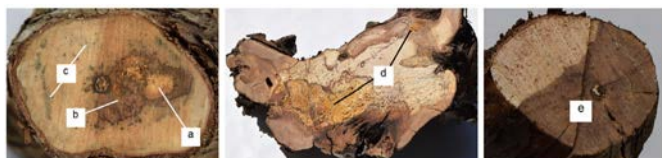
Unatoč mnogobrojnim istraživanjima, trenutno nije poznata niti jedna dovoljno učinkovita kurativna mjera suzbijanja bolesti drva koju bi proizvođači mogli primijeniti u proizvodnim vinogradima nakon razvoja simptoma bolesti. Sukladno navedenom, suzbijanje bolesti drva se trenutno temelji prvenstveno na preventivnim mjerama zaštite koje ograničavaju razvoj novih infekcija ili mjerama koje doprinose smanjenju učestalosti i intenziteta razvoja simptoma bolesti drva u proizvodnom nasadu nakon razvoja prvih simptoma. Pravovremena primjena preventivnih mjera ključna je u zaštiti nasada od bolesti drva, a prema Braumgartner i sur. (2015) suzbijanje je potrebno započeti prije pojave simptoma ili kod vrlo niske učestalosti bolesti, a provedba preventivnih mjera zaštite u rasadniku može ograničiti njihovo daljnje širenje u mlade nasade (Gramaje i sur., 2018). Bertsch i sur. (2013) navode da primjena samo jedne strategije suzbijanja nije dostatna, već je potrebna kombinacija više njih kako bi se postigla zadovoljavajuća učinkovitost.

#### **Primarni simptomi uzrokovani bolestima drva**

Bolesti drva vinove loze u prvom redu pričinjavaju štetu na višegodišnjim organima trsa, uzrokujući njihovo postupno propadanje. Folijarni simptomi ovih bolesti mogu se razviti u dva različita oblika: kroničnom (tijek razvoja simptoma je sporiji, simptomi se razvijaju akropetalno) i apoplektičnom (tijek razvoja simptoma je kratkoročan i iznenadan, simptomi se razvijaju bazipetalno) (Surico i sur., 2006; Bertsch i sur., 2013). Apoplektični oblik se najčešće povezuje s eskom i botrosferijskim sušenjem vinove loze (Mugnai i sur., 1999; Larignon i sur., 2001; Letousey i sur., 2010; Fontaine i sur., 2016), a pojavljuje se u periodu kada istovremeno nastupe visoke ljetne temperature, uz veću dostupnost vode u tlu (Surico i sur., 2006).

Na poprečnom prerezu debla vinove loze vidljivi su i unutarnji simptomi, koji se razvijaju na višegodišnjem drvu kao posljedica aktivnosti patogena ove skupine bolesti. Intenzitet razvoja folijarnih simptoma uglavnom

nije povezan s razvojem unutarnjih simptoma, odnosno, iako je intenzitet unutarnjih simptoma značajan, simptomi na listu mogu u potpunosti izostati (Surico, 2001; Calzarano i Di Marco, 2007). Bolesti drva uzrokuju pojavu nekroze i degradacije višegodišnjeg drva, začepljujući ili degradirajući provodno staničje i stvarajući rak rane. Oblici nekroze mogu biti različiti, a njihov prikaz prema kategorizaciji Kuntzman i sur. (2010) prikazan je na Slici 1.



**Figure 1.** Grapevine trunk disease symptoms on trunk cross section: central soft necrosis surrounded with a darker necrosis (a), central dark (hard) necrosis (b), dark punctuations in healthy wood tissue (c), sectorial soft necrosis (d), sectorial dark (hard) necrosis (e) (author: K. Grozić)

**Slika 1.** Unutarnji simptomi bolesti drva vinove loze: centralna trulež svjetlijeg obojenja, okružena tamnijom nekrozom i mekana na dodir (razgrađeno drvo) (a), centralna nekroza tamnijeg obojenja (drvo nije razgrađeno) (b), crne difuzne točke u zdravom tkivu (c), rubna svijetlo-smeđa trulež (razgrađeno drvo) (d), rubna nekroza u obliku klina (e) (snimila: K. Grozić)

### Bolesti drva mladih vinograda

Petrijeva bolest i crna noga vinove loze javljaju se u mladim vinogradima (Slika 2) te se smatraju dvjema najčešćim bolestima drva u nasadima do pet godina starosti (Gramaje i sur., 2018). Značajne štete od navedenih bolesti zabilježene su u mladim nasadima diljem Europe (Gramaje i Armengol, 2011), dok su na području Hrvatske dosad zabilježene značajne štete samo od Petrijeve bolesti (Ivić, 2009).

Uzročnici crne noge vinove loze pripadaju rodovima *Campylocarpon* Halleen, Schroers & Crous, *Cylindrocladiella* Boesew, *Dactylonectria* L. Lombard & Crous, *Ilyonectria* P. Chaverri & Salgado, *Neonectria* Wollenw. i *Thelonectria* P. Chaverri & Salgado (Gramaje i sur., 2018; Martinez-Diz i sur., 2018). Uzročnici Petrijeve bolesti vinove loze pripadaju rodovima *Cadophora* Lagerb. & Melin, *Phaeoacremonium* W. Gams, Crous & M. J. Wingf, *Phaeomoniella* Crous & W. Gams, *Pleurostoma* Tul. & C. Tul. (Scheck i sur., 1998; Crous i Gams, 2000; Gramaje i sur., 2018; Pintos Varela i sur., 2016).

Simptomi ovih dviju bolesti vidljivi su u obliku kržljavog porasta cijepova, skraćenih internodija, klorotičnih listova s nekrotičnim marginama, uvenutosti listova ili cijelih mladica (Gramaje i sur., 2018). Međutim, Ivić (2009) navodi da specifični simptomi Petrijeve bolesti mogu u potpunosti izostati te je tada vidljivo samo potpuno sušenje trsova koje može biti posljedica različitih abiotičkih čimbenika.



**Figure 2.** Internal symptoms of grapevine trunk disease on planting material of cv. Istrian Malvasia (author: K. Grozić)

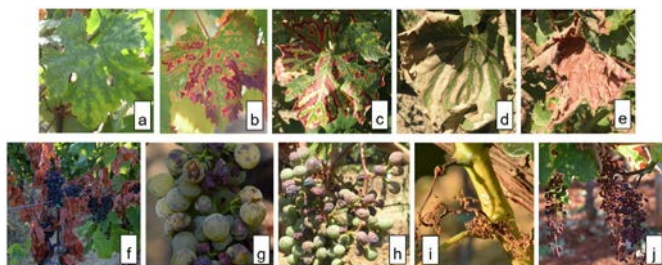
**Slika 2.** Unutarnji simptomi bolesti drva vinove loze na cijepovima sorte Malvasija istarska (snimila: K. Grozić)

### Eska

Eska je u literaturi opisivana različitim nazivima, a u nas je najčešći „apoplektično venuće“ ili „kap“ (Cvjetković, 2010). Međutim, novija istraživanja ukazuju na pojavu apoplektičnog oblika ne samo kod eske nego i kod drugih bolesti drva te je nazivlje ove bolesti, kao i daljnja podjela eske na dodatne sindrome odnosno oblike (Petrijeva bolest, mladenačka eska, klasična eska) (Graniti i sur., 2000; Surico, 2009; Bertsch i sur., 2013; Ivić i sur., 2017) u ovom radu prilagođena novijim saznanjima. Upravo iz navedenih razloga za ovu bolest koristimo naziv eska, a naziv apopleksija koristimo kao jedan od oblika u kojima se mogu pojaviti i ostale bolesti drva vinove loze.

Eska je bolest koju čini nekoliko sindroma, a čijoj etiološkoj kompleksnosti doprinose mnogobrojne fitopatogene gljive, od kojih su najučestalije *Phaeomoniella chlamydospora* (W. Gams, Crous, M. J. Wingf. & Mugnai) Crous & W. Gams, *Phaeoacremonium minimum* (Tul. & C. Tul.) Gramaje, L. Mostert & Crous, uzročnici nekroze višegodišnjeg drva i folijarnih simptoma te vrsta *Fomitiporia mediterranea* M. Fisch., koja ligninolitičkom aktivnošću uzrokuje bijelu trulež drvenastog tkiva, ali ne dovodi do pojave folijarnih simptoma (Graniti i sur., 2000; Surico i sur., 2006).

Eska može imati kako kronični, tako i apoplektični oblik. Kronični oblik eske (mladenačka eska, klasična eska) karakterizira pojava kloroza u međužilnom ili rubnom području lista, prvo u točkastom obliku, koji se s vremenom širi uzduž međužilnog područja i najčešće poprima oblik "tigrovih šara" (Mugnai i sur., 1999; Letousey i sur., 2010) (Slika 3). Kloroza (žutilo, crvenilo) je okružena zelenim tkivom lista, a s vremenom nekrotizira. Grozdovi mogu nekrotizirati, pritom uzrokujući gubitke u prinosu, a ponekad kod kroničnog oblika mogu biti normalno razvijeni, ali slabije dozreli (Lorrain i sur., 2012). Nekroza grozda najčešće nastupa nakon fenofaze šare na pojedinim grozdovima na trsu, ali može se razviti i prije početka fenofaze cvatnje (Bertsch i sur., 2013). Kod pojedinih sorata grozdovi ne nekrotiziraju, ali se na bobicama grozda razvijaju mnogobrojne smeđe do crne pjege (eng. *black measles*) ili grozdovi ne dozrijevaju u potpunosti, a bobice često ostaju zelene boje i smežuraju se (Mugnai i sur., 1999) (Slika 3). Apoplektični oblik eske karakterizira brzo sušenje i odumiranje jednog dijela ili čitavog trsa (Slika 3), a na apoplektičnim trsovima grozdovi i listovi su potpuno nekrotizirani (Mugnai i sur., 1999).



**Figure 3.** Esca complex symptoms: gradual development of leaf chlorosis and tiger stripes symptom on cv. Cabernet Sauvignon (a, c) and Teran (b), development of the apoplectic form on cv. Cabernet Sauvignon (d, e) and Syrah (f), black measles on cv. Istrian Malvasia (g), berry shrivel on cv. Cabernet Sauvignon (h), bunch necrosis after fruit set (i) and veraison (j) on cv. Cabernet Sauvignon (author: K. Grozić)

**Slika 3.** Simptomi eske: postepeni razvoj kloroze lista i simptoma "tigrove šare" na sorti Cabernet Sauvignon (a, c) i Teran (b), postepeni razvoj apoplektičnog oblika na sorti Cabernet Sauvignon (d, e) i Syrah (f), smeđo-crne pjege na bobicama sorte Malvazija istarska (g), smežurane bobice grozda na sorti Cabernet Sauvignon (h), nekroza grozda neposredno nakon zametanja bobica (i) i fenofaze šare (j) na sorti Cabernet Sauvignon (snimila: K. Grozić)

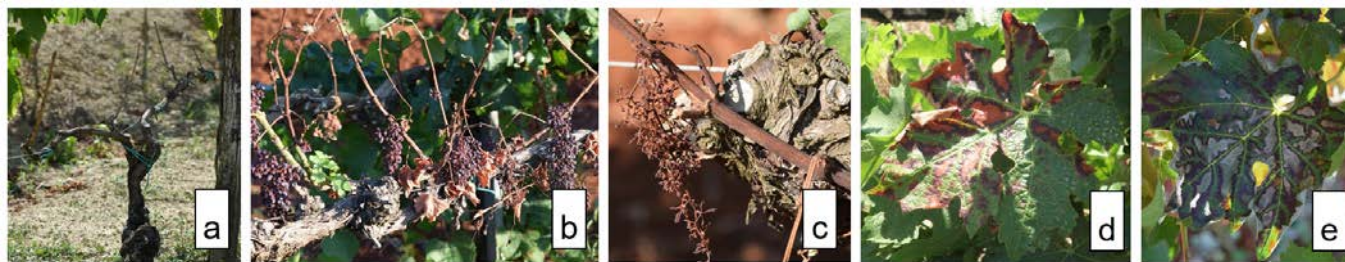
### Botriosferijsko sušenje

Botriosferijsko sušenje je bolest koja se dugo vremena poistovjećivala s eskom i čiji opis simptoma zbog vrlo

velike sličnosti s eskom i dalje izaziva kontroverze (Bertsch i sur., 2013). Tek su nedavno na području Hrvatske provedena ciljana istraživanja ove bolesti (Cvjetković, 2010; Kaliterna i sur., 2011). Uzročnici su gljive porodice Botryosphaeriaceae, od kojih su najučestalije vrste *Diplodia seriata* De Not., *Neofusicoccum parvum* (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & A. J. L. Phillips, *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not. i *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.

Botriosferijsko sušenje može se manifestirati u kroničnom i apoplektičnom obliku. Ova se bolest najčešće razvija u vinogradima starijim od osam godina, iako se može pojaviti i u mladim vinogradima. Kronični se oblik manifestira izostankom razvoja mladica iz zimskih pupova, smanjenjem bujnosti i kržljivim porastom u proljeće te postepenim propadanjem dijelova trsa, dok se konačno ne osuši čitav trs (Larignon i sur., 2001; Luque i sur., 2009). Kod kroničnog oblika folijarni simptomi se pojavljuju ranije (krajem svibnja) u odnosu na esku (krajem lipnja), u obliku klorotičnih mrlja između rubnog dijela lista i međužilnog područja, koje poprima žuto-narančastu boju kod bijelih sorata, odnosno tamnije crvenu boju kod crnih sorata, nakon čega to područje vrlo često nekrotizira (Slika 4) (Larignon i Dubos, 2001; Larignon i sur., 2001; Niekerk i sur., 2006; Luque i sur., 2009). Prema Larignon i sur. (2001) primarne razlike u folijarnim simptomima između eske i botriosferijskog sušenja obuhvaćaju raniju pojavu simptoma kod botriosferijskog sušenja (krajem svibnja) u odnosu na esku (krajem lipnja) te kod botriosferijskog sušenja izostaje razvoj žutih mrlja kod bijelih sorata i razvoj crvene kloroze tamnijeg obojenja kod crnih sorata.

Botriosferijsko sušenje može uzrokovati kržljiv razvoj čitavog trsa još u rano proljeće, iako je ovaj simptom rjeđe zabilježen (Úrbez-Torres i sur., 2013). Slično kao i kod eske, grozdovi mogu nekrotizirati, ponekad kod kroničnog oblika grozdovi se mogu razviti, ali slabije dozreti (Larignon i sur., 2001), a u pojedinim vinogradarskim regijama vrste porodice Botryosphaeriaceae uzrokuju i trulež grozda (Niekerk i sur., 2006). Za razliku od eske, na bobicama grozda ne razvijaju se smeđe do crne pjege. Apoplektični oblik je karakteriziran brzim sušenjem mladica i nekrozom grozdova.



**Figure 4.** *Botryosphaeria dieback* symptoms: lack of shoot development during spring from winter buds (a), vine apoplexy (b), bunch necrosis (c), leaf symptoms on red varieties (d, e) (author: K. Grozić)

**Slika 4.** Simptomi botriosferijskog sušenja: izostanak razvoja mladica iz zimskih pupova u proljeće (a), apopleksija cijelog trsa (b), nekroza grozda (c), simptomi na listu kod crnih sorata (d, e) (snimila: K. Grozić)

### Eutipiza

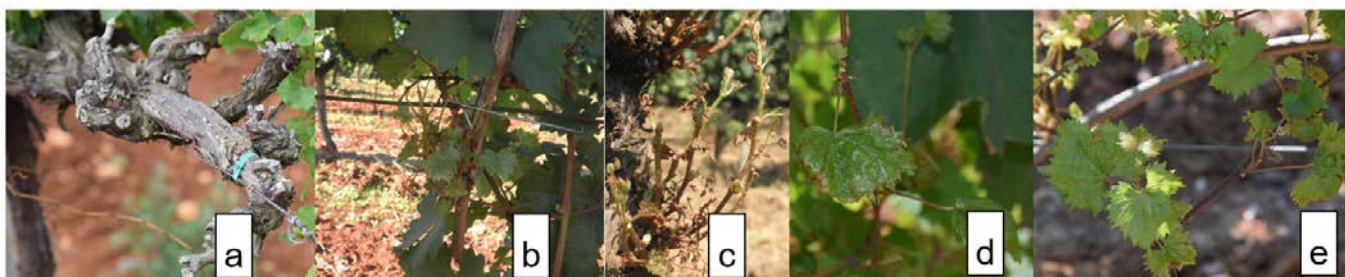
Eutipiza (sušenje krakova vinove loze) je dugo poznata bolest vinove loze čijim se primarnim uzročnikom smatra vrsta *Eutypa lata* (Pers.) Tul. & C. Tul. (Kasimatis i Moller, 1978). Tipični simptomi ove bolesti su skraćeni internodiji i kržljave mladice, koje je najlakše uočiti u rano proljeće, pri čemu su listovi deformirani, klorotični, s rubnom nekrozom i značajno manjih dimenzija (Guérin-Dubrana i sur., 2013) (Slika 5). Moguće je uočiti i dijelove krakova vinove loze na kojima se nisu razvile mladice iz zimskih pupova. U početnim fazama razvoja bolesti najčešće se ne razvijaju mladice iz zimskih pupova koji se nalaze na vršnom dijelu kraka, a tijekom godina, kako patogen napreduje u višegodišnjem drvu, broj zimskih pupova koji se nije razvio postepeno raste dok se naposljetku ne osuši cijeli krak (Gubler i sur., 2013). Razvitak grozdova može vrlo često u potpunosti izostati ili su grozdovi značajno manji u odnosu na prosjek (Fallot i sur., 1997). Razvijeni grozdovi obično usporeno dozrijevaju pa je osim prinosa smanjena i kvaliteta grožđa (Gubler i sur., 2013).

### Crna pjegavost vinove loze

Crna pjegavost je vrlo učestala i dugo poznata bolest vinove loze (Kišpatić, 1973; Cvjetković, 2010). Detaljnija istraživanja etiologije i međudnosa uzročnika ove bolesti s bolestima drva na području Hrvatske provedena su tek nedavno (Kaliterna i sur., 2009; Kaliterna i sur., 2012). Ova se bolest u literaturi pogrešno naziva i eskorioza (Kaliterna i sur., 2009).

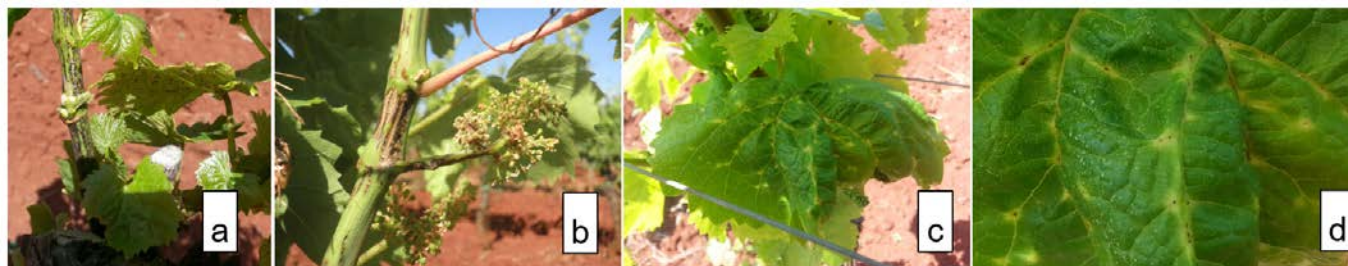
Kaliterna i sur. (2012) navode da crnu pjegavost, odnosno *P. viticola* kompleks, čini nekoliko vrsta fitopatogenih gljiva koje pripadaju rodovima *Diaporthe* Nitschke i *Phomopsis* Sacc. & Roum. Suzbijanje ove bolesti do nedavno je bilo usmjereno na vrstu *Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc., međutim, novija istraživanja utvrdila su važnost i ostalih vrsta *Diaporthe* i *Phomopsis* u epidemiologiji bolesti drva vinove loze (Úbez-Torres i sur., 2013).

Simptomi crne pjegavosti javljaju se na svim zeljastim dijelovima trsa (Slika 6).



**Figure 5.** *Eutypa dieback* symptoms: spur death (a), stunted shoots with shortened internodes (b, c), leaf deformation and marginal necrosis (d, e) (author: K. Grozić)

**Slika 5.** Simptomi eutipoze: sušenje reznika (a), skraćeni internodiji i kržljav porast mladica (b, c), deformacija i rubna nekroza lista (d, e) (snimila: K. Grozić)



**Figure 6.** Phomopsis cane and leaf spot: dark necrotic irregular-shaped lesions on shoots (a, b), small chlorotic spots with necrotic center on leaves (c, d) on cv. Istrian Malvasia (author: K. Grozić)

**Slika 6.** Simptomi crne pjegavosti: tamne nekrotične lezije nepravilnog oblika (a, b), klorotične mrlje s nekrotičnim središtem (c, d) na sorti Malvazija istarska (snimila: K. Grozić)

Na listu se razvijaju sitne klorotične mrlje s nekrotičnim središtem, na mladica se razvijaju tamne nekrotične lezije nepravilnog oblika, u proljeće se ne razvijaju pupovi na reznicama, na grozdu bobice nekrotiziraju i posmeđe te smežuraju neposredno pred berbu (Hewitt i sur., 1988). Iako su etiologija, epidemiologija i suzbijanje crne pjegavosti detaljno istraženi (Úbez-Torres i sur., 2013), uloga navedenih patogenih vrsta u kompleksu bolesti drva i njihovo suzbijanje još nije u potpunosti utvrđena.

#### **Preventivne mjere koje se mogu primjenjivati u rasadniku i kod podizanja vinograda s ciljem smanjenja razvoja bolesti drva**

Budući da trenutno nije poznata jedinstvena i dovoljno učinkovita mjera suzbijanja ovih bolesti (Bertsch i sur., 2013), u svrhu preventivne zaštite vinograda od uzročnika bolesti drva potrebno je primijeniti čitav niz dobrih proizvodnih praksi. Mnogobrojni uzročnici bolesti drva, a u pojedinim slučajevima i nedovoljno poznavanje epidemiologije navedenih bolesti, otežavaju učinkovitu primjenu preventivnih mjera zaštite od uzročnika bolesti drva. Kvaliteta cijepova, izbor sorte, te mjere koje se poduzimaju pri podizanju vinograda, neki su od važnih elemenata koje treba pažljivo razmotriti ukoliko se želi već pri podizanju novog nasada smanjiti razvoj bolesti drva.

Utvrđeno je da tijekom proizvodnje loznog sadnog materijala različiti čimbenici mogu doprinijeti razvoju uzročnika bolesti drva u loznim cijepovima i mladim trsovima, poput uvjeta pri kojima se čuvaju reznice i cijepovi u hladnjači, hidratacije reznica prije cijepjenja,

osljepljivanja pupova podloge, načina cijepjenja, uvjeta kalusiranja i razvoja korijenja (Stamp, 2001; Lecomte i sur., 2008; Gramaje i Armengol, 2011). Općenito, cijepovi dobre kvalitete koji imaju dobro razvijen korijenov sustav i potpuno sraslo cijepno mjesto smatraju se prikladnim za sadnju vinograda, ali to samo po sebi nije dovoljno za smanjenje budućeg razvoja bolesti drva.

Iako to nije zakonska obaveza, pojedini rasadnici u Europi primjenjuju razne fizikalne, biološke i kemijske mjere s ciljem prevencije razvoja uzročnika bolesti drva tijekom procesa proizvodnje cijepova u rasadniku, poput tretmana toplom vodom, namakanja reznica i cijepova u otopinu koja sadrži vrste roda *Trichoderma* ili namakanja u otopini kemijskih fungicida (Gramaje i sur., 2018). Tretman toplom vodom može ograničiti razvoj pojedinih uzročnika Petrijeve bolesti (eske) i botriosferijskog sušenja (Larignon i sur., 2009; Vigues i sur., 2009; Elena i sur., 2015). Proizvodnja visokokvalitetnih i zdravih cijepova je stoga važan preduvjet za naknadno održavanje dobrog zdravstvenog stanja vinograda.

U proizvodnji sadnog materijala pojedine mjere doprinose smanjenju zaraze cijepova uzročnicima bolesti drva (Gramaje i Armengol, 2011), a razlike u strukturi provodnih snopova vinove loze utječu na stupanj tolerancije pojedine sorte prema patogenima drva (Mundy i Manning, 2011). Stoga, izbor manje osjetljive sorte može doprinijeti smanjenju učestalosti i intenziteta razvoja bolesti. Primjerice, sorte Cabernet Sauvignon i Sauvignon bijeli su osjetljivije na uzročnike eske, eutipoze i botriosferijskog sušenja u odnosu na Merlot i Pinot bijeli (Dubos, 1999; Graniti i sur., 2000; Larignon i Dubos, 2001; Varga, 2009; Murolo i Romanazzi, 2014).

Sadnju trsova u dobro pripremljeno i rahlo tlo preporuča se provoditi između kasne jeseni i ranog proljeća, tijekom perioda mirovanja loze (Corti i sur., 2004). Prije same sadnje korijen cijepova se, s ciljem smanjenja razvoja bolesti drva, može uranjati u otopinu koja sadrži vrste roda *Trichoderma* ili u otopinu koja sadrži djelatne tvari ciprodinil, fludioksonil, metiram ili piraklostrobin (Rego i sur., 2009), pritom poštujući važeću nacionalnu regulativu vezanu za dozvoljena sredstva. Ovdje treba napomenuti da navedene djelatne tvari u Hrvatskoj trenutno nemaju dozvolu primjene za navedenu svrhu (Fis baza podataka; Ministarstvo poljoprivrede, 2017).

### **Rezidba kao čimbenik koji utječe na razvoj novih infekcija**

Primarne infekcije u proizvodnom vinogradu najvećim dijelom nastaju putem rana od reza u zrelo, kada gljive koloniziraju izložene provodne snopove (Úrbez-Torres i Gubler, 2008; Rolshausen i sur., 2010). Mundy i Manning (2011) navode da vinova loza na mjestu nastanka rane od rezidbe s vremenom formira fizičku barijeru, sintetizira fenole (Treutter, 2005) i smanjuje dostupnost šećera (Bostock i Stermer, 1989) te time stječe veću otpornost na patogene provodnog staničja, odnosno uzročnike bolesti drva. Nedavnim su istraživanjima Elena i Luque (2016b) ustanovili da dulji vremenski interval između rezidbe i inokulacije patogenom umanjuje vjerojatnost razvoja infekcije i kolonizacije drva, primjerice uspješnost kolonizacije vrste *P. chlamydospora* umanjena je s početnih 75% na 10%, koliko je iznosila 12 tjedana nakon rezidbe.

Pretpostavlja se da što su rane veće i brojnije, to je veća površina putem koje spore uzročnika bolesti drva mogu ostvariti infekciju višegodišnjeg drva, iako to ne mora uvijek biti slučaj. Osim toga, ispod rana nastalih rezidbom razvija se nekroza višegodišnjeg tkiva koja se od novonastale rane širi prema bazi trsa i čija je duljina otprilike proporcionalna promjeru rane od rezidbe (Crespy, 2006). U novije vrijeme navodi se da razvoj nekroza, kao posljedica zimske rezidbe, može doprinijeti razvoju uzročnika bolesti drva i umanjiti obrambeni mehanizam trsa umanjujući sposobnost zacjeljivanja nastalih rana, a pored toga može oštetiti tijek provodnog staničja, povećavajući pritom učestalost i intenzitet pojave bolesti

drva. Međutim, potrebna su dodatna istraživanja koja bi utvrdila stvaran učinak različitih oblika rezidbe i samim time opravdala navedenu tvrdnju (Mugnai, 2012). Kako bi se smanjila pojava ovih nekroza i njihovih negativnih posljedica, duljina bazalnog dijela jednogodišnjeg ili višegodišnjeg drva koji preostaje nakon rezidbe treba biti barem 1,5 puta veća u odnosu na promjer nastale rane (Crespy, 2006). Iako prema dosadašnjim saznanjima nedostaje potvrda o utjecaju nekroze (na mjestu reza) na razvoj novih infekcija uzročnicima bolesti drva, Elena i Luque (2016b) su nedavno utvrdili da ukoliko se pri rezidbi dvogodišnje rozgve ostavlja veća duljina internodija nakon posljednjeg zimskog pupa, kolonizacija višegodišnjeg dijela trsa uzročnicima bolesti drva može izostati.

Kiša i visoka relativna vlažnost zraka povećava osjetljivost rana na napad patogena (Luque i sur., 2014), a učestale padaline i povišene temperature (vrijednosti povoljnih temperatura se razlikuju ovisno o patogenu) imaju izravan utjecaj na širenje patogena. Shodno tome, preporuča se rezidbu provoditi pri suhom vremenu, budući da je let spora tijekom takvog vremena značajno smanjen kod većine uzročnika bolesti drva. Kasnom rezidbom, koja se provodi krajem perioda mirovanja (neposredno prije bubrenja pupova), rane brže zacjeljuju zahvaljujući povoljnim temperaturama u tom razdoblju, nakon čega one prestaju biti mjesto povoljno za razvoj infekcije (Gubler i sur., 2005) te se time smanjuje vjerojatnost razvoja bolesti drva. Primjenom dvostruke rezidbe smanjuje se vremenski interval u kojem je moguć razvoj novih infekcija budući da se predrezidbom rozgvu skraćuje na duljinu veću od 30 cm, a završnom se rezidbom (neposredno prije bubrenja pupova) oblikuje uzgojni oblik i odstranjuje potencijalno zaraženi dio drva (Weber i sur., 2007). Primjena kasne ili dvostruke rezidbe, neposredno prije bubrenja pupova, doprinosi bržem zarastanju rana i time umanjuje vjerojatnost razvoja novih infekcija (Munkvold i Marois, 1995; Sosnowski i sur., 2009; Rolshausen i sur., 2010). Dvostruku rezidbu nije moguće primijeniti na svim uzgojnim oblicima, a provedba kasne rezidbe u proizvodnim uvjetima može biti otežana zbog organizacije radne snage i nepovoljnih klimatskih uvjeta.



Prema dosadašnjim saznanjima, izbor sustava uzgoja utječe na razvoj bolesti drva (Lake i sur., 1996), iako po tom pitanju još uvijek postoje oprečna mišljenja. Smanjenje razvoja bolesti drva može se postići načinom rezidbe kojim će na trsu nastati manji broj rana, koje će biti što manjih dimenzija, osim toga bitno je da se rezidbom u što je moguće manjoj mjeri oštećuje (prekida) prethodno formirani tijekom provodnog staničja u višegodišnjem drvu (Slika 7) (Geoffrin i Renaudin, 2002; Sanliang i sur., 2005; Travadon i sur., 2016).

Rezidbi na dugo rodno drvo (na lucnjeve) se općenito daje prednost u odnosu na rezidbu na kratko rodno drvo (na reznike) i više je istraživanja utvrdilo prednosti korištenja sustava uzgoja Guyot (jednokraki i dvokraki) u odnosu na ostale sustave uzgoja u svrhu smanjenja razvoja simptoma bolesti drva (Sosnowski, 2016). Primjerice, simptomi eutipoze na listovima i mladima su općenito veći kod rezidbe na kratko rodno drvo nego na dugo rodno drvo te je potpuno sušenje trsova rjeđe kod rezidbe na dugo rodno drvo. Kod rezidbe tipa Guyot na dugo rodno drvo, rane koje nastaju rezidbom koncentrirane su na malom području (pri vrhu debla), dok rezidbom na kratko rodno drvo na trsu nastaje veća ukupna površina rana (Sosnowski, 2016).

Sustav uzgoja Guyot-Poussard, koji predstavlja jednu od modifikacija sustava uzgoja Guyot (Slika 7), se u posljednje vrijeme od strane proizvođača sve više primjenjuje kao mjera dobre proizvodne prakse kojom se može doprinijeti smanjenom intenzitetu razvoja

bolesti drva. Pretpostavlja se da se sustavom uzgoja Guyot-Poussard iz godine u godinu rezidbom uspijeva očuvati tijekom provodnog staničja, budući da se, gledajući uzdužno, rane nastale rezidbom lokaliziraju samo na jednom dijelu kraka (obično gornjem), dok se na drugom dijelu kraka (obično donjem) razvija i održava neprekinuti tijekom funkcionalnog provodnog tkiva (žilnog staničja) te se na taj način smanjuje vjerojatnost razvoja infekcija i nekroza na višegodišnjem drvu (Simonit, 2014). Prema istraživanjima Geoffrin i Renaudin (2002), uzgojni oblik Guyot-Poussard umanjio je učestalost razvoja eske u istraživanim vinogradima na području Francuske.

Širenje spora patogena škarama za rezidbu je gotovo beznačajno u odnosu na infekcije koje nastaju doletom spora na rane od rezidbe, što znači da nema potrebe za dezinfekcijom alata za rezidbu u svrhu smanjenja zaraze eskom ili eutipozom (Larignon, 2007).

#### Zaštita rana od rezidbe

Rane od rezidbe su primarno mjesto ulaska patogena u trs (Bester i sur., 2007; Sosnowski i sur., 2008; Kotze i sur., 2011) zbog čega je zaštitu rana potrebno provoditi nakon rezidbe premazivanjem rana (voskovi i paste koje sadrže fungicide) ili raspršivanjem (primjenom bioloških ili kemijskih fungicida). Izbor pripravaka koji se koriste za tu namjenu ovisi o tome koji su proizvodi registrirani za primjenu u pojedinoj državi. U svrhu učinkovitog djelovanja, ove je proizvode potrebno primijeniti u što kraćem roku nakon dovršetka rezidbe. Posljednjih je



**Figure 7.** Development of symptoms on perennial wood situated next to pruning wounds (a, b); training system Guyot-Poussard (c) (author: K. Grozić)

**Slika 7.** Razvoj unutarnjih simptoma na višegodišnjem drvu ispod rana od rezidbe (a, b); uzgojni oblik Guyot-Poussard (c). (snimila: K. Grozić)

godina prisutna sve veća tendencija primjene bioloških pripravaka na bazi vrsta roda *Trichoderma* (Di Marco i sur., 2000), čija je prednost ekološka prihvatljivost i dugotrajniji učinak u zaštiti rana u odnosu na kemijske fungicide. Pojedina su istraživanja utvrdila da se učestalost infekcija rana uzročnicima *D. seriata* (jedan od uzročnika botriosferijskog sušenja) i *P. chlamydospora* (jedan od uzročnika eske) značajno smanjuju primjenom kombinacije fungicida koji sadrže djelatne tvari benomil, piraklostrobin, tebukonazol i metiltiofanat neposredno nakon rezidbe (Díaz i LaTorre, 2013).

#### **Uklanjanje izvora infektivnog inokuluma u vinogradu**

Infektivni inokulum uzročnika bolesti drva zastupljen je kako na zaraženim trsovima, tako i na osušenim trsovima, a prisutan je na lišću, grozdovima i nekrotičnom višegodišnjem drvu (Amponsah i sur., 2011; Cloete i sur., 2011; Bertsch i sur., 2013). Stoga ostaci rezidbe, simptomatični trsovi i osušeni trsovi predstavljaju potencijalni izvor novih infekcija u vinogradu. Primjerice, ostaci rezidbe mogu biti izvor inokuluma uzročnika botriosferijskog sušenja u trajanju do čak 42 mjeseca (Elena i Luque, 2016a). Iz tog razloga se preporuča kao preventivnu mjeru ukloniti ostatke rezidbe iz vinograda što je ranije moguće (rezolucija OIV-a VITI 2/2006, International Organisation of Vine and Wine, 2006). Kako bi se uništio potencijalni inokulum, ostaci rezidbe mogu se samljeti i zaorati u tlo (iako postoje različita mišljenja o učinkovitosti ove mjere), spaliti (ukoliko zakonske odredbe to dozvoljavaju), kompostirati (pri 40 do 50 °C u trajanju od šest mjeseci) ili ukloniti iz vinograda (Lecomte i sur., 2006).

#### **Obnova trsa razvojem bazalne mladice**

Jedna od mjera kojom se može smanjiti učestalost i intenzitet razvoja simptoma bolesti drva je obnova debela (Slika 8). U tu je svrhu potrebno prerezati deblo iznad mjesta spoja podloge i plemke, ali ispod mjesta na kojem su na višegodišnjem drvu plemke razvijeni unutarjni simptomi bolesti drva, poput nekroze ili truleži. Iz preostalog dijela debela se potom razvijaju mladice iz spavajućih pupova, od kojih se odabiru jedna ili dvije koje treba pažljivo uzgojiti

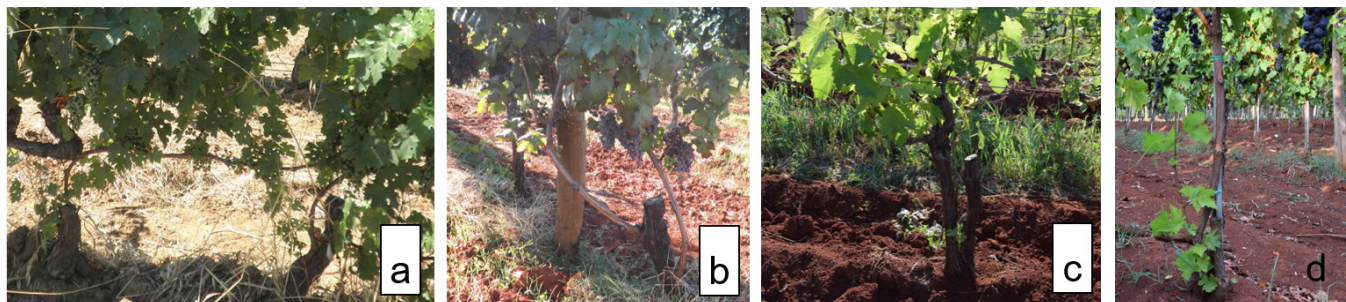
i privezati uz pomoćni stupić, kako bi se iz njih razvilo novo deblo. Ova jednostavna mjera daje dobre rezultate u slučaju bujnih trsova, gdje se pokazala učinkovitošću kod zaraze uzročnicima eutipoze (Creaser i Wicks, 2004; Sosnowski i sur., 2011). Dosadašnja iskustva govore u prilog tome da ova mjera može biti učinkovita i kod trsova koji su zaraženi eskom i botriosferijskim sušenjem, ali uspjeh u slučaju ovih bolesti ovisi o intenzitetu razvoja patogena na preostalom dijelu debela (Gramaje i sur., 2018). Naime, u slučaju kada su na dijelu debela koje se nalazi ispod mjesta reza prisutne nekroza ili trulež koje su uzrokovane bolestima drva, tada se tijekom narednih godina ponovno mogu razviti simptomi bolesti na listu i grozdu (Calzarano i sur., 2004; Larignon i Yobregat, 2016). Smart (2015) je razvio protokol za obnovu debela kojim se prethodnim razvojem mladice pri bazi debela trs unaprijed priprema za obnovu debela, a čija je prednost da je novo deblo na trsu već formirano u trenutku kada je potrebno ukloniti staro deblo.

#### **Obnova trsa cijepljenjem na raskol**

Jedna od mjera koje se u praksi provodi s ciljem smanjenja intenziteta razvoja simptoma bolesti drva je obnova trsa cijepljenjem na raskol. Kod te mjere se nadzemni dio zaraženog trsa ukloni te se potom vrši cijepljenje nove plemke na raskol, izravno na podlogu, pod uvjetom da na podlozi nisu vidljivi simptomi truleži ili nekroza uzrokovani bolestima drva (Petit, 2016). Prednost ovog načina obnove trsova je u tome što se tako očuva postojeći korijen trsa, koji osigurava brz razvoj nadzemnog dijela trsa i predstavlja preduvjet postizanja dobrih proizvodnih rezultata po pitanju prinosa i kvalitete grožđa (Petit, 2016). Ova je mjera vremenski i tehnički dosta zahtjevnija za izvedbu, ali se udio trsova na kojima je značajno smanjen intenzitet simptoma ili na kojima simptomi u potpunosti izostaju u narednim godinama može kretati oko 50-90% (Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique, de Vinification et d'Analyses du Centre, 2009).

#### **Mehaničko uklanjanje simptomatičnog drva**

Mehaničko uklanjanje nekrotičnog tkiva ili truleži



**Figure 8.** Different approaches in grapevine trunk renewal on cv. Cabernet Sauvignon (a), Merlot (b, c) and Moscato rosa (d) where trunk height and number of developed basal shoots differ (author: K. Grozić)

**Slika 8.** Različiti pristupi u obnovi trsa razvojem bazalnih mladica na sortama Cabernet Sauvignon (a), Merlot (b, c) i Muškat ruža (d) pri čemu se razlikuje broj razvijenih bazalnih mladica i duljina ostavljenog debla (snimila: K. Grozić)

višegodišnjeg drva (Slika 9) je mjera koja se posljednjih godina počela primjenjivati s ciljem smanjenja intenziteta razvoja simptoma eske i botriosferijskog sušenja i propadanja trsova. Ova se mjera sastoji od uklanjanja nekrotičnog ili trulog višegodišnjeg drva s debla zaraženog trsa pomoću motornih pila malih dimenzija (Bertanza, 2016). U praksi, uklanjanje simptomatičnog drva se preporuča provesti čim se uoče prvi folijarni simptomi bolesti drva i rak rane koje mogu uputiti na razvoj simptoma u drvenastom tkivu. Kako bi se uklonilo simptomatično tkivo, potrebno je utvrditi položaj nekrotičnog tkiva na deblu, koje se obično nalazi ispod velikih rana, čiji je rez bio direktno na deblu ili u neposrednoj blizini debla (Bertanza, 2016). Pri izvedbi ove operacije treba voditi računa da se na deblu očuva zdravo drvo, odnosno da se ne prekine razvijeni tijek funkcionalnog provodnog tkiva. Međutim, postavlja se pitanje dugoročnosti učinkovitosti ove mjere i preciznosti dosadašnjih rezultata zbog otežanog i dugoročnog praćenja razvoja simptoma ovih bolesti.

## ZAKLJUČAK

Suzbijanje bolesti drva nije nimalo lak zadatak budući da je njihov razvoj uvjetovan čitavim nizom biotskih i abiotskih čimbenika. Budući da trenutno ne postoji jedinstvena mjera koja učinkovito sprječava razvoj bolesti drva ili ih dovoljno učinkovito suzbija, preporuča se primjena više različitih preventivnih mjera kako bi se umanjio intenzitet i učestalost njihove pojave u vinogradarskoj proizvodnji. Preventivnu zaštitu od bolesti drva potrebno je provoditi u rasadničarskoj proizvodnji, tijekom podizanja vinograda, kao i tijekom cijelog životnog ciklusa vinograda. Kombinirana i pravovremena primjena više preventivnih mjera zaštite, kao što su odgovarajuća rezidba, zaštita rana od rezidbe ili uklanjanje izvora infektivnog inokuluma u vinogradu, može smanjiti razvoj infekcija i produljiti životni vijek vinograda. Navedene se mjere preporuča provoditi prije pojave simptoma bolesti, uzastupno tijekom svake vegetacije. Nakon pojave simptoma moguće je provesti i određene mjere kao što su obnova trsa razvojem bazalne mladice, obnova trsa cijepljenjem



**Figure 9.** Trunk cleaning (vine surgery): saws used in symptomatic wood removal (a), pruning wounds on perennial wood (b), removal of symptomatic wood (c-e) (author: K. Grozić)

**Slika 9.** Mehaničko uklanjanje simptomatičnog drva: motorne pile primijenjene u uklanjanju simptomatičnog drva (a), rane od rezidbe na višegodišnjem drvu (b), uklanjanje simptomatičnog drva (c-e) (snimila: K. Grozić)

na raskol te mehaničko uklanjanje simptomatičnog drva, koje ne suzbijaju patogena ali umanjuju intenzitet bolesti. Unatoč mnogobrojnim rezultatima istraživanja, u praksi se bolesti drva vinove loze najčešće ne suzbijaju preventivno i samim time smanjuje se dugovječnost vinograda i ekonomska isplativost proizvodnje. Iako su mnogobrojni razlozi izostanka primjene preventivne zaštite od bolesti drva, dosadašnji rezultati istraživanja ukazuju da je upravo njihova primjena ključna za dugoročnu i kvalitetnu proizvodnju. Bolesti drva je zbog njihove kompleksnosti potrebno dodatno istražiti kako bi se pronašla učinkovita rješenja za njihovo suzbijanje.

## 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

- Amponsah, N. T., Jones, E. E., Ridgway, H. J., Jaspers, M. V. (2011) Identification, potential inoculum sources and pathogenicity of botryosphaeriaceous species associated with grapevine dieback disease in New Zealand. *European Journal of Plant Pathology*, 131 (3), 467. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10658-011-9823-1>
- Andolfi, A., Mugnai, L., Luque, J., Surico, G., Cimmino, A., Evidente, A. (2011) Phytotoxins produced by fungi associated with grapevine trunk diseases. *Toxins*, 3 (12), 1569-1605. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/toxins3121569>
- Bertanza, P. (2016) Frontiera per i potatori é la dendrochirurgia. *L'informatore Agrario*, 43, 65. Available at: [http://simonitesirch.it/wp-content/uploads/2017/07/2016-11-18\\_Informatore-Agrario.pdf](http://simonitesirch.it/wp-content/uploads/2017/07/2016-11-18_Informatore-Agrario.pdf) [Accessed 12 December 2017].
- Bertsch, C., Ramírez-Suero, M., Magnin-Robert, M., Larignon, P., Chong, J., Abou-Mansour, E., Spagnolo, A., Clément, C., Fontaine, F. (2013) Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. *Plant Pathology*, 62 (2), 243-265. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3059.2012.02674.x>
- Bester, W., Crous, P. W., Fourie, P. H. (2007) Evaluation of fungicides as potential grapevine pruning wound protectants against *Botryosphaeria* species. *Australasian Plant Pathology*, 36 (1), 73-77. DOI: <https://dx.doi.org/10.1071/AP06086>
- Bostock, R. M., Stermer, B. A. (1989) Perspectives on wound-healing in resistance to pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 27, 343-371. DOI: <https://dx.doi.org/10.1146/annurev.py.27.090189.002015>
- Braumgartner, K., Travadon, R., Cooper, M., Hillis, A. V., Lubell, M., Kaplan, J. (2015) Bridging the gaps between scientific literature and grower perceptions of trunk disease management. *Phytopathologia Mediterranea*, 54 (2), 420-436. DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-16495](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-16495)
- Calzarano, F., Di Marco, S., Cesari, A. (2004) Benefit of fungicide treatment after trunk renewal of vines with different types of esca necrosis. *Phytopathologia Mediterranea*, 43 (1), 116-124. DOI: [http://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1725](http://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1725)
- Calzarano, F., Di Marco, S. (2007) Wood discoloration and decay in grapevines with esca proper and their relationship with foliar symptoms. *Phytopathologia Mediterranea*, 46 (1), 96-101. DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1861](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1861)
- Cloete, M., Fourie, P. H., Damm, U., Crous, P. W., Mostert, L. (2011) Fungi associated with dieback symptoms of apple and pear trees, a possible inoculum source of grapevine trunk disease pathogens. *Phytopathologia Mediterranea*, 50 (4), 176-190. DOI: [http://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-9004](http://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-9004)
- Cortesi, P., Fischer, M., Milgroom, M. (2000) Identification and spread of *Fomitiporia punctata* associated with wood decay of grapevine showing symptoms of esca disease. *Phytopathology*, 90, 967-972.
- Corti, G., Angelli, A., Cuniglio, R., Ricci, F., Panichi, M. (2004) Suolo e mal dell'esca della vite: il punto a 5 anni dall'inizio delle indagini. *L'informatore Agrario*, 12, 79-83. Available at: <http://www.winetwork-data.eu/intranet/libretti/0/libretto15667-01-1.pdf> [Accessed 10 November 2017].
- Creaser, M. L., Wicks, T. J. (2004) Short-term effects of remedial surgery to restore productivity to *Eutypa lata* infected vines. *Phytopathologia Mediterranea*, 43, 105-107. DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1737](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1737)
- Crespy, A. (2006) Manuel pratique de taille de la vigne. France: Oenopluri media.
- Crous, P. W., Gams, W. (2000) *Phaeoconiella chlamydospora* gen. et comb. nov., a causal organism of Petri grapevine decline and esca. *Phytopathologia Mediterranea*, 39 (1), 112-118.
- Cvjetković, B. (2010) Mikoze i pseudomikoze voćaka i vinove loze. Čakovec: Zrinski.
- Di Marco, S., Mazzullo, A., Calzarano, F., Cesari, A. (2000) The control of esca: status and perspectives. *Phytopathologia Mediterranea*, 39 (1), 232-240. DOI: [http://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1557](http://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1557)
- Díaz, G. A., LaTorre, B. A. (2013) Efficacy of paste and liquid fungicide formulations to protect pruning wounds against pathogens associated with grapevine trunk diseases in Chile. *Crop Protection*, 46 (2013), 106-112. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2013.01.001>
- Edwards, J., Pascoe, I. G., Salib, S. (2007) Impairment of grapevine xylem function by *Phaeoconiella chlamydospora* infection is due to more than physical blockage of vessels with 'goo'. *Phytopathologia Mediterranea*, 46, 87-90. DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1858](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1858)
- Elena, G., Di Bella, V., Armengol, J., Luque, J. (2015) Viability of Botryosphaeriaceae species pathogenic to grapevine after Hot Water Treatment. *Phytopathologia Mediterranea*, 54 (2), 325-334. DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-15526](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-15526)
- Elena, G., Luque, J. (2016a) Pruning debris of grapevine as a potential inoculum source of *Diplodia seriata*, causal agent of Botryosphaeria dieback. *European Journal of Plant Pathology*, 144 (4), 803-810. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10658-015-0782-9>

- Elena, G., Luque, J. (2016b) Seasonal susceptibility of grapevine pruning wounds and cane colonization in Catalonia, Spain following artificial infection with *Diplodia seriata* and *Phaeoconiella chlamydospora*. *Plant Disease*, 100 (8), 1651-1659.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PDIS-10-15-1186-RE>
- Falot, J., Deswarte, C., Dalmayrac, S., Colrat, S., Roustan, J. P. (1997) L'Eutypiose de la vigne: isolement d'une molécule synthétisée par *Eutypa lata* et toxique pour la vigne. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie*, 320 (2), 149-158.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S0764-4469\(97\)85006-8](https://dx.doi.org/10.1016/S0764-4469(97)85006-8)
- Fontaine, F., Pinto, C., Vallet, J., Clément, C., Gomes, A. C., Spagnolo, A. (2016) The effects of grapevine trunk diseases (GTDs) on vine physiology. *European journal of plant pathology*, 144 (4), 707-721.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10658-015-0770-0>
- Geoffrion, R., Renaudin, I. (2002) Tailler contre l'Esca de la vigne. *Phytoma la défense des Végétaux*, 554, 23-27.
- Gramaje, D., Armengol, J. (2011) Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. *Plant Disease*, 95 (9), 1040-1055. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PDIS-01-11-0025>
- Gramaje, D., Baumgartner, K., Haileen, F., Mostert, L., Sosnowski, M. R., Úrbez-Torres, J. R., Armengol, J. (2016) Fungal trunk diseases: a problem beyond grapevines? *Plant Pathology*, 65 (3), 355-356.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/ppa.12486>
- Gramaje, D., Úrbez-Torres, J. R., Sosnowski, M. R. (2018) Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: current strategies and future prospects. *Plant Disease*, 102 (1), 12-39. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0512-FE>
- Graniti, A., Surico G., Mugnai, L. (2000) Esca of grapevine: a disease complex or a complex of diseases? *Phytopathologia Mediterranea*, 39 (1), 16-20.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1539](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1539)
- Gubler, W. D., Rolshausen, P. E., Trouillasse, F. P., Urbez, J. R., Voegel, T. (2005) Grapevine trunk diseases in California. *Practical Winery and Vineyard*, 1-9. Available at: <http://iv.ucdavis.edu/files/24397.pdf> [Accessed 27 December 2017].
- Gubler, W. D., Rolshausen, P., Trouillas, F. (2013) *Eutypa dieback*. In: Bettiga, L. J., ed. *Grape pest management*. USA: University of California, 110-116.
- Guérin-Dubrana, L., Labenne, A., Labrousse, J. C., Bastien, S., Rey, P., Gégout-Petit, A. (2013) Statistical analysis of grapevine mortality associated with esca or eutypa dieback foliar expression. *Phytopathologia Mediterranea*, 52 (2), 276-288.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-11602](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-11602)
- Hewitt, W. B., Pearson, R. C. (1988) *Phomopsis cane and leaf spot*. In: *Compendium of grape diseases*. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, 17-18.
- Hofstetter, V., Buyck, B., Croll, D., Viret, O., Couloux, A., Gindro, K. (2012) What if esca disease of grapevine were not a fungal disease? *Fungal Diversity*, 54 (1), 51-67.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s13225-012-0171-z>
- International Council on Grapevine Trunk Diseases (2018) *Diseases and pathogens*. [Online] Available at: <https://icgtd.ucr.edu/Diseases&pathogens.html> [Accessed 21 January 2018].
- International Organisation of Vine and Wine (2006) *Resolution OIV VITI 2/2006. Measures used to prevent or limit the proliferation of wood diseases*. Paris: France.
- Ivić, D. (2009) Petrijeva bolest i eska vinove loze. *Glasiilo biljne zaštite*, 5 (5), 314-320.
- Ivić, D., Sever, Z., Pilipović, P., Čajkulić, A. M., Cvjetković B. (2017) *Phaeoacremonium* vrste u vinovoj lozi sa simptomima eske i petrijeve bolesti. *Agronomski glasnik*, 79 (1-2), 15-24. Available at: <https://hrcak.srce.hr/186162> [Accessed 10 November 2017].
- Kaliterna, J., Miličević, T., Cvjetković, B. (2009) Nove spoznaje o etiologiji crne pjegavosti vinove loze i taksonomiji vrsta povezanih s patogenom *Phomopsis viticola* (Sacc.) Sacc. *Glasiilo biljne zaštite*, 9 (5), 291-295.
- Kaliterna, J., Miličević, T., Cvjetković, B. (2011) Bolesti vinove loze uzrokovane fitopatogenim gljivama iz porodice Botryosphaeriaceae. *Glasiilo biljne zaštite*, 6, 424-430.
- Kaliterna, J., Miličević, T., Cvjetković, B. (2012) Grapevine trunk diseases associated with fungi from the Diaporthaceae family in Croatian Vineyards. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 63 (4), 471-479.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.2478/10004-1254-63-2012-2226>
- Kasimatis, A., Moller, W. (1978) *Eutypa* fungus causes grapevine dieback. *California Agriculture*, 32 (5), 8-9. Available at: <http://calag.ucanr.edu/archive/?type=pdf&article=ca.v032n05p8> [Accessed 10 January 2018].
- Kišpać, J. (1973) Crna pjegavost vinove loze - *Phomopsis viticola* Sacc. „nova” bolest u našim vinogradima. *Bilten Poljodobra*, 1-11.
- Kotze, C., Van Niekerk, J., Halleen, F., Mostert, L., Fourie, P. (2011) Evaluation of biocontrol agents for grapevine pruning wound protection against trunk pathogen infection. *Phytopathologia Mediterranea*, 50 (4), 247-263.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-8960](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-8960)
- Lake, C. B., Striegler, R. K., Verdegaal, P. S., Berg, G. T., Wolpert, J. A. (1996) Influence of training system on growth, yield, fruit composition and *Eutypa* incidence of Cabernet Sauvignon grapevines. In: Henick-Kling, T., *Proceedings of the Fourth International Symposium on Cool Climate Viticulture & Enology*.
- Larignon, P., Dubos, B. (2001) Le Black Dead Arm. *Maladie nouvelle à ne pas confondre avec l'esca*. *Phytoma la défense des Vegetaux*, 538, 26-29.
- Larignon, P., Fulchic, R., Dubos, B. (2001) Un nouveau dépérissement de la vigne en France: le Black Dead Arm causé par *Botryosphaeria* spp. *IOBC WPRS Bulletin*, 24 (7), 51-56.
- Larignon, P. (2007) Bilan des travaux des recherches sur les maladies du bois par l'IFV (2002-2007). *Rodilhan: Institut Français de la Vigne et du Vin*. Available at: [http://www.vignevin.com/fileadmin/users/ifv/publications/A\\_telecharger/Bilan\\_program\\_mal\\_bois02\\_07.pdf](http://www.vignevin.com/fileadmin/users/ifv/publications/A_telecharger/Bilan_program_mal_bois02_07.pdf) [Accessed 10 November 2017].
- Larignon, P., Fontaine, F., Farine, S., Clément, C. (2009) Esca et Black Dead Arm: deux acteurs majeurs des maladies du bois chez la Vigne. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Biologies*, 332, 765-783. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.crv.2009.05.005>
- Larignon, P., Yobrégat, O. (2016) *Cahier pratique: Comment lutter contre les maladies du bois de la vigne?* *Rodilhan: Institut Français de la Vigne et du Vin*. Available at: [http://www.vignevin.com/fileadmin/users/ifv/2015\\_New\\_Site/AE2/Fichiers/CRA\\_2016/CAHIER\\_PRACTIQUE\\_LARIGNON\\_050816.pdf](http://www.vignevin.com/fileadmin/users/ifv/2015_New_Site/AE2/Fichiers/CRA_2016/CAHIER_PRACTIQUE_LARIGNON_050816.pdf) [Accessed 23 November 2017].
- Lecomte, P., Louvet, G., Vacher, B., Guilbaud, P. (2006) Survival of fungi associated with grapevine decline in pruned wood after composting. *Phytopathologia Mediterranea*, 45 (S), S127-S130.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1849](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1849)

- Lecomte, P., Darrietort, G., Liminana, J.-M., Louvet, G., Tandonnet, J.-P., Guérin-Dubrana, L., Goutouly, J.-P., Gaudillere, J.-P., Blancard, D. (2008) Eutypiose et Esca. Eléments de réflexion pour mieux appréhender ces phénomènes de dépérissement. *Phytoma la défense des Végétaux*, 615, 42-48.
- Letouzey, P., Baillieux, F., Perrot, G., Rabenoelina, F., Boulay, M., Vaillant-Gaveau, N., Clément, C., Fontaine, F. (2010) Early events prior to visual symptoms in the apoplectic form of grapevine esca disease. *Phytopathology*, 100 (5), 424-431. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-100-5-0424>
- Lorch, W. (2014) Fatal wood disease affects 12 percent of French vineyards. [Online] Wine-searcher. Available at: <https://www.wine-searcher.com/m/2014/10/fatal-wood-diseases-affect-12-percent-of-french-vineyards> [Accessed 5 January 2018].
- Lorrain, B., Ky, I., Pasquier, G., Jourdes, M., Guerin Dubrana, L., Geny, L., Rey, P., Donéche, B., Teissedre, P. L. (2012) Effect of Esca disease on the phenolic and sensory attributes of Cabernet Sauvignon grapes, musts and wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18 (1), 64-72. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1755-0238.2011.00172.x>
- Luque, J., Martos, S., Aroca, A., Raposo, R., Garcia-Figueres, F. (2009) Symptoms and fungi associated with declining mature grapevine plants in northeast Spain. *Journal of Plant Pathology*, 91 (2), 381-390. Available at: <http://www.jstor.org/stable/41998633> [Accessed 23 January 2018].
- Luque, J., Elena, G., Garcia-Figueres, F., Reyes, J., Barrios, G., Legorburu, F. J. (2014) Natural infections of pruning wounds by fungal trunk pathogens in mature grapevines in Catalonia (Northeast Spain). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 20 (1), 134-143. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/ajgw.12046>
- Martinez-Diz, M. D. P., Diaz-Losada, E., Armengol, J., León, M., Berlanas, C., Andrés-Sodupe, M., Gramaje, D. (2018) First report of *Ilyonectria robusta* causing black foot disease of grapevine in Spain. *Plant Disease*, 102 (11). DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PDIS-05-18-0730-PDN>
- Ministarstvo poljoprivrede (2017) Fis baza podataka. [Online] Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede. Available at: <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/> [Accessed 5 November 2017].
- Mondello, V., Songy, A., Battiston, E., Pinto, C., Coppin, C., Trotel-Aziz, P., Clément, C., Mugnai, L., Fontaine, F. (2018) Grapevine trunk diseases: a review of fifteen years of trials for their control with chemicals and biocontrol agents. *Plant Disease*, 102 (7), 1189-1217. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PDIS-08-17-1181-FE>
- Mugnai, L., Graniti, A., Surico, G. (1999) Esca (black measles) and brown wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Disease*, 83 (5), 404-418. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.5.404>
- Mugnai, L. (2012) Potatura ramificata é suscettibile alle malattie del legno della vite. *L'informatore Agrario*, 37, 46.
- Mundy, D. C., Manning, M. A. (2011) Physiological response of grapevines to vascular pathogens: a review. *New Zealand Plant Protection*, 64, 7-16.
- Munkvold, G. P., Marois, J. J. (1995) Factors associated with variation in susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Eutypa lata*. *Phytopathology*, 85 (2), 249-256. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/Phyto-85-249>
- Niekerk, J. M., Fourie, P. H., Hallenn, F., Crous, P. (2006) *Botryosphaeria* spp. as grapevine trunk disease pathogens. *Phytopathologia Mediterranea*, 45 (4), 43-54. DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1843](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1843)
- Petit, A. N., Vaillant, N., Boulay, M., Clément, C., Fontaine, F. (2006) Alteration of photosynthesis in grapevines affected by Esca. *Phytopathology*, 96 (10), 1060-1066. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-96-1060>
- Petit, A. (2016) Recueil de pratiques observées en viticulture biologique: des pistes pour innover? [Online] Projet CASDAR n°5322 VITINNOBIO. Available at: [http://www.agrobioperigord.fr/upload/fiches\\_vitinobio\\_web\\_hd.pdf](http://www.agrobioperigord.fr/upload/fiches_vitinobio_web_hd.pdf) [Accessed 15 December 2017].
- Pintos Varela, C., Redondo Fernandez, V., Aguin Casal, O., Ferreira Martinez, V., Mansilla Vazquez, J. P. (2016) First report of *Pleurostoma richardsiae* causing grapevine trunk disease in Spain. *Plant Disease*, 100 (10), 2168-2168. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PDIS-04-16-0444-PDN>
- Pitt, W. M., Sosnowski, M. R., Huang, R., Qiu, Y., Steel, C. C., Savocchia, S. (2012) Evaluation of fungicides for the management of *Botryosphaeria* canker of grapevines. *Plant Disease*, 96 (9), 1303-1308. DOI: <https://dx.doi.org/10.1094/PDIS-11-11-0998-RE>
- Rego, C., Nascimento, T., Cabral, A., Silva, M. J., Oliveira, H. (2009) Control of grapevine wood fungi in commercial nurseries. *Phytopathologia Mediterranea*, 48 (1), 128-135. DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-2881](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-2881)
- Rolshausen, P. E., Úrbez-Torres, J. R., Rooney-Latham, S., Eskalen, A., Smith, R. J., Gubler, W. D. (2010) Evaluation of pruning wound susceptibility and protection against fungi associated with grapevine trunk diseases. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61 (1), 113-119.
- Romanazzi, G., Murolo, S., Pizzichini, L., Nardi, S. (2009) Esca in young and mature vineyards, and molecular diagnosis of the associated fungi. *European Journal of Plant Pathology*, 125, 277-290.
- Sanliang, G., Robert, C. C., Guoqiang, D., Abdul, H., Kenneth, C. F., John, L., Chuck, A. I., Paul, S. V. (2005) Effect of training-pruning regimes on Eutypa dieback and performance of 'Cabernet Sauvignon' grapevines. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80 (3), 313-318. DOI: <https://dx.doi.org/10.1080/14620316.2005.11511936>
- Scheck, H., Vasquez, S., Fogle, D., Gubler, W. (1998) Grape growers report losses to black-foot and grapevine decline. *California Agriculture*, 52 (4), 19-23.
- Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique, de Vinification et d'Analyses du Centre (2009) Le Surgreffage. Sancerre: Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique, de Vinification et d'Analyses du Centre. [Online] Available at: [https://www.terre-net.fr/ulf/TNM\\_Biblio/fiche\\_60359/Surgreffage.pdf](https://www.terre-net.fr/ulf/TNM_Biblio/fiche_60359/Surgreffage.pdf) [Accessed 25 June 2017].
- Simonit, M. (2014) Manuale di potatura della vite Guyot. Italia: L'Informatore Agrario.
- Sipiora, M. J., Cuellar, S. (2014) Recent research: Economic impact of Eutypa dieback. [Online] Wine Business Monthly, Oct 2014. Available at: <https://www.winebusiness.com/wbm/?go=getArticle&dataId=139155> [Accessed 19 March 2017].
- Smart, R. (2015) Trunk diseases: Timely trunk renewal to overcome trunk disease. *Wine and Viticulture Journal*, 30 (5), 44. Available at: [https://issuu.com/provincialpressgroup/docs/vwj\\_v30n5\\_issuu\\_17sept2015](https://issuu.com/provincialpressgroup/docs/vwj_v30n5_issuu_17sept2015) [Accessed 19 November 2017].
- Sosnowski, M. R., Creaser, M. L., Wicks, T. J., Lardner, R., Scott, E. S. (2008) Protection of grapevine pruning wounds from infection by *Eutypa lata*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 14 (2), 134-142. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1755-0238.2008.00015.x>
- Sosnowski, M., Loschiavo, A., Wicks, T., Scott, E. (2009) Managing eutypa dieback in grapevines. *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker Annual Technical Issue*, 545, 13-16.

- Sosnowski, M. R., Wicks, Trevor, J., Scott E. S. (2011) Control of Eutypa dieback in grapevines using remedial surgery. *Phytopathologia Mediterranea*, 50 (S), S277-S284.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-8919](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-8919)
- Sosnowski, M. (2016) Best practices management guide. Eutypa dieback. Adelaide: Wine Australia. Available at: [http://www.barossa.com/uploads/214/20160621\\_eutypa-dieback-best-practice-management-guide.pdf](http://www.barossa.com/uploads/214/20160621_eutypa-dieback-best-practice-management-guide.pdf) [Accessed 5 June 2017].
- Stamp, J. A. (2001) The contribution of imperfections in nursery stock to the decline of young vines in California. *Phytopathologia Mediterranea*, 40 (3), S369-S375.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1640](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1640)
- Surico, G. (2001) Towards Commonly Agreed Answers to Some Basic Questions on Esca. *Phytopathologia Mediterranea*, 40 (3), 487-490.
- Surico, G., Bandinelli, R., Braccini, P., Di Marco, S., Marchi, G., Mugnai, L., Parrini, C. (2004) On the factors that may have influenced the esca epidemic in the eighties in Tuscany. *Phytopathologia Mediterranea*, 43 (1), 136-143.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1734](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1734)
- Surico, G., Mugnai, L., Marchi, G. (2006) Older and more recent observations on esca: a critical overview. *Phytopathologia Mediterranea*, 45 (S), S68-S86.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-1847](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1847)
- Surico, G. (2009) Towards a redefinition of the diseases within the esca complex of grapevine. *Phytopathologia Mediterranea*, 48 (1), 5-10.  
DOI: [https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-2870](https://dx.doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-2870)
- Travadon, R., Lecomte, P., Diarra, B., Lawrence, D. P., Renault, D., Ojeda, H., Rey, P., Baumgartner, K. (2016) Grapevine pruning systems and cultivars influence the diversity of wood-colonizing fungi. *Fungal Ecology*, 24 (Part A), 82-93.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.funeco.2016.09.003>
- Treutter, D. (2005) Significance of flavonoids in plant resistance and enhancement of their biosynthesis. *Plant Biology*, 7 (6), 581-591.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1055/s-2005-873009>
- Úrbez-Torres, J. R., Gubler, W. D. (2008) Double pruning, a potential method to control Bot canker disease of grapes, and susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by Botryosphaeriaceae. *Phytopathologia Mediterranea*, 48 (1), 185-185.
- Úrbez-Torres, J., Douglas Gubler, W., Leavitt, G. M. (2013) Botryosphaeria dieback. In: Bettiga, L. J., ed. *Grape pest management*. California, USA: University of California, 104-109.
- Varga, Z. (2009) The comparative examination of Vitis species and varieties against vine decline pathogens, and the possibilities of control. Disertacija. Keszthely: University of Pannonia, Georgikon Faculty. Available at: [http://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2010/Varga\\_Zoltan\\_theses\\_en.pdf](http://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2010/Varga_Zoltan_theses_en.pdf) [Accessed 5 June 2017].
- Vignes, V., Yobregat, O., Barthélémy, B., Dias, F., Coarer, M., Larignon, P. (2009) Fungi associated with wood decay diseases: Identification of the steps involving risk in French nursery. In: Abstracts of the 6<sup>th</sup> International Workshop on grapevine trunk diseases, Florence, Italy, 1-3 September 2008. *Phytopathologia Mediterranea*, 48 (1), 177-178.
- Weber, E. A., Trouillas, F. P., Gubler, W. D. (2007) Double pruning of grapevines: a cultural practice to reduce infections by *Eutypa lata*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58 (1), 61-66.