

LE MALATTIE DEL LEGNO DELLA VITE DI ORIGINE FUNGINA



Laore

Agenzia regionale
pro s'isvilupu in agricultura
Agenzia regionale
per lo svilupu in agricultura



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNIA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Salvatorica Serra

Dipartimento di Agraria – Università di Sassari

Renzo Peretto

Agenzia Laore Sardegna



uniss

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

Finito di stampare nel settembre 2015

Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Sardegna

Misura 111 – Progetto esecutivo STDR/PSR/111/2013/10

“Azioni informative per l'innovazione del comparto vitivinicolo in Sardegna”



Fondo europeo agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



Repubblica Italiana



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



LE MALATTIE DEL LEGNO DELLA VITE DI ORIGINE FUNGINA

Salvatorica Serra

Dipartimento di Agraria – Università di Sassari

Renzo Peretto

Agenzia Laore Sardegna

INDICE

Prefazione	5
Introduzione	7
I sintomi sulla chioma	9
I sintomi sul legno	18
Problematiche legate alla manifestazione dei sintomi	25
Gli agenti patogeni e le sindromi correlate	28
La diffusione	30
<i>Infezioni attraverso ferite</i>	30
<i>Infezioni attraverso il materiale di propagazione</i>	30
I fattori predisponenti	32
<i>Attacchi parassitari</i>	32
<i>Le ferite</i>	34
<i>Invecchiamento e sfruttamento dei vigneti</i>	34
<i>Fattori ambientali avversi</i>	35
<i>Eccesso di vigoria</i>	36
La prevenzione	37
<i>Riduzione delle infezioni</i>	37
<i>Riduzione degli effetti della malattia</i>	39

PREFAZIONE

L'Agenzia Laore, nell'ambito delle attività di informazione e divulgazione programmate in attuazione della Misura 111 del PSR 2007-2013 della Regione Sardegna, ha realizzato il progetto STDR/PSR/111/2013/10, denominato "Azioni informative per l'innovazione nel comparto vitivinicolo in Sardegna". Tale progetto prevede numerose attività informative su diversi aspetti di tecnica colturale rivolte ai viticoltori operanti in Sardegna.

Al fine di completare le azioni informative programmate e realizzate nel corso del 2014 e del 2015, con il supporto dei docenti del Dipartimento di Agraria dell'Università degli Studi di Sassari, sono stati predisposti alcuni opuscoli informativi che approfondiscono le tematiche della gestione della difesa fitosanitaria dei vigneti, in particolare quelle relative alle malattie del legno di origine fungina e alla difesa dalle malattie crittogamiche e dai principali fitofagi.

La pubblicazione "*Le malattie del legno della vite di origine fungina*" seconda edizione, segue col medesimo titolo la precedente stampata nel 2010. Si tratta di un approfondimento degli argomenti già trattati nella prima edizione e di un ulteriore aggiornamento che tiene conto sia delle recenti acquisizioni tecnico-scientifiche sia delle esperienze maturate nel corso di questi ultimi anni.

La crescente diffusione delle malattie del legno della vite ha cause diverse e concomitanti: con questo opuscolo si cercherà di illustrarle e metterle in correlazione per poter informare gli operatori vitivinicoli sulle pratiche più idonee che possono e potranno prevenirne l'ulteriore diffusione, nell'ottica di una corretta gestione della difesa fitosanitaria del vigneto improntata su principi di sostenibilità ambientale e tecnica.

Si ringraziano tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione della presente pubblicazione.

Il Direttore Generale dell'Agenzia Laore Sardegna

Maria Ibba

INTRODUZIONE

Quando si parla di malattie del legno la maggior parte dei viticoltori pensa al mal dell'esca, la malattia più nota e studiata da moltissimo tempo. In realtà, il panorama delle malattie del legno di origine fungina della vite è assai più complesso. In un recente articolo pubblicato in Francia si includono in questa categoria ben 17 malattie. Tuttavia, alcune malattie sono segnalate così sporadicamente da ritenerle del tutto occasionali ed altre sono limitate a zone geografiche extraeuropee. Altre ancora vengono distinte in base alla sintomatologia o al fatto che attacchino piante giovani o adulte, anche se sono causate dagli stessi agenti patogeni.

In realtà le malattie più importanti sono: il mal dell'esca in tutte le sue sfaccettature, il deperimento da *Botryosphaeria*, anch'esso molto complesso, e l'eutipiosi. Da citare anche il "piede nero", che attacca solo viti giovani, e l'escoriosi. Va specificato che quest'ultima interessa i tralci di uno o due anni, mentre le malattie del legno vere e proprie colpiscono gli organi legnosi perenni compromettendo la vitalità stessa della pianta.

Poiché questo opuscolo è rivolto principalmente ai viticoltori sardi esso tratterà le malattie più diffuse e pericolose nell'isola: mal dell'esca e deperimento da *Botryosphaeria*. In Sardegna è presente, anche se poco diffusa, l'eutipiosi.

Le malattie del legno della vite si inquadrano perfettamente nella sindrome del deperimento. In termini generali, per deperimento s'intende la perdita di vigore della pianta, più o meno rapida, che può essere determinata da molteplici fattori di natura biotica (infezioni parassitarie o virali, infestazioni da artropodi) ed abiotica (stress idrici, nutrizionali, gelate, condizio-

ni pedologiche sfavorevoli, ecc.); tali fattori possono portare alla morte della pianta stessa. Non di rado il deperimento è dovuto alla concomitanza di diverse cause; infatti, i vari fattori di stress, abiotici e biotici, aumentano la suscettibilità e/o la recettività della pianta ad altri patogeni, anche secondari. Ciò determina la sovrapposizione di sintomatologie diverse che ostacolano l'individuazione delle cause primarie e di conseguenza l'applicazione di adeguati mezzi fitoiatrici.

Non a caso, per moltissimi anni, le manifestazioni di deperimento attribuibili a patogeni fungini sono state imputate esclusivamente alla sindrome del mal dell'esca, nonostante la presenza contemporanea di funghi della famiglia delle *Botryosphaeriaceae* sulle stesse viti. Le specie di questa famiglia sono note da tempo come agenti di cancri e deperimenti in diversi ospiti legnosi (mandorlo, olivo, pesco, pistacchio, leccio, sughera, ecc.), ma la loro importanza come agenti di malattie nella vite è stata a lungo sottovalutata o addirittura ignorata. Solo negli ultimi dieci anni questi agenti di deperimento sono stati riconosciuti come i patogeni più importanti per la vite in tutto il mondo, in virtù della loro aggressività e dell'ampia distribuzione geografica. Le indagini compiute in Sardegna ci portano a considerare il deperimento da *Botryosphaeria* come la causa principale di deperimento nei vigneti giovani (età inferiore a 10 anni).

Una delle ragioni per cui i funghi della famiglia delle *Botryosphaeriaceae* sono stati considerati poco importanti nella sindrome del deperimento, risiede nel fatto che le manifestazioni sintomatiche del mal dell'esca e del deperimento da *Botryosphaeria* sono molto simili, soprattutto sulla chioma. In più, sia i funghi agenti



Figura 1. Evoluzione delle chiazze decolorate internervali fino a formare le tigrature su Sangiovese.

del mal dell'esca sia quelli del deperimento da *Botryosphaeria* sono spesso presenti sulle stesse piante, rendendo difficile l'attribuzione di un determinato sintomo all'una o all'altra malattia.

Per tutti questi motivi, di seguito vengono descritti in generale i sintomi visibili sulla parte aerea e sul legno della pianta, sottolineando di volta in volta eventuali differenze tra le due malattie.



Figura 2. Evoluzione delle chiazze discolorate internervali fino a formare le tigrature su Cannonau.



Figura 3. Tigrature su Cabernet sauvignon (a sinistra) e Barbera (a destra).



Figura 4. Tigrature su Torbato (a sinistra) e Vermentino (a destra).

I SINTOMI SULLA CHIOMA

Sia il mal dell'esca che il deperimento da *Botryosphaeria* possono avere due tipi di decorso: cronico, cioè un deperimento lento e progressivo che può durare molti anni, oppure acuto, cioè la morte improvvisa della pianta.

Uno dei sintomi più caratteristici del decorso cronico, soprattutto di quello del mal dell'esca, è rappresentato dalla presenza sulle foglie delle cosiddette "tigrature". Queste derivano da chiazze decolorate (gialle o rosse in base al vitigno) che si ingrandiscono e si uniscono

fino a formare delle aree continue tra le nervature che successivamente necrotizzano (Fig. 1 e 2). I tessuti necrotizzati spesso mantengono un alone giallo o rosso vivo (Fig. 3 e 4), ma in alcuni casi la necrosi è priva di aloni vivaci e appare bordata da linee scure (Fig. 5). Il passaggio tra decolorazione e necrosi può essere talmente rapido da impedire la manifestazione della decolorazione.

Sempre sulle foglie si manifestano anche sintomi aspecifici di vario genere. I più comuni consistono in clorosi o arrossamenti e necrosi marginali e/o del lembo, più o meno estesi, accompagnati o meno da accartocciamento e perdita di turgore (Fig. 6, 7 e 8); tali sintomi aspecifici compaiono da soli o insieme alle tigrature sulla stessa pianta (Fig. 9 e 10).

Alcuni ricercatori francesi hanno cercato di distinguere le tigrature del mal dell'esca da quelle del deperimento da *Botryosphaeria*, ma tali differenze sono minime ed estremamente difficili da rilevare. Inoltre, un diverso studio ha evidenziato che le tigrature riferibili al deperimento da *Botryosphaeria* osservate ad inizio stagione si trasformano succes-



Figura 5. Tigrature prive di aloni vivaci.



Figura 6. Necrosi del margine fogliare su Cabernet sauvignon (a sinistra) e su Cannonau (a destra). Su Cannonau si noti anche accartocciamento e perdita di turgore.



Figura 7. Necrosi del lembo su Monica.



Figura 8. Clorosi e necrosi del lembo associate a perdita di turgore su Cannonau.



Figura 9. Tigrature associate a necrosi del margine su Cabernet sauvignon (in alto) ed a necrosi del lembo su Cannonau (in basso).



Figura 10. Tigrature e antocianosi del lembo su Cagnulari.

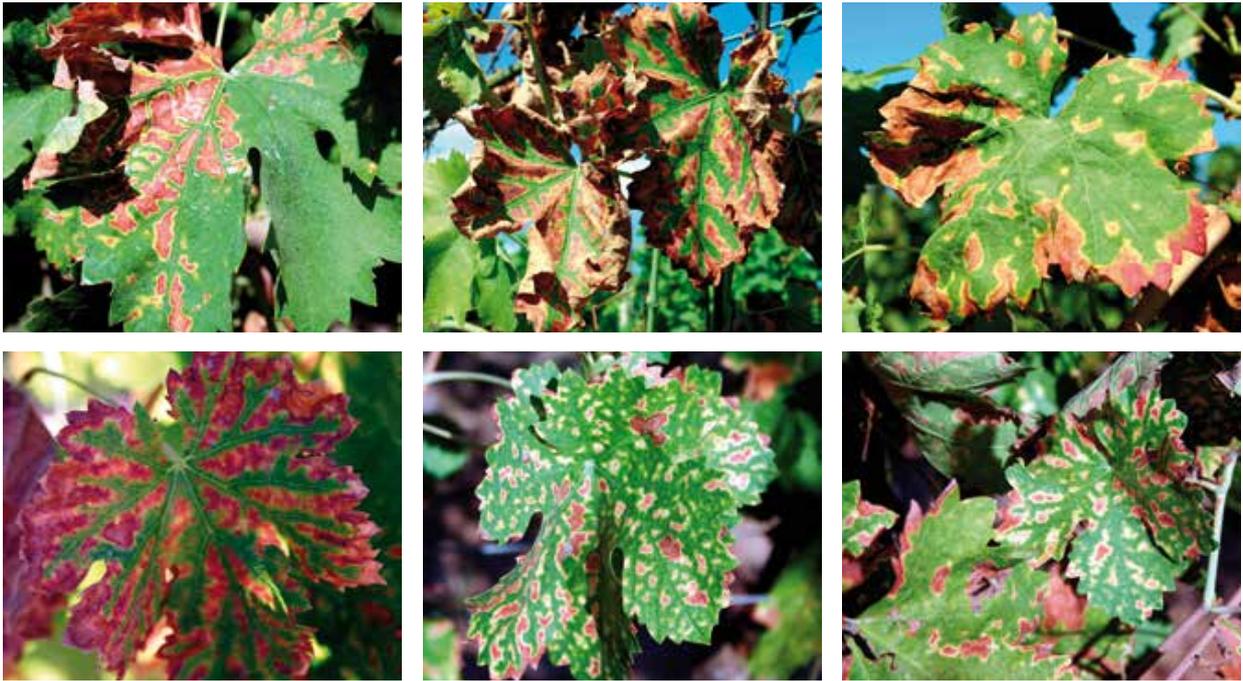


Figura 11. Variabilità nella manifestazione dei sintomi fogliari su viti della cv Monica situate nello stesso vigneto.



Figura 12. Sintomi causati da stress idrico (foto L. Mercenaro).



Figura 13. Sintomi causati da carenza di potassio (foto L. Mercenaro).

sivamente in quelle tipiche dell'esca sulla stessa foglia. Non si tratterebbe della sovrapposizione di sintomi diversi ma dell'evoluzione naturale e fisiologica di un sintomo verso l'altro, cioè entrambi i sintomi fanno parte dello stesso fenomeno. In ogni caso queste differenze non hanno nessuna valenza pratica a causa dell'estrema variabilità nella manifestazione dei sintomi sulla

stessa varietà e addirittura sulla stessa pianta (Fig. 11).

I sintomi fogliari descritti possono essere attribuibili anche a cause diverse dalle malattie del legno, per esempio ad uno stato fisiologico alterato a causa di fattori ambientali e/o nutrizionali (Fig. 12, 13 e 14) oppure ad attacchi di artropodi (Fig. 15). Nel primo caso



Figura 14. Sintomi causati da carenza di ferro.



Figura 15. Sintomi causati da attacchi di cicaline (Foto A. Lentini).



Figura 16. Necrosi a chiazze e puntiforme su uva da tavola (a sinistra) e su Vermentino (a destra).

è importante la distribuzione delle piante sintomatiche in campo. Per esempio, la necrosi del margine fogliare unita ad un leggero accartocciamento può essere dovuta a uno stress idrico piuttosto intenso. In tal caso, però, risulteranno colpite tutte le piante del vigneto o tutte quelle di una zona (per esempio quella più esposta al vento). Al contrario, le malattie parassitarie non interessano mai la totalità delle piante con sintomi uniformi. Le piante sintomatiche sono disposte a caso o al massimo in modo aggregato e presentano vari gradi di intensità del sintomo. Gli attacchi di artropodi che possono essere più facilmente confusi con i sintomi di malattie del legno sono quelli causati da cicaline: arrossamento o ingiallimento, seguito da necrosi,

che dal margine fogliare si estende verso il lembo. In questo caso è bene verificare la presenza dell'insetto o delle sue esuvie sulla pagina inferiore delle foglie.

Per quanto riguarda il mal dell'esca, i sintomi cronici possono comparire anche sugli acini, soprattutto sulle uve da tavola bianche, più raramente su quelle da vino, sotto forma di necrosi superficiali di varia forma (puntiforme, a meridiani, a chiazze, ecc. — Fig. 16). Al di fuori dell'Italia sono stati segnalati sintomi di marciume degli acini associati a *Botryosphaeriaceae*. In entrambi i casi, si tratta di sintomi che compaiono di rado. Più comunemente i grappoli si disidratano e quindi disseccano (Fig. 17) oppure non arrivano a maturazione.



Figura 17. Disidratazione e disseccamento dei grappoli su Sauvignon.



Figura 18. Tralci defogliati in seguito alla caduta di foglie sintomatiche su Vermentino (a sinistra) e Cannonau (a destra).

Col progredire della stagione le foglie più colpite possono cadere lasciando i tralci defogliati (Fig. 18). Questi ultimi, se non disseccano, possono cacciare femmine stentate, spesso clorotiche o con sintomi evidenti. Tuttavia, nella maggior parte dei casi il disseccamento di foglie, grappoli o interi tralci accompagna o segue la manifestazione dei sintomi cronici (Fig. 19 e 20).

Tutti i sintomi descritti possono comparire su uno o pochi tralci o su tutta la pianta. Su viti allevate a cordone bilaterale non di rado uno solo dei due manifesta i sintomi.

Altri sintomi non riguardano le foglie o i germogli, ma gli organi perenni e sono associati prevalentemente al deperimento da *Botryosphaeria*. Tra questi citiamo il disseccamento di speroni (Fig. 21), la mortali-



Figura 19. Disseccamenti parziali della vegetazione su Cannonau (a sinistra) e Merlot (a destra).



Figura 20. Disseccamento totale della vegetazione in seguito alla comparsa di sintomi cronici su Vermentino (a sinistra) e Cannonau (a destra).



Figura 21. Disseccamento di speroni su Cannonau.

tà delle gemme (Fig. 22), lo sbiancamento dei tralci (Fig. 23 a, b). Particolarmente interessante appare quest'ultimo sintomo. Nel periodo autunnale, dopo la vendemmia, i tralci, anche quelli di piante che non hanno manifestato sintomi durante la fase vegetativa, assumono una colorazione grigia o biancastra, rendendo così visibili i corpi fruttiferi neri che si trovano

immersi nella corteccia (Fig. 23 c). In sezione il tessuto sottostante può apparire necrotico o sano (Fig. 23 d ed e). Questi sbiancamenti sui tralci ricordano i sintomi da escoriosi, malattia causata da *Phomopsis viticola*. Tuttavia, in quest'ultimo caso lo sbiancamento è sempre accompagnato da fessurazioni della corteccia (Fig. 24); queste ultime derivano dall'attac-



Figura 22. Mancata apertura di gemme su Vermentino (a sinistra) e Cabernet Sauvignon (a destra).



Figura 23. Sbiancamento dei tralci legnosi (a e b). Evidenza dei corpi fruttiferi di *Botryosphaeriaceae* (c). I tessuti sotto lo sbiancamento possono essere necrotici (d) o sani (e).



Figura 24. Fessurazione della corteccia su tralci legnosi colpiti da *Phomopsis viticola*.

co primaverile del fungo sui giovani germogli, su cui determina lesioni brune ed allungate (Fig. 25). Durante l'accrescimento del germoglio i tessuti lesionati non si allungano e determinano la lacerazione della corteccia. Al contrario, se lo sbiancamento dei capi a frutto è causato dalla presenza di *Botryosphaeriaceae* in primavera i germogli saranno privi di sintomi.

Nella sindrome acuta si ha la manifestazione del colpo apoplettico, cioè l'avvizzimento improvviso dell'intera vegetazione cui può seguire la morte della pianta (Fig. 26 e 27). Nelle viti allevate a cordone bilaterale il colpo apoplettico può interessare solo uno dei due cordoni. Di solito, nell'anno in cui si manifesta l'avvizzimento la pianta non mostra sintomi di tipo cronico anzi, sono spesso le viti più vigorose con foglie sane a subire questo fenomeno. Il colpo apoplettico si manifesta spesso nella fase di maggior sviluppo vegetativo o quando inizia la maturazione dei grappoli. Tuttavia, soprattutto se il legno del capo a frutto non ha avuto modo di maturare bene nell'annata precedente, il disseccamento della vegetazione può essere molto più precoce, ossia a partire dal germogliamento (Fig. 27). È importante sottolineare che il mancato accumulo di sostanze di riserva nel capo a frutto può avere anche altre cause. Soprattutto su piante giovani può derivare da diversi fattori di stress sopraggiunti l'anno prima della manifestazione dell'apoplezia, per esempio a seguito di un'eccessiva produzione.

Nelle viti soggette a colpo apoplettico la vegetazione disseccata rimane sui tralci in quanto il fenomeno è così rapido da non consentire la differenziazione del tessuto di abscissione che determina la caduta delle foglie non più funzionanti, così come accade invece nelle viti gravemente colpite da sintomi cronici nelle quali i tralci appaiono spesso defogliati.

Le viti colpite da malattie del legno possono perdere vitalità nel corso degli anni e poi morire. Nella valutazione dei sintomi è perciò importante osservare la presenza di piante con vegetazione stentata (Fig. 28), fallanze, piante o cordoni morti o sottoposti a drastici interventi cesori come la capitozzatura. Ciò nonostante, la morte non sempre è l'esito finale della malattia. È possibile trovare vigneti centenari ancora produttivi nonostante un'elevata percentuale di fallanze e di piante con legno alterato.

Le prime piante con sintomi fogliari possono comparire già a maggio. La loro percentuale incrementa nel corso dell'estate e raggiunge il massimo tra luglio e agosto. Al contrario, l'intensità del sintomo sulla stessa pianta non sempre subisce una progressione nel corso della stagione. A volte i sintomi compaiono così rapidamente da manifestarsi in toto fin dall'inizio. Altre volte, le poche foglie presenti a inizio stagione cadono e la pianta appare sana oppure il ricaccio di femminele prive di sintomi ricostituisce parte della vegetazione facendo apparire il sintomo meno intenso.



Figura 25. Lesioni su germogli e foglie causate da *Phomopsis viticola*.

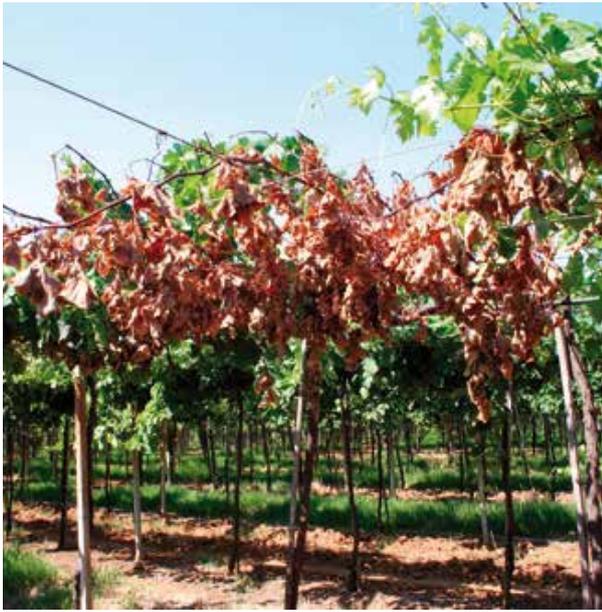


Figura 26. Apoplezia su viti in pieno rigoglio vegetativo.

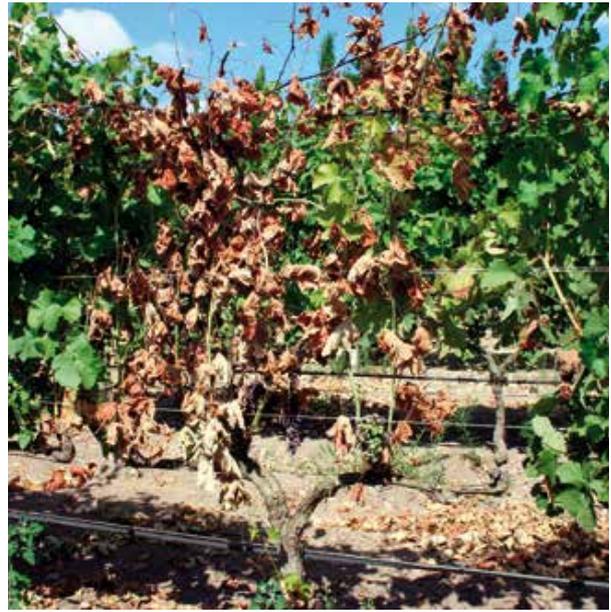


Figura 27. Apoplezia sopraggiunta ad inizio stagione (a sinistra) ed in fase di maturazione dei grappoli (a destra).



Figura 28. Ridotto sviluppo vegetativo in vigneti con presenza di malattie del legno.

I SINTOMI SUL LEGNO

I sintomi sulla chioma sono espressione di alterazioni del legno osservabili entro il cordone e/o il fusto. Per rilevarle è necessario sacrificare la pianta estirpandola dalla radice per sezionarla successivamente. Infatti, tali alterazioni possono essere confinate in qualsiasi punto lungo il ceppo, anche nel portainnesto, soprattutto se la pianta è giovane. Solo su viti di una certa età le alterazioni del legno possono estendersi per tutta la lunghezza del cordone, del fusto e del portainnesto.

Mentre i sintomi sulla chioma sono piuttosto simili per il mal dell'esca e per il deperimento da *Botryosphaeria*, quelli sul legno assumono una maggiore specificità.

Fino agli anni '80 si pensava che il mal dell'esca della vite fosse legato alla carie del legno. In seguito alla recrudescenza della malattia, studi più approfonditi hanno messo in evidenza alterazioni di diverso tipo, in particolare l'imbrunimento dei tessuti. Nelle fasi iniziali si possono osservare striature necrotiche o venature brune che appaiono come punteggiature in sezione trasversale in corrispondenza dei vasi legnosi (Fig. 29). Non sempre queste striature sono di origine infettiva. Spesso si tratta di reazioni di cicatrizzazione

stimolate da tagli (Fig. 30): ossidazione e degradazione del legno con relativo imbrunimento del tessuto, necrosi cellulari, gommosi, formazione di tulle (cioè estroflessioni delle cellule perivasali all'interno dei vasi xilematici con lo scopo di occluderli). Se però il sintomo ha cause patologiche, le striature si infittiscono originando una necrosi circolare di colore bruno — rosato collegata alle punteggiature da "fiammate" dello stesso colore (Fig. 29 e 31). Si ritiene che la necrosi circolare sia un'evoluzione delle punteggiature. Spesso, nel portainnesto le punteggiature sono concentrate attorno al midollo e col tempo possono formare una specie di alone necrotico (Fig. 32 sinistra). Questo alone deriva quasi sempre da fenomeni di cicatrizzazione del taglio basale della talea e quindi non è di origine parassitaria. Qualora si insediassero un parassita fungino l'alone aumenta di spessore trasformandosi in una necrosi circolare vera e propria (Fig. 32 destra).

Per quanto riguarda il deperimento da *Botryosphaeria*, i sintomi che si rinvergono sul legno sono più diversificati. Il sintomo più frequente è rappresentato da bande brune, più o meno larghe, che corrono longitudinalmente lungo gli organi legnosi perenni e che



Figura 29. Evoluzione delle punteggiature necrotiche fino a necrosi circolare di colore bruno rosato sul fusto della stessa pianta. Il sintomo più grave (necrosi circolare a destra) è situato nella parte alta del fusto dove probabilmente è avvenuta la penetrazione del patogeno.



Figura 30. Striature legate a fenomeni di cicatrizzazione.



Figura 31. Punteggiature collegate a necrosi circolare bruno rosato.



Figura 32. Alone necrotico attorno al midollo del portainnesto legato a fenomeni di cicatrizzazione del taglio basale della talea (a sinistra) e sua evoluzione in necrosi di origine parassitaria (a destra).



Figura 33. Bande necrotiche sotto-corticali.



Figura 34. Bande necrotiche sottocorticali che nella stessa pianta corrono per tutta la lunghezza di cordone, fusto e portainnesto.



Figura 35. Bande necrotiche sottocorticali appena visibili.



Figura 36. Settori necrotici di diversa ampiezza.



Figura 37. Settori necrotici associati a cancri.



Figura 38. Necrosi sottocorticali di vario spessore.



Figura 39. Necrosi sottocorticale corrispondente a banda longitudinale appena percettibile in sezione trasversale.



Figura 40. Bande sottocorticali con tessuti ormai secchi (A) e ancora idratati (B).

si rendono visibili asportando la corteccia delle piante (Fig. 33). Molto spesso le bande interessano la totalità della pianta compreso il portainnesto (Fig. 34) e possono essere larghe, ben visibili, o molto strette, appena percettibili (Fig. 35). In sezione trasversale le bande corrispondono spesso a settori imbruniti ben definiti di color marrone più o meno chiaro (Fig. 36), che sono molto simili ai settori necrotici che si osservano in piante affette da Eutipiosi. Questi settori sono spesso collegati a cancri (Fig. 37), cioè a lesioni superficiali che non vengono mai rimarginate poiché l'attività parassitaria interessa anche i tessuti di cicatrizzazione.

Altre volte, le bande brune sottocorticali non corrispondono a settori ben definiti ma a necrosi di spessore variabile da circa 1 cm a frazioni di millimetro (Fig. 38 e 39); queste ultime risultano quasi invisibili in sezione trasversale. Quando corrispondono a settori

o a necrosi sottocorticali spesse, le bande appaiono disidratate, mentre quando le necrosi sottocorticali sono molto sottili i tessuti rimangono idratati (Fig. 40).

Tra i sintomi associati a deperimento da *Botryosphaeria* troviamo anche striature nel legno che in sezione trasversale appaiono come piccole macchie nere (Fig. 41 sinistra). Rispetto al sintomo descritto per il mal dell'esca queste punteggiature sembrerebbero più grosse e meno numerose, ma la distinzione visiva può risultare difficoltosa ed è necessario eseguire degli isolamenti per individuare il fungo che le ha causate. Infine possono manifestarsi degli imbrunimenti di varia forma, per esempio ad anello o a falce di luna (Fig. 41 centro e destra).

All'interno dei tessuti necrotizzati si può formare la carie bianca che rende il tessuto legnoso spugnoso, friabile, di colore giallo chiaro (Fig. 42). La ca-



Figura 41. Necrosi a forma di punteggiature (a sinistra), di anello (al centro) e di falce di luna (a destra).



Figura 42. Carie che si sviluppa all'interno di tessuti necrotici.



Figura 43. Carie estesa ad occupare tutti i tessuti necrotici di cui rimane solo il contorno.

rie può arrivare ad interessare tutta l'area necrotica, di cui rimane solo un contorno dello stesso colore (Fig. 43), ma non si estende mai ai tessuti sani. Quindi, la carie può comparire sia sulle viti affette da mal dell'esca che su quelle affette da deperimento da *Botryosphaeria*, contribuendo a deteriorare il legno e quindi a peggiorare lo stato sanitario della pianta. Anzi, la carie può svilupparsi anche all'interno di necrosi di origine non parassitaria, per esempio sui monconi morti di vecchi tralci (Fig. 44).



Figura 44. Sviluppo di carie sui tessuti necrotizzati di un moncone di tralcio.

Nelle piante giovani possono comparire tutti i sintomi descritti, carie compresa, ma di solito non tutti insieme e limitati a zone circoscritte. Fanno eccezione le bande necrotiche sottocorticali che possono estendersi per tutta la lunghezza della giovane pianta (Fig. 45). Sulle piante adulte, invece, può essere osservabile la concomitante presenza dei sintomi attribuiti al mal dell'esca e di quelli del deperimento da *Botryosphaeria* (Fig. 46) e, in quelle ormai vecchie, possono occurrere superfici molto estese (Fig. 47).



Figura 45. Pianta di 4 anni di età con necrosi sottocorticali molto estese.



Figura 46. Sovrapposizione di sintomi sulle stesse piante: punteggiature (a); necrosi circolare (b); settore necrotico (c); bande sottocorticali (d).



Figura 47. Forte compromissione dei tessuti legnosi.

PROBLEMATICHE LEGATE ALLA MANIFESTAZIONE DEI SINTOMI

Una delle caratteristiche delle malattie del legno è quella di non manifestare regolarmente i sintomi sulla chioma anche se il legno risulta infetto. Questo fenomeno è noto e segnalato soprattutto per il mal dell'esca, ma studi recenti fanno pensare che anche il deperimento da *Botryosphaeria* segua un andamento simile. D'altronde, poiché le due malattie coesistono spesso sulle stesse piante, è molto difficile fare distinzioni.

I dati riportati in figura 48 si riferiscono ad un monitoraggio sulle malattie del legno condotto nel corso di 10 anni su più di 1000 viti in un vigneto della cv Cannonau impiantato nel 1992 in Sardegna. La percentuale di piante con sintomi, cronici e acuti, nell'an-

no del rilievo (sintomi manifesti) non subisce una progressione costante con il procedere del tempo, ma oscilla da un anno all'altro. Infatti, molte delle piante che mostrano sintomi anche molto intensi in un anno, non ne mostrano l'anno successivo. Se prendiamo in esame, ad esempio, il 2006 (Tab.1), il 26,8% di piante con sintomi cronici è costituito da un 61,5% di piante che non avevano mai mostrato sintomi in precedenza, da un 27,9% di piante che avevano sintomi nel 2005 e da un 10,6% di piante che avevano sintomi nel 2004 o prima, ma non nel 2005. Inoltre, il 41% di queste piante non ha manifestato sintomi e non è morta l'anno successivo, il 2007. In pratica, ogni anno esiste una quota di piante che non manifesta sintomi (sintomi nascosti) pur avendoli manifestati in prece-

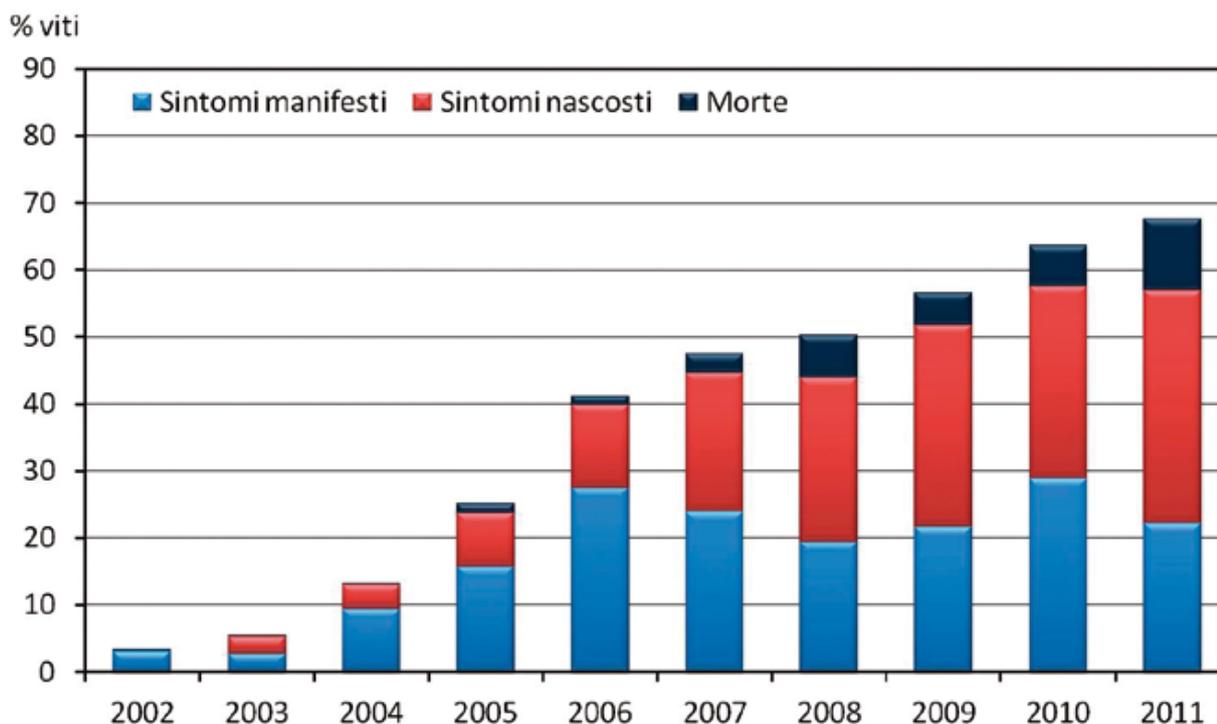


Figura 48. Percentuale di viti della cv Cannonau, impiantate nel 1992, con sintomi cronici e acuti nell'anno del rilievo (manifesti, colonna azzurra) e negli anni precedenti ma non nell'anno del rilievo (nascosti, colonna rossa). Infine piante morte (colonna blu scuro), cioè che non hanno più vegetato in toto o in parte (solo un cordone) nell'anno del rilievo.

denza. Quindi, l'incidenza della malattia nel vigneto è data dalla quota di piante con sintomi manifesti più quella di piante con sintomi nascosti (incidenza cumulata), più le piante morte. Se si considerano tutti questi aspetti, l'incidenza della malattia incrementa costantemente, non solo perché aumentano le piante infette, ma anche perché aumenta la probabilità di vedere i sintomi manifestarsi.

Inoltre, osservazioni compiute all'espianto di alcuni vigneti hanno dimostrato che il numero di piante con tessuti legnosi alterati (necrotizzati e/o cariati) è di gran lunga superiore al numero di piante sintomatiche, anche se questo viene rilevato in più anni. Per esempio, in un vigneto della cv Merlot con un'incidenza cumulata di piante sintomatiche rilevata in 6 anni pari al 40%, al momento dell'espianto, tutte le piante presentavano tessuti legnosi alterati.

Tutto ciò porta ad alcune considerazioni:

- è impossibile valutare l'incidenza della malattia con un solo anno di osservazione;

- è evidente la grande sproporzione tra alterazione del legno e sintomo fogliare, in pratica si riesce a vedere solo la punta dell'iceberg;



Figura 49. Sezione del fusto di pianta sintomatica in cui solo una piccola porzione è interessata da carie.

ANNO	Cron	New	y-1	≥ y-2	Risa	Apo	New	y0-1	≥ y-2	Euty	Risa
2002	3,0				81,0	0,2					0,0
2003	2,6	83,2	16,8		78,6	0,9	67,5	32,5		0,0	0,0
2004	9,3	84,3	5,4	10,3	51,1	0,5	66,7	0,0	33,3	0,0	0,0
2005	15,6	72,1	19,9	7,9	39,4	1,2	30,0	53	0,0	17,1	7,1
2006	26,8	61,5	27,9	10,6	41,0	1,8	22,5	50,0	15,0	12,5	11,3
2007	22,7	26,9	49,9	23,2	30,8	3,2	11,7	72,3	13,6	2,4	2,4
2008	17,7	19,8	43,2	36,9	36,8	4,0	21,5	63	12,7	2,9	0,0
2009	20,5	34,8	26,9	38,3	27,9	2,5	4,5	69,3	13,6	12,5	8,7
2010	27,3	29,1	34,6	36,3	30,5	2,8	3,1	64,6	32,3	0,0	0,0
2011	18,4	21,9	44,8	33,3	0,0	5,6	11,8	64,4	22,1	1,7	0,0
Media	16,4	48,2	29,9	24,6	41,7	2,3	26,6	52,1	17,8	5,5	2,9

Tabella 1. Percentuale di viti della cv Cannonau, impiantate nel 1992, con sintomi cronici (Cron) e acuti (Apo). Per ognuna di queste categorie è indicata la percentuale di piante (calcolata sul numero di piante per categoria) che non avevano mai mostrato sintomi in precedenza (New), che avevano mostrato sintomi l'anno prima (y-1), che avevano mostrato sintomi in precedenza ma non l'anno prima (≥ y-2) e di quelle che non hanno mostrato sintomi l'anno successivo (Risa). Per le percentuali di piante con sintomi acuti è indicata anche la percentuale di piante che negli anni precedenti avevano manifestato solo sintomi di eutipiosi (Euty).

- il periodo d'incubazione di queste malattie, cioè il periodo che intercorre tra l'infezione e la comparsa dei sintomi, può durare molti anni.

Questi sono gli aspetti che rendono subdole le malattie del legno: quando in un vigneto si iniziano a vedere le prime piante con sintomi è quasi certo che sia già infetto un numero molto maggiore di esse.

Nonostante i numerosi studi sull'argomento, il meccanismo dell'irregolarità nella manifestazione dei sintomi non è stato ancora completamente chiarito. Sembra però che la manifestazione dei sintomi sulla chioma sia dovuta più al trasporto xilematico di sostanze tossiche prodotte nel legno dai funghi patogeni che al mancato afflusso di acqua ed elementi nutritivi causato dalla compromissione del sistema vascolare. Infatti, i sintomi compaiono anche su piante giovani in cui la compromissione dei tessuti legnosi è limitata in estensione e non incide sostanzialmente sul flusso xilematico (Fig. 49). Viceversa, non è infrequente il caso di piante vecchie con tessuti legnosi molto compromessi che continuano a vegetare e talvolta anche a

produrre. Anche l'apoplezia, quindi, potrebbe essere indotta non solo da un ridotto afflusso di linfa grezza ma anche dall'alterazione della traspirazione indotta da sostanze tossiche prodotte dal fungo o dalla pianta stessa in risposta all'infezione.

Questa ipotesi è avvalorata dagli studi sulla relazione tra manifestazione dei sintomi ed andamento climatico, in particolare le precipitazioni. In generale, la maggiore piovosità favorisce la comparsa dei sintomi, probabilmente perché incrementa il flusso linfatico e quindi il trasporto di tossine. Una correlazione di questo tipo è stata rilevata anche in alcuni vigneti del Nord Sardegna, ma non è risultata sempre significativa. Una maggiore rispondenza è stata trovata tra l'incremento di piante sintomatiche e la temperatura nel periodo che va dalla fioritura all'invasatura, quando la malattia si esprime al massimo. Maggiore la temperatura, minore la percentuale di piante che mostrano sintomi cronici, probabilmente a causa della chiusura degli stomi e quindi della riduzione del flusso linfatico nei periodi molto caldi.

GLI AGENTI PATOGENI E LE SINDROMI CORRELATE

Le malattie da deperimento della vite appena descritte sono piuttosto complesse nella loro eziologia, ossia nell'identificazione delle cause. C'è però accordo tra gli studiosi nel considerarle malattie parassitarie causate da patogeni fungini presenti nei tessuti legnosi ed in particolare:

- *Phaeoconiella chlamydospora*, ma anche alcune specie di *Phaeoacremonium*, sono presenti nelle venature brune;
- *Phaeoconiella chlamydospora* e diverse specie di *Phaeoacremonium*, la più diffusa delle quali è *Pm. aleophilum*, sono presenti nelle necrosi circolari di colore bruno – rosato;
- diverse specie della famiglia *Botryosphaeriaceae* sono presenti nelle necrosi sottocorticali e settoriali, di colore marrone chiaro, nei cancri, ma anche in altri tipi di sintomi meno diffusi come venature brune, necrosi ad anello o a falce di luna;
- *Fomitiporia mediterranea* è presente nella carie.

F. mediterranea è l'agente di carie più diffuso nell'Europa meridionale, ma in altri Paesi europei ed extraeuropei sono state isolate altre specie di *Fomitiporia*. In casi meno frequenti la carie può essere causata da altri basidiomiceti tra cui anche *Phellinus igniarius* e *Stereum hirsutum*. I funghi del genere *Phaeoacremonium* e quelli della famiglia *Botryosphaeriaceae* sono ascomiceti, mentre *Pa. chlamydospora* è un fungo mitosporico, cioè per esso non si conosce una forma sessuata.

Come già detto, sezionando il fusto di una vite adulta con sintomi fogliari si possono osservare tutti i tipi di tessuti alterati descritti e da questi isolare i funghi ad essi associati. Tuttavia, la tendenza attuale è quella di considerare legate al mal dell'esca le venature brune e le necrosi circolari bruno rosato, da cui si isolano *Pa. chlamydospora* e diverse specie di *Phaeoacremonium*. Si tratta di funghi tracheifili, in grado cioè di invadere i vasi legnosi ed essere quindi trasportati all'interno della pianta con la corrente linfatica. Le venature brune non sono altro che gruppi di vasi necrotizzati privi di funzionalità. Alcuni ricercatori considerano il mal dell'esca una malattia vascolare e preferiscono chia-

marla “malattia delle tigrature”, riservando il nome mal dell'esca ai casi in cui sopraggiunge la carie, che aumenterebbe la probabilità di apoplessia.

Data l'estrema varietà di combinazioni tra i sintomi nel legno e tra questi e i sintomi sulla chioma, non tutti gli studiosi sono in accordo con questa teoria. D'altronde, tramite infezioni artificiali di barbatelle apparentemente sane, è stata dimostrata l'associazione tra questi funghi e la sintomatologia sul legno, mentre è tuttora molto difficile riuscire a riprodurre i sintomi sulla chioma. Quindi, per semplicità, in questo opuscolo manterremo il termine generico mal dell'esca, anche se è indubbio che la carie non sia un sintomo tipico di questa malattia, bensì un elemento aggiuntivo e indipendente capace di colonizzare qualsiasi tipo di tessuto necrotizzato e di aggravare, così, lo stato sanitario della pianta. Gli agenti di carie sono colonizzatori del legno, gli unici in grado di degradare la lignina e determinare il disfacimento dei tessuti legnosi (Fig. 50).

Phaeoconiella chlamydospora e diverse specie di *Phaeoacremonium* sono considerati gli agenti di un'altra malattia correlata al mal dell'esca: la malattia di Petri, che si manifesta su viti giovani con clorosi, scarso sviluppo, arresto della crescita. In Italia questa malattia



Figura 50. Crollo di una pianta con il legno fortemente degradato dalla carie.

è stata segnalata solo una volta, in Sicilia. Per quanto riguarda la Sardegna, invece, su viti giovani deperienti sono stati trovati di frequente funghi della famiglia delle *Botryosphaeriaceae*. Anzi, si è osservato che più giovane è la vite più esclusiva è la presenza di questi funghi. Man mano che la pianta cresce aumentano le probabilità di isolare anche i funghi tracheifili tipici dell'esca, che sembrerebbero quindi avvantaggiarsi delle condizioni di stress create dai primi e/o richiedere più tempo per la colonizzazione dei tessuti legnosi.

I funghi della famiglia delle *Botryosphaeriaceae* sono in grado di colonizzare i tessuti vegetali con estrema velocità, limitando così lo sviluppo di altri miceti. Tutte le parti della pianta, compresa la corteccia e lo xilema di fusti, cordoni e tralci, possono essere infettati da questi microrganismi.

Le specie della famiglia *Botryosphaeriaceae* sono state associate su vite ad una ampia gamma di sintomi di deperimento: mortalità delle gemme e dei germogli, escoriosi, cancri, disseccamenti del fusto o dei cordoni, clorosi e necrosi fogliari, marciumi del grappolo. Non è raro che la stessa sindrome, cioè un insieme di

sintomi, sia stata indicata con nomi diversi in Paesi diversi. D'altro canto, alla grande variabilità nell'espressione sintomatologica si deve aggiungere la grande varietà di specie che sono state isolate da vite e le difficoltà tassonomiche che ne hanno reso difficile la classificazione. Secondo gli studi tassonomici più recenti sono state segnalate come patogene su vite più di 20 specie, la maggior parte delle quali appartengono ai generi *Neofusicoccum* e *Lasiodiplodia*; ognuna è in grado di causare sintomi di vario tipo ma comuni alle altre specie. La loro patogenicità è stata ampiamente dimostrata riproducendo i sintomi sul legno tramite inoculazione artificiale di talee, germogli o tralci staccati, mentre, analogamente ai funghi dell'esca, risulta difficile riprodurre i sintomi sulla chioma. A ciò si aggiungano le differenze di virulenza tra le specie e tra isolati di una stessa specie, differenze spesso legate alla distribuzione geografica degli isolati. Non è quindi possibile identificare malattie specifiche e distinte. Attualmente, per indicare l'ampio numero di sintomi che le diverse specie di *Botryosphaeriaceae* possono causare su vite si utilizza il termine "deperimento da *Botryosphaeria*".

LA DIFFUSIONE

Pur trattandosi di specie diverse, in grado di causare malattie diverse, i funghi del legno hanno caratteristiche molto simili per quanto riguarda la modalità di infezione e di diffusione nel vigneto. Fondamentalmente le infezioni possono avvenire attraverso ferite che mettano a nudo il legno oppure col materiale di propagazione. Alcuni funghi sono in grado di penetrare anche attraverso aperture naturali, in particolare lenticelle, ma questa via di infezione è molto meno efficace rispetto alle ferite.

INFEZIONI ATTRAVERSO FERITE

È la modalità d'infezione più conosciuta. I funghi del legno si riproducono formando spore e conidi, spesso racchiusi entro corpi fruttiferi. Poiché si tratta di funghi estremamente polifagi, tali elementi si possono trovare su diverse piante legnose, coltivate e spontanee, arboree e arbustive, e costituiscono la sorgente di inoculo in natura. Di solito i corpi fruttiferi vengono prodotti su legno ormai necrotizzato come vecchie ferite di potatura, cordoni morti, ecc. È stata dimostrata anche la sopravvivenza epifittica, sotto forma di micelio e conidi, di *Pa. chlamydospora* e *Pm. aleophilum* su speroni, cordoni e persino sui viticci lignificati che rimangono sui fili metallici. Infine, i corpi fruttiferi delle specie di *Botryosphaeriaceae* si formano spesso sui tralci dell'anno rimanendo sui capi a frutto o sui residui di potatura a terra.

Le basidiospore dei funghi agenti della carie e le ascospore di *Pm. aleophilum* vengono rilasciate in condizioni di elevata umidità relativa ma diffuse dalle correnti d'aria anche a distanze considerevoli (parecchi chilometri). I conidi di *Pa. chlamydospora* e quelli delle specie di *Botryosphaeriaceae* (la produzione di ascospore da parte di queste ultime specie è molto rara) vengono diffusi dall'acqua piovana, di irrigazione o da rugiada. È stato dimostrato che il rilascio e la diffusione dei conidi di questi funghi è strettamente associata ad eventi piovosi anche di scarsa entità. Naturalmente le distanze cui può arrivare questo tipo di inoculo è commisurata alla distanza cui possono arrivare gli schizzi d'acqua. Uno studio recente ha dimostrato che durante un singolo evento piovoso, i conidi di specie di *Neofusicoccum* sono stati rinvenuti ad un massimo di due metri dalla fonte di inoculo. Data la polifagia dei funghi agenti di malattie del legno, è verosimile che ascospore e basidiospore possano arrivare anche da fonti distanti e diverse dalla vite, men-

tre le sorgenti dei conidi siano prevalentemente limitate all'interno o nelle vicinanze del vigneto.

Anche la contaminazione delle ferite avviene in periodi piovosi e con temperature miti. Infatti, in corrispondenza della ferita si devono creare le giuste condizioni di temperatura e umidità che consentano la germinazione di conidi o spore e l'accrescimento del micelio entro il legno esposto dalla ferita. Una sperimentazione compiuta in Sardegna ha dimostrato che la penetrazione di *Pa. chlamydospora* e *Pm. aleophilum* attraverso il taglio effettuato per la formazione degli speroni, comincia quando le temperature medie si assestano intorno ai 10°C (in tre anni di prove il raggiungimento di tale soglia è variato dalla prima decade di febbraio alla prima di marzo). Piogge regolari nello stesso periodo, o in quelli immediatamente successivi, favoriscono un numero maggiore di infezioni. Le infezioni di *Diplodia seriata* (una specie delle *Botryosphaeriaceae*), invece, avvengono anche con temperature medie inferiori, da gennaio in poi, ma il loro numero aumenta negli inverni particolarmente miti e piovosi. Diversi studi condotti in California e Sud Africa hanno dimostrato che le catture dei conidi di *Botryosphaeriaceae* avvengono anche a temperature comprese tra 3 e 7 °C purché in corrispondenza di eventi piovosi.

La contaminazione delle ferite di potatura e la successiva infezione, avvengono fondamentalmente tramite inoculo aereo. La possibilità che ciò possa avvenire attraverso gli attrezzi da taglio, precedentemente utilizzati su piante infette, è stata posta in discussione. Gli studi sul DNA di *F. mediterranea*, *Pa. chlamydospora* e *Pm. aleophilum* isolati da piante attigue di uno stesso vigneto sembrerebbero escludere questa possibilità. In pratica, l'elevata diversità genetica tra gli isolati deporrebbe a favore di una diffusione attraverso l'atmosfera di spore provenienti dallo stesso vigneto o da altre aree.

INFEZIONI ATTRAVERSO IL MATERIALE DI PROPAGAZIONE

L'introduzione dei funghi del legno in vigneto attraverso il materiale di propagazione è ormai un fatto associato sia per le specie di *Botryosphaeriaceae* che per i funghi tracheifili agenti del mal dell'esca. Diversi studi hanno dimostrato che le infezioni di questi funghi possono avvenire durante il processo di produzione delle barbatelle.

Innanzitutto possono essere infette le piante madri e di conseguenza il materiale da esse prelevato per innesti e talee. Infatti, sia *Pa. chlamydospora* che *Pm. aleophilum*, data la loro natura di funghi vascolari, possono contaminare i tralci delle piante madri utilizzati per la propagazione della vite. Anche le specie delle *Botryosphaeriaceae* possono colonizzare i tralci dell'anno utilizzati per la propagazione, in considerazione del fatto che possono formare su di essi i corpi fruttiferi.

La contaminazione delle barbatelle può avvenire anche durante le operazioni vivaistiche. D'altronde la presenza di ferite è quasi costante (le estremità delle talee, la ferita d'innesto, quelle effettuate durante la cimatura e la sbarbettatura) e l'inoculo può essere presente a vari livelli. Studi condotti in vivai di varie parti del mondo, Italia compresa, hanno dimostrato la presenza di *Pa. chlamydospora* sugli attrezzi da taglio, nell'acqua d'idratazione delle talee, nel materiale di forzatura e nel terreno dei barbatellai.

In uno studio condotto nel corso di tre anni in un vivaio della Sardegna e focalizzato su *Pa. chlamydospora*, questo fungo è stato trovato nel legno di talee ed innesti in varie fasi della filiera di produzione delle barbatelle. Tuttavia, le basse ed irregolari frequenze di isolamento non hanno consentito di stabilire quale sia la fase del processo vivaistico più a rischio di contaminazione. Altri studi hanno accertato la presenza di *Botryosphaeriaceae* in tutte le fasi del processo di produzione delle barbatelle ed in alcuni casi la percentuale d'isolamento di questi funghi è stata di gran lunga superiore a quella di altri funghi del legno.



Figura 51. Striature necrotiche corrispondenti al taglio alla base della talea e all'innesto. Il legno di nuova formazione è sano.

È importante sottolineare che nella quasi totalità dei casi le barbatelle contaminate con i funghi vascolari o con *Botryosphaeriaceae* appaiono in ottime condizioni vegetative. Inoltre, in una sperimentazione compiuta in Veneto, barbatelle prelevate da lotti contaminati con *Pa. chlamydospora* e messe a dimora hanno dato origine a viti perfettamente sviluppate che, dopo diversi anni, non hanno mai manifestato alcun fenomeno di deperimento. Anche la presenza di striature brune all'interno delle barbatelle non è necessariamente legata a quella di *Pa. chlamydospora* o *Pm. aleophilum*. Spesso queste striature partono da ferite (base della talea, punto d'innesto, gemme accecate, Fig. 51) e sono la conseguenza di normali fenomeni di cicatrizzazione come descritto in precedenza.

In base a quanto descritto è probabile che la contaminazione del materiale vivaistico possa giocare un ruolo nella diffusione di queste malattie, ma non sembrerebbe un ruolo fondamentale. Anche mettendo a dimora materiale sicuramente sano, la sua infezione è solo questione di tempo. L'inoculo aereo, infatti, può penetrare non solo attraverso le grosse ferite sul legno di due o più anni (che potrebbero essere più agevolmente protette con mastice o evitate), ma anche attraverso le ferite effettuate sui tralci di un anno per costituire i capi a frutto (Fig. 52). La sperimentazione già citata, compiuta in un vigneto del nord Sardegna, ha messo in evidenza che queste ferite rimangono recettive alle infezioni di *Pa. chlamydospora* e *Pm. aleophilum* (la sperimentazione con *D. seriata* necessita di ulteriori conferme) per almeno due mesi dopo la potatura. Altre prove, condotte sempre in Italia ma su piante in vaso, hanno dimostrato che tali funghi possono invadere il legno anche attraverso le ferite effettuate sui tralci erbacei, quindi, almeno teoricamente, attraverso le ferite effettuate con la cimatura.



Figura 52. I tagli effettuati per creare i capi a frutto possono consentire la penetrazione dei funghi nel legno.

I FATTORI PREDISPONENTI

I principali fattori che favoriscono lo sviluppo epidemico delle malattie del legno sono:

- la presenza o l'accumulo di legno morto in vigneto dove si possono differenziare i corpi fruttiferi dei funghi (Fig. 53);
- la presenza di numerose e ampie ferite che consentono la penetrazione dei patogeni nel legno;
- la presenza di piante debilitate da fattori di stress biotici ed abiotici.

Il permanere di cordoni o piante morte in vigneto (Fig. 54) accresce notevolmente la quantità d'inoculo a disposizione per dare l'avvio a nuove infezioni attraverso le ferite. Maggiore è la dimensione della ferita, maggiore sarà la probabilità di intercettare l'inoculo diffuso dall'aria o dall'acqua. Perciò, nonostante la penetrazione possa avvenire anche attraverso i tagli sui tralci dell'anno, le ferite sul tronco e sul cordone sono le più soggette alle infezioni (Fig. 55).

Piante debilitate da fattori di stress sono più suscettibili alle infezioni. Quest'ultimo punto appare complesso e articolato, ma di fondamentale importanza per lo sviluppo delle malattie del legno.

I funghi agenti di malattie del legno della vite non sono particolarmente aggressivi e sono considerati patogeni di debolezza. Per esempio, il decadimento del legno da parte di *F. mediterranea* si estende molto lentamente all'interno di tessuti legnosi necrotizzati a causa di fattori traumatici o dell'azione di altri funghi del legno. Tutti gli altri sono funghi in grado di svolgere parte della loro vita entro la pianta come



Figura 53. Corpo fruttifero di *Fomitiporia* sp. su un cordone morto rimasto in sito.

endofiti, cioè come organismi capaci di colonizzare il legno senza danneggiare in modo grave l'ospite, che non mostra sintomi. Tuttavia, gli endofiti veri e propri non diventano mai aggressivi causando sintomi, per cui si preferisce indicare col termine "patogeni latenti" tutti quei funghi in cui la fase endofitica può essere transitoria. Secondo alcuni autori, certe specie di *Botryosphaeriaceae* hanno anche una fase soprafitaria: a partire dalla corteccia della vite invadono i tessuti vascolari compromessi da fenomeni di tipo meccanico (ferite, piegatura eccessiva dei tralci, ecc.) e non più funzionanti. Il passaggio da endofita a patogeno è di solito mediato da condizioni di stress nella pianta.

In definitiva, è probabile che i sistemi di attacco di questi funghi non siano molto efficaci, oppure è la pianta che riesce a contrastare il processo infettivo mettendo in atto meccanismi di difesa chimici (produzione di resveratrolo e viniferine) e meccanici (barriere istologiche, ostruzioni dei vasi). Quindi, come per quasi tutte le malattie da deperimento di origine parassitaria, la progressione delle infezioni e dunque del danno, è in qualche modo legata alla concomitante azione debilitante di numerosi fattori biotici e abiotici che impediscono alla pianta di reagire e far fronte all'attacco dei patogeni.

I fattori di stress sono vari e numerosi ed interagiscono tra loro, spesso in modo sinergico. Di seguito sono elencati i più diffusi.

ATTACCHI PARASSITARI

Attacchi parassitari di vario tipo ed in particolare di virus e fitoplasmi, che causano malattie sistemiche, o di funghi e batteri, che colpiscono le radici (*Armillaria mellea* ed *Agrobacterium tumefaciens* rispettivamente), oltre a causare danni di per sé, influiscono negativamente sullo sviluppo della pianta predisponendola ad attacchi di ulteriori patogeni o aggravando gli effetti di altri fattori di stress. Il marciume radicale da *A. mellea* è molto diffuso anche in Sardegna. È frequente esaminare viti con sintomi di deperimento che, una volta estirpate, presentano chiari segni di sofferenza all'apparato radicale dove è possibile vedere ad occhio nudo il micelio bianco di *A. mellea* (Fig. 56). Su queste viti, quindi, il deperimento può avere duplice cau-



Figura 54. Cordoni morti rimasti in sito, tagliati e incastrati nei fili oppure buttati a terra.



Figura 55. Ampie ferite che possono aver consentito l'ingresso dei parassiti.

sa: marciume radicale e/o malattia del legno e l'una può favorire la progressione dell'altra.

LE FERITE

Le ferite accidentali o di potatura, oltre a costituire



Figura 56. Micelio bianco di *Armillaria mellea* su apparato radicale di vite.

una via di ingresso preferenziale per i funghi patogeni, indeboliscono la pianta che cerca di proteggersi provocando la morte dei tessuti periferici e creandone di nuovi per riparare la lesione. In questo modo la pianta impiega riserve nutrizionali per cicatrizzare i tessuti e queste risorse vengono sottratte ad altri processi vitali, per esempio quelli destinati alle reazioni di resistenza alle malattie.

INVECCHIAMENTO E SFRUTTAMENTO DEI VIGNETI

Una riduzione delle normali attività fisiologiche è insita nell'invecchiamento naturale ma può essere causata anche da un eccessivo sfruttamento della pianta. Viti che iniziano la carriera produttiva molto precocemente, già nei primissimi anni dopo l'impianto, invecchiano altrettanto precocemente. Non deve meravigliare, quindi, se vigneti di 10-15 anni, un tempo considerati in piena produttività, necessitano di essere spiantati a causa di un'elevata percentuale di fallanze e di viti scarsamente produttive o malate.

FATTORI AMBIENTALI AVVERSI

I fattori ambientali abiotici che possono indurre condizioni di stress nella pianta sono molteplici. In questa sede ne verranno esaminati alcuni che si ritengono particolarmente significativi per la frequenza con la quale si verificano.

Un primo fattore è la presenza di terreni pesanti che favoriscono il ristagno idrico e ostacolano la crescita della radice. A volte, anche in assenza di terreni particolarmente pesanti, quando si lavora il terreno sempre alla stessa profondità si possono formare suole di lavorazione impermeabili che hanno lo stesso effetto del

terreno pesante. Quando si vanno ad estirpare piante che si sospetta siano affette da malattie del legno, è abbastanza comune rilevare apparati radicali con crescita irregolare e ricacci di radici dalla parte più alta del portainnesto (Fig. 57). Questa situazione è spesso accompagnata da un difetto nell'impianto delle barbatelle che vengono inserite nel terreno con le radici piegate. È evidente che una radice asfittica e poco approfondita nel terreno non può sostenere adeguatamente lo sviluppo regolare della pianta. Inoltre, una situazione di questo tipo si accompagna molto spesso al marciume radicale, che si avvantaggia in terreni molto umidi.



Figura 57. Esempi di apparati radicali sviluppati in terreni asfittici.

Una delle condizioni ambientali più debilitanti è lo stress idrico. Una pianta in pieno turgore non riesce a modificare rapidamente l'apertura stomatica per cui il sopraggiungere improvviso di ondate di calore, soprattutto se accompagnate da vento secco e se seguiti a periodi piovosi o irrigui, causa una traspirazione rapida e consistente. Questa traspirazione può essere talmente intensa da non poter essere bilanciata adeguatamente dall'assorbimento radicale, o per l'insufficienza di acqua nel terreno o per lo scarso sviluppo delle radici e del fusto. Come conseguenza si verifica l'appassimento della vegetazione che, se non è troppo spinto, può essere reversibile una volta ripristinata l'acqua perduta. Tuttavia, durante questo processo avvengono nel legno dei cambiamenti irreversibili. La forte traspirazione causa una depressione all'interno dei vasi legnosi, tanto più forte quanto più lento è l'assorbimento radicale, fino ad arrivare alla rottura della colonna d'acqua con formazione di bolle d'aria. In corrispondenza di queste bolle i tessuti si disidratano e necrotizzano compromettendo la funzionalità del vaso. La pianta reagisce formando tille che a loro volta causano nuove tensioni nei vasi vicini. Ne deriva che la formazione di bolle d'aria e tille è più abbondante nelle piante vigorose che esercitano una forza traspirante maggiore, ancor più se non sono sostenute da un



Figura 58. Vite apoplettica di 4 anni. Si noti lo squilibrio tra lo sviluppo vegetativo e produttivo da una parte e lo spessore del fusto dall'altra.

apparato radicale adeguatamente sviluppato. Quindi, non solo il legno debilitato costituisce un substrato ideale per lo sviluppo di patogeni di debolezza, ma nelle condizioni più estreme si può arrivare alla morte della pianta, anche senza l'intervento di parassiti.

ECCESSO DI VIGORIA

Le condizioni debilitanti sopra esposte sono strettamente legate all'eccesso di vigoria.

Tutte le specie di *Vitis* e tutte le cultivar di *Vitis vinifera*, quindi portainnesti e varietà produttive, sono suscettibili alle malattie del legno. La maggiore o minore predisposizione a contrarle e manifestarle sembra legata più alla vigoria della varietà che a caratteristiche genetiche specifiche. In particolare, le varietà produttive più vigorose sono maggiormente soggette all'attacco dei funghi del legno, ma anche quelle meno vigorose se in combinazioni con particolari portainnesti. Infatti, l'eccessivo sviluppo vegetativo e produttivo distoglie energie dai processi di maturazione e indurimento dei tessuti che conferiscono resistenza alla pianta. Interferenze nell'accumulo di sostanze di riserva nel legno rendono la pianta più suscettibile a condizioni ambientali avverse come le gelate invernali, anche di modesta entità, e possono ostacolare o rallentare la ripresa vegetativa in primavera. Infine, piante eccessivamente sviluppate hanno bisogno di potature che determinano la formazione di grossi tagli e quindi facilitano l'ingresso dei parassiti.

L'eccessivo vigore vegetativo può essere indotto anche dalle pratiche colturali e in particolare dalla forzatura delle piante con concimazioni azotate ed irrigazioni eccessive o da forme di allevamento espanse. La tendenza a forzare le piante può avere effetti deleteri soprattutto su quelle giovani. L'ottenimento di produzioni molto elevate fin dai primi anni di vita determina uno sviluppo disarmonico della pianta. Nel corso degli anni questa si ritroverà con una chioma spropositata rispetto alle dimensioni dell'apparato radicale e del fusto che si sviluppano più lentamente, soprattutto in queste condizioni (Fig. 58). Infatti, le sostanze nutritive vengono dirottate e utilizzate preferenzialmente per la maturazione dei grappoli. Lo sviluppo disarmonico della pianta aumenta la sua suscettibilità agli stress idrici e nutrizionali.

LA PREVENZIONE

In base a quanto descritto, appare chiaro che la complessità delle malattie del legno della vite, in particolare mal dell'esca e deperimento da *Botryosphaeria*, rendono difficile il compito del fitoiatra. L'aspetto più subdolo è il loro lento sviluppo e la manifestazione irregolare dei sintomi e infatti, quando compaiono le prime piante sintomatiche un numero molto più grande di individui è già stato contaminato. Perciò, quando si decide di intervenire di solito è troppo tardi. Di conseguenza, l'arma più efficace contro queste malattie non può essere altro che la prevenzione, che deve operare prevalentemente attraverso le buone pratiche colturali, fin dall'impianto del vigneto. Anche se non garantiscono il contenimento di queste malattie, le pratiche agronomiche sono fondamentali per mantenere quanto più a lungo possibile la produttività del vigneto.

Inoltre, considerata la facilità con cui una vite può infettarsi, è praticamente impossibile evitare che ciò accada: da una parte la presenza di spore e conidi nell'aria è assicurata dall'estrema polifagia degli agenti patogeni, dall'altra le normali pratiche colturali assicurano una costante disponibilità di vie d'ingresso. D'altra parte, è altrettanto impossibile risanare una pianta infetta, soprattutto con mezzi chimici. Anche se disponessimo di sostanze attive efficaci, esistono molte difficoltà applicative, prima fra tutte l'impossibilità di individuare per tempo le piante con alterazioni del legno poco estese (le uniche dove si potrebbe avere qualche possibilità di successo), a causa dell'irregolarità nella comparsa dei sintomi sulla chioma. Infatti il trattamento deve essere individuale, eseguito pianta per pianta con un palo iniettore in corrispondenza dell'apparato radicale o con apposite siringhe sul fusto.

L'unico modo per tentare di risanare una pianta infetta è quello di eseguire drastici interventi cesori di recupero. Il procedimento è il seguente:

- capitozzare la pianta fino ad eliminare ogni traccia di necrosi nel legno;
- recuperare un germoglio robusto per ricostruire la chioma;
- eliminare il vecchio tronco quanto prima e proteggere col mastice il moncone rimasto.

Se le piante da ricappare sono tante, l'intervento è piuttosto oneroso e si può avere una disomogeneità del prodotto. In ogni caso, attualmente è l'unico intervento di risanamento in grado di dare risultati positivi, sempre che venga applicato tempestivamente, ossia prima che le alterazioni del legno interessino tutto il fusto.

Considerate le difficoltà oggettive appena esposte, i mezzi di lotta a disposizione non ci consentono di evitare che le piante si ammalinino ma ci aiutano a limitare i danni. A tal fine bisogna agire mirando alla:

- produzione di materiale vivaistico a ridotto rischio d'infezione;
- riduzione delle infezioni attraverso l'abbattimento dell'inoculo dei patogeni e la protezione delle vie di penetrazione;
- riduzione degli effetti della malattia per mantenere il più a lungo possibile la produttività dell'impianto.

Dato lo scopo di questa pubblicazione non saranno prese in considerazione le misure di prevenzione in vivaio.

RIDUZIONE DELLE INFEZIONI

La maggior parte delle infezioni avviene attraverso le ferite di potatura, quindi questa operazione deve seguire alcune regole. Prima di procedere bisognerebbe eliminare le fonti d'inoculo presenti in vigneto, cioè le piante morte o parti di esse (cordoni morti), e distruggerle immediatamente col fuoco. Si otterranno risultati migliori se l'operazione di bonifica è collettiva e generalizzata a tutti i vigneti della zona. Un'altra precauzione importante, anche se difficilmente realizzabile, è quella di potare con tempo asciutto e senza vento. L'aspetto più importante è l'assenza di pioggia, poiché quest'ultima favorisce non solo la diffusione dei conidi, ma anche il rilascio delle spore dai corpi fruttiferi e la germinazione di entrambi. Sembra meno importante, invece, la potatura separata delle viti che mostrano sintomi, vista la scarsa probabilità di trasferire inoculo con gli attrezzi da taglio.

La potatura tardiva viene di solito consigliata in quanto le ferite fatte prima della ripresa vegetativa cicatrizza-

zano più rapidamente. Tuttavia, in questo periodo le condizioni ambientali sono più favorevoli alla riproduzione dei funghi e alle infezioni. Lo studio sulla recettività delle ferite di potatura compiuto in Sardegna, dimostra che in alcuni casi le ferite effettuate sui tralci di un anno subito prima o in corrispondenza del pianto si infettano in percentuale maggiore rispetto a quelle fatte in pieno riposo invernale. Questi dati confermano altri studi condotti in California riguardo i funghi dell'esca. In altre prove condotte sempre in California, invece, è stato dimostrato che la suscettibilità dei tagli di potatura alle infezioni da parte di due specie di *Botryosphaeriaceae* (*Lasiodiplodia theobromae* e *Neofusicoccum parvum*) è significativamente più alta nel periodo dicembre-gennaio rispetto al periodo febbraio-marzo. In studi più recenti condotti in Catalogna, la percentuale di infezioni naturali da parte di alcune *Botryosphaeriaceae* (*Botryosphaeria dothidea*, *D. seriata* e *N. parvum*) e di *Pa. chlamydospora* è risultata inferiore a seguito di una potatura eseguita nel periodo autunnale (novembre) rispetto a quella effettuata durante l'inverno (febbraio). La diversità dei risultati non deve meravigliare poiché si tratta di studi condotti con funghi diversi su cultivar diverse in condizioni ambientali diverse. Inoltre, alcuni studi riguardano infezioni artificiali e altri infezioni naturali. Di fatto, almeno in clima mediterraneo, sembrerebbe più utile potare quando il freddo impedisce o limita la diffusione dell'inoculo.

Un aspetto critico riguarda il destino dei tralci eliminati con la potatura. Si va diffondendo sempre più la pratica di trinciarli nell'interfilare per arricchire il terreno di sostanza organica e ridurre i costi di rimozione. Questa pratica può incrementare la quantità d'inoculo presente in vigneto? Per quanto riguarda i funghi tracheifili (mal dell'esca) e gli agenti di carie, la presenza di corpi fruttiferi sui tralci dell'anno non è stata dimostrata. Al contrario, possono essere presenti i corpi fruttiferi di specie di *Botryosphaeriaceae*. In questo caso la trinciatura dei tralci potrebbe realmente incrementare le possibilità di infezione delle viti anzi, non è escluso che l'incremento sostanziale del deperimento da *Botryosphaeria* registrato in Sardegna nell'ultimo decennio sia legato al diffondersi di questa pratica. Poiché la presenza di corpi fruttiferi è spesso legata allo sbiancamento del tralcio, se le piante con questo sintomo fossero numerose sarebbe opportuno asportare completamente i residui di potatura e bruciarli immediatamente.

Poiché le ferite sui capi a frutto non possono essere evitate, è importante ridurre per quanto possibile i

tagli ampi utilizzando sistemi di potatura meno invasivi. Si va diffondendo sempre più un tipo di potatura, introdotta in Francia alla fine degli anni '20 (Guyot-Poussard) e ripresa recentemente in Italia da Simonit&Sirch, che rispetta il flusso linfatico della pianta riducendo la dimensione dei tagli ed evitando quelli rasi. Se comunque è necessario fare tagli di dimensioni importanti, questi devono essere protetti con mastice fin dall'impianto.

Più complessa risulta la protezione delle ferite sui capi a frutto. Poiché non è sostenibile trattarle una per una è necessario utilizzare sostanze attive da distribuire con una normale irroratrice su tutto il vigneto. Per quanto riguarda i fungicidi chimici, i più efficaci ed a più ampio spettro risultano gli inibitori della biosintesi degli steroli (IBS) e i benzimidazoli, anche se molti di questi ultimi sono stati ormai revocati. Per l'applicazione pratica devono però essere superati alcuni ostacoli. Il problema principale è la durata della protezione che, dagli studi compiuti in Sardegna ed in altre parti del mondo, deve essere superiore a due mesi. Tale periodo difficilmente potrà essere coperto da un solo trattamento con un prodotto chimico, mentre è più probabile che ciò possa essere realizzato con un prodotto biologico e quindi con un antagonista che sia in grado di colonizzare attivamente le superfici di taglio impedendo l'ingresso dei funghi parassiti.

La sperimentazione sul trattamento delle ferite di potatura con agenti di lotta biologica ha portato di recente alla commercializzazione di diversi formulati a base di due ceppi del genere fungino *Trichoderma*: *T. asperellum* (ICC 012) e *T. gamsii* (ICC 080). Sono funghi antagonisti in grado di competere con altri microrganismi, tra cui gli agenti patogeni, per l'occupazione dello spazio e l'utilizzazione del nutrimento. Inoltre producono sostanze tossiche e possono parassitizzare altri funghi. È però importante che trovino condizioni idonee alla loro sopravvivenza ed alla realizzazione dell'antagonismo. Per questi motivi si consiglia di intervenire tra metà marzo e inizi di aprile, quando è più probabile che le condizioni ambientali siano favorevoli all'attività dei funghi antagonisti (temperature medie stabilizzate su 10 °C e sufficiente umidità). Inoltre, in questo periodo il "pianto" della vite fornisce abbondante sostanza nutritiva per l'insediamento dell'antagonista. Tuttavia sarebbe meglio che la potatura avvenisse il più vicino possibile al trattamento, anche se gli antagonisti sono in grado di colonizzare ferite vecchie di 4 mesi. Questa precauzione impedisce che, nel periodo che intercorre tra la potatura ed il trattamento, sulla ferita si possano stabilire altri microrganismi,

anche saprofiti, che potrebbero ostacolare la colonizzazione della stessa da parte dei ceppi di *Trichoderma*. Purtroppo, le condizioni che favoriscono gli antagonisti favoriscono anche i patogeni e, come detto prima, è preferibile potare in pieno inverno. D'altronde in Sardegna gli inverni non sono mai così freddi da ostacolare in modo deciso lo sviluppo degli antagonisti sulla superficie di taglio. Una volta stabiliti sulla ferita, la sperimentazione ha messo in evidenza che possono rimanere attivi per almeno 60 giorni in vigneto e per più di 8 mesi su piante in vaso allevate all'aperto.

La più recente sperimentazione, condotta in diversi vigneti del centro e nord Italia, ha messo in evidenza che dopo due – tre anni di trattamento con i due ceppi di *Trichoderma* al momento del pianto, si assiste ad una riduzione significativa di viti sintomatiche rispetto alle parcelle non trattate. Si ipotizza che ciò sia determinato da una riduzione delle reinfezioni annuali che, a prescindere dall'estensione dei tessuti legnosi alterati, sembrano legate alla manifestazione esterna dei sintomi fogliari. Gli stessi risultati non sono stati ottenuti in alcuni vigneti in cattive condizioni vegetative e con un'elevata incidenza di piante sintomatiche e morte, a riprova dell'efficacia preventiva del trattamento.

RIDUZIONE DEGLI EFFETTI DELLA MALATTIA

Tutte le precauzioni descritte non impediscono che possano verificarsi le infezioni, ma possono ridurne dra-

sticamente il numero. È stato sottolineato nei capitoli precedenti quanto sia importante che la pianta abbia la possibilità di difendersi da sola, soprattutto contro parassiti di debolezza quali i funghi agenti di malattie del legno. Perciò, tutti gli interventi finalizzati a mantenere le piante in buone condizioni vegetative sono utili per minimizzare gli effetti della malattia. Infatti, le piante colpite dalle malattie del legno possono avere una produzione quantitativamente e qualitativamente normale negli anni in cui non manifestano sintomi.

Anche in questo caso bisogna partire dall'impianto del vigneto, che deve essere effettuato in ambienti e terreni favorevoli ad una crescita regolare delle piante, crescita che deve essere assistita da operazioni colturali volte a consentire lo sviluppo armonico delle viti evitando gli eccessi di vigore. In particolare, si deve evitare di forzare la pianta nei primi anni di vita, ma lasciare che essa sfrutti la maggior parte delle sue risorse per sviluppare un adeguato apparato radicale e un fusto con un sistema vascolare privo di alterazioni.

Il materiale da trapianto deve essere in buone condizioni vegetative e pertanto è consigliabile ricorrere a quello certificato. Anche se la certificazione non esclude la presenza di patogeni fungini del legno (che però, come già detto, non sembrerebbe determinante), il materiale di propagazione privo di virus e fitoplasmi risulterà in migliori condizioni vegetative rispetto a quello non certificato e potrà affrancarsi più rapidamente originando piante robuste, in grado di reagire ad infezioni di qualsiasi tipo.

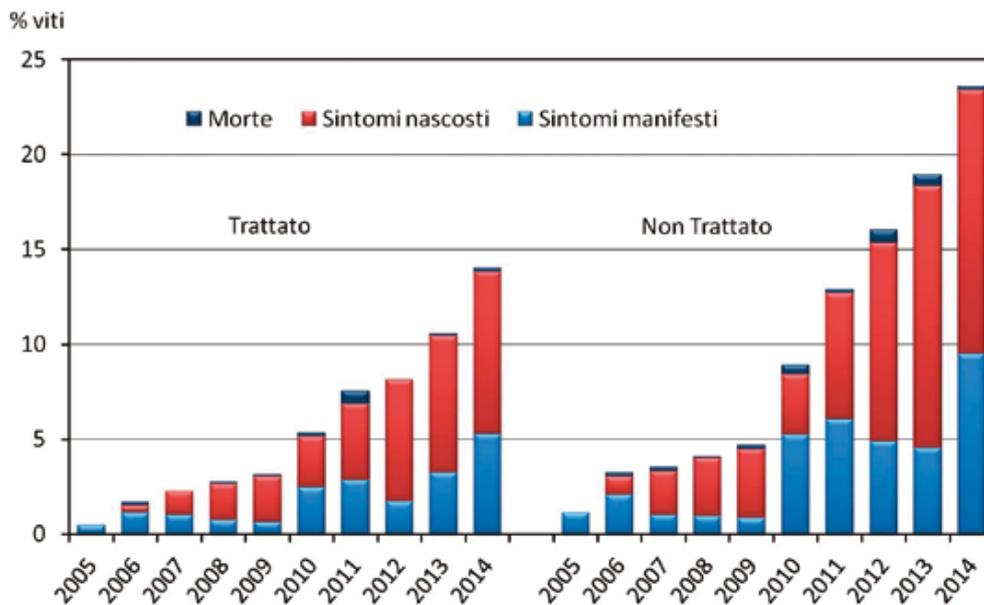


Figura 59. Percentuale di viti con sintomi cronici e acuti e di viti morte della cv Merlot (impiantate nel 1998) nella tesi trattata con fosetil alluminio ed in quella non trattata. Per la spiegazione della legenda vedi Figura 48.

Negli ultimi anni sono stati ottenuti discreti risultati ricorrendo a sostanze che stimolano le difese della pianta come per esempio il fosetil alluminio, utilizzato comunemente come antiperonosporico. Trattamenti con questo induttore di resistenza hanno determinato una sensibile riduzione delle aree necrotiche nei tessuti legnosi in seguito ad inoculazione con *Pa. chlamydospora*, mentre iniezioni nel legno di piante capitozzate e poi ricostruite hanno ridotto in modo significativo la gravità dei sintomi fogliari di mal dell'esca. Però non si è avuta nessuna azione curativa e gli effetti positivi sono valutabili a lungo termine in vigneti "equilibrati".

Per capire meglio come possano agire questi trattamenti si riportano i dati di una sperimentazione compiuta in Sardegna su un vigneto della cv Merlot impiantato nel 1998. Per i primi anni, in una parte del vigneto i trattamenti antiperonosporici a cavallo della fioritura sono stati eseguiti con prodotti a base di fosetil alluminio (2-3 trattamenti all'anno), mentre la restante parte è stata trattata con altri antiperonosporici. I rilievi effettuati su circa 1060 viti per tesi dal 2005 al 2014 (Fig. 59) mettono in evidenza che le piante sintomatiche si sono manifestate in entrambe le tesi, ma in percentuali decisamente inferiori nella tesi trattata con fosetil alluminio. Anche considerando i sintomi cumulati in 10 anni e distinguendoli per categoria, la tesi trattata con fosetil alluminio mostra sempre le percentuali inferiori (Fig. 60).

Tra gli altri tipi di sostanze utilizzate per favorire la resistenza della pianta ci sono i biostimolanti (sostanze che influenzano la fisiologia della pianta migliorandone la crescita e la resistenza agli stress) ed i concimi

fogliari. Trattamenti pluriennali con biostimolanti su vigneti di 15 – 20 anni hanno ridotto la percentuale di mortalità, ma hanno aumentato l'incidenza di viti con sintomi cronici di esca. In prove su piante in vaso inoculate artificialmente con *Pa. chlamydospora*, invece, le stesse sostanze hanno ridotto l'estensione della necrosi. Si ribadisce, quindi, la necessità di intervenire preventivamente su piante sane o in fasi iniziali della malattia.

Gli studi più recenti, indirizzati allo studio dello stato nutrizionale delle viti colpite da mal dell'esca, hanno evidenziato che alcuni elementi come il calcio possono raggiungere concentrazioni molto elevate in piante infette ma prive di sintomi. In una sperimentazione compiuta nelle Marche, nove trattamenti fogliari eseguiti ad intervalli di 10 giorni con cloruro di calcio e nitrato di magnesio addizionati con estratto di alghe brune, hanno significativamente ridotto la manifestazione dei sintomi fogliari rispetto alle viti non trattate. Nessuno dei tre componenti somministrato singolarmente ha consentito di ottenere lo stesso risultato. La miscela sembra stimolare le reazioni di resistenza della pianta ed interferire col meccanismo, ancora ignoto, di induzione dei sintomi fogliari; non è stata rilevata, invece, alcuna azione diretta contro i funghi patogeni. Il ruolo dell'estratto di alghe sarebbe quello di facilitare il trasporto degli elementi minerali.

In conclusione, le malattie del legno non possono essere evitate ma contenute a livelli accettabili. Ciò è possibile con una gestione oculata del vigneto fin dal suo impianto e ricorrendo all'integrazione di tutti i mezzi a disposizione, soprattutto di quelli agronomici.

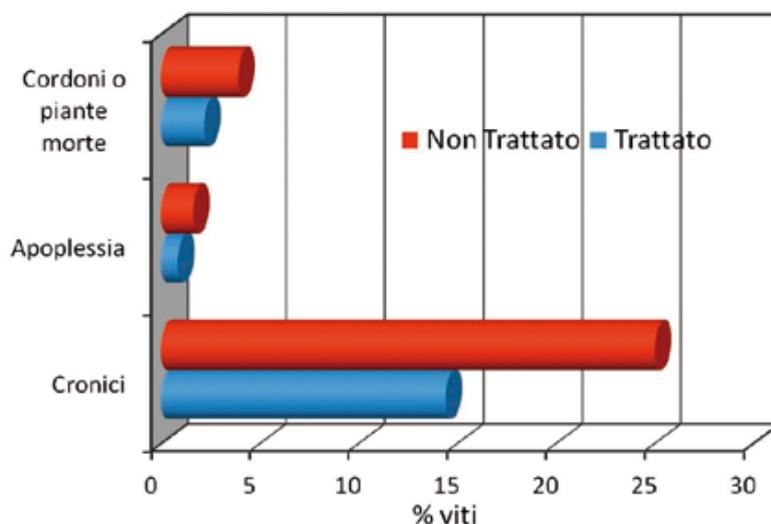


Figura 60. Percentuale cumulata in 10 anni di viti con sintomi cronici e acuti e di viti morte della cv Merlot (impiantate nel 1998) nella tesi trattata con fosetil alluminio ed in quella non trattata.

Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Sardegna

Misura 111 – Progetto esecutivo STDR/PSR/111/2013/10

“Azioni informative per l'innovazione del comparto vitivinicolo in Sardegna”



Fondo europeo agricolo
per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



Repubblica Italiana



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

