

Peronospora della vite

→ *Plasmopara viticola*
(Berk et Curt.) Berl. et De Toni

→ Divisione: *Eumycota*
→ Sottodiv.: *Mastigomycotina*
→ Classe: *Oomycetes*

Piante ospiti: vite

Identificazione e sintomi

La Peronospora della vite rappresenta una delle più gravi micopatie della vite europea coltivata (*Vitis vinifera*); questa malattia è presente in Europa dal 1878, quando venne segnalata in alcuni vigneti francesi, probabilmente introdotta dall'America mediante materiale di propagazione che, a quel tempo, era importato per effettuare le prime prove di resistenza alla Fillossera. Il fungo colpisce quasi tutti gli organi erbacei: foglie, germogli, infiorescenze ed infruttescenze con sintomi tipici e caratteristici; particolarmente gravi so-



Fig. 192. Classiche macchie d'olio su foglie.



Fig. 193. Pagina inferiore della foglia, fase di evasione con comparsa della caratteristica muffetta bianca.

no gli attacchi al grappolo che determinano, in particolari situazioni, abbattimenti della produzione sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo.

Sintomi sulle foglie

Le foglie diventano suscettibili all'attacco appena gli stomi divengono funzionanti (la foglia ha in questo momento una dimensione di qualche centimetro di diametro); la sintomatologia può essere duplice: a macchia d'olio o a mosaico.

La sintomatologia a **macchia d'olio** è tipica delle prime infezioni peronosporiche (quelle primaverili) con umidità elevata e temperatura media non troppo alta.

Si evidenzia con chiazze tondeggianti, inizialmente verde più chiaro quindi giallastre, sparse sul lembo.

Queste chiazze evidenziano, nella pagina superiore della foglia, un aspetto traslucido-edematoso tale da farlo definire "a macchia d'olio". Le macchie possono localizzarsi anche ai bordi fogliari con aspetti polimorfici.

Nella pagina inferiore, in corrispondenza delle "macchie d'olio" e soprattutto in condizioni di elevata umidità, compare un feltro miceliare biancastro (fruttificazioni conidiche).

Infine la macchia, per il completamento del ciclo fungino, necrotizza, partendo generalmente dal centro, producendo disseccamenti localizzati (i tessuti necrotici centrali spesso si lacerano) che possono provocare un'anticipata caduta della foglia.

In caso di attacchi massicci si possono avere gravissime filloptosi totali.

La sintomatologia a **mosaico** è tipica delle foglie più vecchie e specialmente in attacchi tardivi di piena o fine estate, nei quali l'attacco peronosporico si evidenzia anche sulle femminelle.

La sintomatologia a mosaico si manifesta con piccole macchie clorotiche (poi necrotiche) localizzate soprattutto vicino alle nervature e sparse, in modo più numeroso, su tutto il lembo; an-

che in questo caso, nella pagina inferiore della foglia si notano piccoli ciuffi di micelio in corrispondenza della mosaicatura (micelio più rado).

Sintomi sul grappolo

L'attacco peronosporico precoce, che può avvenire dalla prefioritura e protrarsi a fine fioritura, si evidenzia con un'improvvisa deformazione della parte terminale del grappolo che si **incurva ad uncino** ed assume una colorazione brunastra, come se fosse stato scottato (allessatura); successivamente, soprattutto in condizioni di elevata umidità, tutto il grappolo si ricopre della caratteristica muffetta biancastra.

In post-allegagione il grappolo può essere colpito dalla peronospora la quale entra attraverso gli stomi dei piccoli acini fino a che questi (gli stomi) non vengono atrofizzati (acini di circa 2 mm di diametro); dopo questo momento la peronospora può "entrare" nel grappolo solo attraverso il peduncolo.

Generalmente l'infezione del giovane grappolo si manifesta con gli stessi sintomi evidenziati nell'infiorescenza: i piccoli acini si ricoprono di una muffetta biancastra ed il rachide diviene allessato e spesso contorto (**curvato a "S"**).

Nei casi in cui l'infezione si manifesta tardivamente, sui grappoli i cui acini sono già ingrossati oppure già "invaiaiti", non compare nessuna muffa sugli acini; questi, invece, subiscono una forte disidratazione, quindi imbruniscono (con sfumature più o meno violacee a seconda dello stadio di invaiatura) e disseccano.

Questa sintomatologia, che può interessare tutto o parte del grappolo, è conosciuta anche come **Peronospora larvata**.

Sintomi sui germogli e sui tralci

L'attacco peronosporico si evidenzia, nei germogli erbacei, con allessature ed imbrunimenti; nel giovane tralcio si



Fig. 194. Sintomatologia tardiva a mosaico su foglia.

evidenziano portamenti contorti specialmente nella parte terminale. In entrambi i casi, alla fine del ciclo compare la muffetta biancastra.

Nei tralci in fase di lignificazione l'infezione è meno evidente e si manifesta con lesioni dei tessuti corticali e piccoli cancri; in ogni caso i tralci sono meno recettivi degli altri organi e la recettività diminuisce con l'avanzare del processo di lignificazione.

Nel complesso i danni di un attacco di *Peronospora* dipendono dalla fase fenologica in cui si verificano le infezioni; le fasi fenologiche più delicate e che, se attaccate, provocano il maggior danno alla produzione sono quelle che vanno dall'inizio fioritura all'allegagione.

L'intensità del danno, a prescindere dalla fase fenologica, dipende anche dalle condizioni termo-igrometriche, durante e dopo l'evento infettivo, dal grado e dalla virulenza delle eventuali reinfezioni.

In ogni caso i danni provocati sono:

- perdita quantitativa di produzione;
- qualità scadente dei vini prodotti con uve "peronosporate";
- generale deperimento sanitario della pianta e maggiore suscettibilità ad altre fitopatie, specialmente degli organi permanenti, in caso di gravi defogliazioni precoci.

Ciclo biologico ed epidemiologia

La *Peronospora*, fungo Oomicete, supera l'inverno come spora sessuata, detta **oospora**, nella vegetazione infetta (foglie) che rimane sul terreno sotto le viti. Queste oospori si formano in

autunno, dentro al mesofillo delle foglie colpite, per coniugazione dei gametangi maschili (anteridi) con quelli femminili (oogoni), formati nel micelio endofitico infettante; pertanto l'oospora rappresenta una forma di conservazione sessuata del fungo.

In primavera le infezioni hanno inizio quando si raggiungono, contemporaneamente, determinate condizioni micro-climatiche, conosciute come la **regola dei "tre dieci"**, che possono essere sintetizzate come segue:

- la temperatura si deve mantenere sopra i 10 °C;
- la lunghezza media dei giovani germogli deve essere di circa 10 centimetri (parametro importante per la recettività degli stomi);
- la piovosità, degli ultimi uno o due giorni, deve essere stata di almeno 10 mm di acqua. Questa piovosità, mediamente abbondante, è necessaria per fare "schizzare" le spore, o i loro elementi germinativi, sulla vegetazione (la propagazione dei germi infettanti può essere anche anemofila); affinché il fungo entri dagli stomi, infatti, occorre che vi sia la bagnatura degli organi vegetali per alcune ore per consentire alle zoospore, che si muovono nuotando nel velo d'acqua che ricopre la foglia, di produrre il tubo pre-micelico di germinazione che penetra nella camera sottostomatica.

Queste tre condizioni, che sono solo indicative, individuano un periodo di tempo entro il quale si ha la massima probabilità dell'inizio del ciclo peronosporico.

Quando queste condizioni si verificano le oospori svernanti germinano producendo una ifa, portante all'apice un macroconidio o zoosporangio, che viene, per effetto della pioggia o del vento, trasportato sulla vegetazione, dove libera moltissime zoospore flagellate che sono gli elementi infettanti. Le zoospore nuotano nel velo liquido fino a raggiungere gli stomi della pagina fogliare inferiore; in corrispondenza degli stomi, le zoospore germinano, producendo un tubetto pre-micelico che entra nella camera sottostomatica. Il micelio si accresce e si diffonde attraverso gli spazi intercellulari, dapprima del parenchima lacunoso poi, via



Fig. 195. Caratteristico incurvamento dell'infiorescenza conseguente ad un attacco di *Peronospora*.



Fig. 196. Evasione di *Plasmopara viticola* su grappolo.

via verso la pagina superiore, nel mesofillo e nel tessuto a palizzata. Nel suo percorso intercellulare il micelio differenzia degli **austori** con i quali perfora le cellule e ne "succhia" il contenuto, determinando la morte delle cellule stesse. Quando il micelio, partito dalla camera sottostomatica, ha raggiunto e parassitizzato la corrispondente porzione di mesofillo a palizzata, ha cioè raggiunto la pagina superiore, l'infezione si evidenzia con la tipica "macchia d'olio". Il periodo che intercorre tra l'entrata e questo momento è detto **incubazione**. In questo stadio il micelio, che ha parassitizzato e quindi ucciso una porzione completa di tessuti, non avendo più cellule "vive" a disposizione assicura la continuità del ceppo producendo degli elementi riproduttivi che possono reinfestare altri tessuti sani. Infatti nella pagina inferiore, e precisamente a partire dall'apertura stomatica verso l'esterno, il micelio produce delle porzioni di ife dette **rametti conidiofori** che agamicamente differenziano, alla

sommità, dei grappoli di **conidi** o **spore agamiche**.

L'insieme dei conidi e dei rametti conidiofori costituisce la muffa bianca che si differenzia all'esterno degli organi colpiti (fase di evasione).

I conidi si comportano da zoosporangi, infatti si staccano e, trasportati dal vento, giunti a contatto con la vegetazione sana liberano delle zoospore che si comportano come quelle già descritte. L'infezione dovuta ai germi sessuati svernanti, cioè quella che prende origine dalle oospore, è detta **infezione primaria**; essa è generalmente poco pericolosa sia per il suo basso potenziale di inoculo, sia per la fase fenologica in cui si verifica che è tra le meno rischiose, tuttavia è importante sapere quando si verifica per meglio seguire le infezioni successive.

Queste, che sono determinate dai conidi e si formano a livello delle muffe, sono dette **infezioni secondarie**.

Il grado di pericolosità delle infezioni secondarie dipende dalle variabili considerate in sintomatologia (fase fenologica, condizioni termo-igrometriche); in ogni caso occorre sottolineare che dopo l'infezione primaria ogni pioggia corrisponde ad un ciclo infettivo (pioggia infettante) la cui incubazione varia da 4 o 5 giorni (se la temperatura è di 20-26 °C con alta umidità) a 14 o 15 giorni (se la temperatura è di 14-15 °C con bassa umidità).

Le infezioni secondarie possono essere scatenate anche da una semplice bagnatura dovuta a rugiada o a nebbia persistente (quindi senza piogge infettanti); specialmente se le temperature medie sono elevate (23-24 °C) le zoospore possono realizzare l'infezione in un tempo molto ristretto (anche una sola ora).

Queste infezioni conidiche, come già accennato, si susseguono nella stagione primaverile-estiva (anche oltre 15 cicli infettivi) a seconda delle condizioni termo-igrometriche e degli ambienti più o meno favorevoli.

In ogni caso, a fine della stagione all'interno delle foglie, nel micelio, si formano i gametangi che producono per coniugazione le oospore svernanti.

La conoscenza del ciclo biologico è determinante per la lotta antiperonosporica che è basata, per la maggior parte, su un turno biologico con interventi alla

fine del ciclo di incubazione (due giorni prima). È pertanto necessario poter calcolare il ciclo biologico con precisione; allo scopo sono state approntate tabelle che partendo dall'inizio dell'infezione valutata o considerando le piogge infettanti e tenendo conto dei parametri termo-igrometrici sono in grado di indicare, con una buona approssimazione, il numero di giorni dell'incubazione.

Inoltre sono stati studiati dei sistemi di calcolo che, partendo dalla infezione primaria o dall'ultimo intervento e considerando sempre i parametri termo-igrometrici, ricavano la % giornaliera del periodo di incubazione trascorso; facendo la somma delle varie percentuali giornaliere si arriva a valori prossimi all'80% che rappresentano la fase terminale del ciclo infettivo o, meglio, il momento dell'intervento che deve essere fatto prima dello scadere dell'incubazione (vedi tabelle n. 1 e 2 a fianco). Per valutare il ciclo di incubazione con sufficiente precisione occorrono strumenti meteorologici che consentano di misurare almeno le temperature, l'umidità e la piovosità; inoltre non bisogna trascurare la professionalità del viticoltore che deve gestire i dati stessi in modo corretto.

In molte zone viticole sono operativi dei centri fitoiatrici pubblici (Osservatori delle malattie delle piante e soprattutto Consorzi Fitosanitari, il cui intervento è più capillare e diretto per le dimensioni provinciali) che gestiscono i dati climatici, installando delle capannine meteorologiche ed elaborandone i dati per "zone omogenee", ipotizzando i cicli infettivi e, attraverso bollettini o reti telefoniche, fornendo indicazioni sul giorno e sul tipo di intervento.

Queste strutture sono di indubbia importanza ai fini di gestire una difesa fitosanitaria (non solo antiperonosporica) sempre più mirata, sempre più sicura per l'ambiente, tecnicamente congrua ed economicamente conveniente.

Negli ultimi anni, nell'ottica della lotta guidata, sono state realizzate e messe a punto delle centraline meteorologiche elettroniche che elaborano, in tempo reale, i dati climatico-ambientali mettendoli in relazione al ciclo biologico del fungo (soprattutto l'incubazione) fornendo informazioni, tempestive e sicure, sull'inizio o la fine dei cicli infettivi e stabilendo il momento ottimale per l'intervento.

Tab. 1. Indicazioni sulla percentuale giornaliera di periodo di incubazione trascorso, in funzione della temperatura e della umidità, della *Peronospora* della vite.

Temperatura media in gradi °C	% giornaliera della durata del periodo di incubazione	
	con umidità atmosferica bassa	con umidità atmosferica alta
14°	6,6	9,0
15°	7,6	10,5
16°	8,6	11,7
17°	10,0	13,3
18°	11,1	15,3
19°	12,5	16,6
20°	14,2	20,0
21°	15,3	22,2
22°	16,6	22,2
23°	18,1	25,0
24°	18,1	25,0
25°	16,6	22,2
26°	16,6	22,2

Tab. 2. Durata del periodo di incubazione della *Plasmopara viticola* in funzione della temperatura media e della umidità relativa atmosferica.

Temperatura media in gradi °C	Durata del periodo di incubazione in giorni	
	con umidità atmosferica bassa	con umidità atmosferica alta
14°	15	11
15°	13	9½
16°	11½	8½
17°	10	7½
18°	9	6½
19°	8	6
20°	7	5
21°	6½	4½
22°	6	4½
23°	5½	4
24°	5½	4
25°	6	4½
26°	6	4½

Per i periodi con alternanza di giorni nuvoloso-piovosi e giorni sereni, i dati avranno valore intermedio a quelli indicati nelle due colonne della tabella.

Tecniche di lotta

Generalità

In viticoltura i prodotti ad azione antiperonosporica presenti attualmente sul mercato possono essere suddivisi in tre gruppi:

- preventivi tradizionali;
- preventivi a bassa dilavabilità;
- endoterapici (translaminari, citotropici, locosistemici, sistemici).

1) Nel momento in cui sono distribuiti, i **preventivi tradizionali** rimangono all'esterno della pianta, e quindi agi-



Fig. 197. Peronospora larvata su grappolo.

scono per contatto; prima che avvenga l'infezione (pioggia) devono essere già presenti sulla vegetazione per impedirne l'inizio. Hanno funzione preventiva, costituiscono uno sbarramento chimico che impedisce al fungo di penetrare all'interno della pianta. È fondamentale che siano applicati in modo uniforme su tutta la vegetazione affinché esplicino correttamente la loro azione. La loro persistenza è limitata dall'accrescimento della vite e le caratteristiche di azione variano a seconda delle sostanze attive che possono essere:

- Ditiocarbammati (Mancozeb, Metiram, Propineb, Maneb);
- Rameici (Poltiglia bordolese, Solfato tribasico di rame, Idrossido di rame, Ossicloruro di rame, Ossido di rame);
- Tioftalimmidi (Folpet);
- Tiocianochinoni (Dithianon).

2) I **preventivi a bassa dilavabilità** sono fungicidi caratterizzati o da un'ottima adesività e resistenza al dilavamento (es. Toliifluanide) o da elevata lipofilia fissandosi alla cuticola ed alle sostanze cerose con cui vengono a contatto (es. Famoxadone). Infine appartengono a questa classe di prodotti anche alcuni agrofarmaci endoterapici come Fenamidone con capacità citotropiche, Azoxystrobin con parziale attività translaminare e sistemica e Fosetil alluminio con sistemica acropeta e

basipeta comunque tutti caratterizzati da attività preventiva nei confronti del patogeno.

Fosetil alluminio è un particolare prodotto sistemico, il quale anziché agire direttamente sul fungo stimola la pianta stessa a produrre sostanze naturali quali fenoli e fitoalessine ad azione antimicrobica; normalmente tali sostanze sono prodotte in seguito a fenomeni di stress o infezioni. Agisce solo quando l'accumulo di sostanza attiva raggiunge una certa concentrazione e quando la pianta è in attivo metabolismo. Non è un prodotto curativo da distribuire con infezioni in atto sebbene manifesti una notevole mobilità sia in senso acropeto che basipeto. In commercio sono presenti vari preparati in cui Fosetil alluminio si trova singolarmente o coformulato con Solfato di rame, Mancozeb, Cy-moxanil, Famoxadone e Iprovalicarb.

Fra gli antiperonosporici è presente, da circa dieci anni, un analogo delle Strobilurine: **Azoxystrobin**. È un prodotto di copertura dotato di parziale sistemica, dopo la distribuzione in parte rimane all'esterno e in parte penetra e si ridistribuisce uniformemente all'interno delle foglie anche con movimenti translaminari. L'assorbimento è lento e graduale, 10-15% dopo un giorno fino ad arrivare ad un 30% nei giorni successivi a seguito della bagnatura fogliare che ne permette la risospensione. Azoxystrobin è quindi utilizzato soprattutto per la sua attività preventiva, interferendo soprattutto sulla germinazione degli zoosporangi e sulla mobilità delle zoospore. Il prodotto è in ogni caso caratterizzato anche da un'attività di tipo curativo ed eradicante nei confronti dei processi infettivi già in atto; inoltre agisce su Oidio, Marciume nero ed Escoriosi.

Recentemente è stata registrata una nuova Strobilurina chiamata **Pyraclostrobin**: fungicida di copertura con capacità translaminari ad attività preventiva, commercializzato in miscela con Metiram; agisce anche su Oidio, Escoriosi e Black-rot.

Di recente uscita sul mercato è **Famoxadone** dotato di prolungata attività preventiva che garantisce la protezione della vite per 8-10 gg. L'elevata lipofilia assicura un'ottima persistenza del prodotto (circa l'80%) anche dopo piogge dilavanti. Due sono le mo-

dalità di redistribuzione: una nello strato lipidico della cuticola, l'altra in condizioni umide con pioggia o rugiada; queste consentono di proteggere anche quelle zone non raggiunte direttamente dal prodotto.

La sostanza attiva è disponibile, sul mercato, solo in formulati misti con Mancozeb, Fosetil alluminio e Cy-moxanil.

Tra gli ultimi antiperonosporici troviamo **Fenamidone** disponibile esclusivamente in miscela con altre sostanze attive quali Rame da idrossido, Fosetil alluminio e Iprovalicarb. È un fungicida con azione preventiva di contatto dotato anche di proprietà citotropiche (per questo definito anche locosistemico).

Azoxystrobin, Famoxadone e Fenamidone appartengono al gruppo dei **Qol**, molecole con meccanismo d'azione simile e monosito (sono estremamente specifici come sito d'azione) per le quali si predilige una modalità di utilizzo essenzialmente di tipo preventivo, onde evitare fenomeni di resistenza.

Agiscono a livello della respirazione mitocondriale della cellula fungina, inibendo la catena di trasporto degli elettroni con mancata formazione di ATP. La specifica azione monosito può comportare l'insorgenza di ceppi fungini resistenti tanto da consigliare un più mirato e limitato numero di applicazioni e consigliarne l'utilizzo solo in miscela con altre sostanze attive (come suggerito dalle linee del FRAC (Comitato internazionale d'azione sulla resistenza ai fungicidi).

Toliifluanide è un fungicida di copertura ad azione preventiva appartenente alla famiglia delle Sulfamidi. Tale sostanza è caratterizzata da un meccanismo d'azione multisito e lo spettro d'azione comprende altre avversità fra cui l'Eriofide della vite; inoltre esercita un'azione collaterale nei confronti di botrite ed oidio.

La **Zoxamide** è un nuovo fungicida efficace contro gli Oomiceti appartenente alla famiglia chimica delle Benzamidi. Il suo meccanismo d'azione è unico rispetto agli altri prodotti fungicidi e consiste nell'inibizione della divisione cellulare a seguito di interferenze con la tubulina, in sintesi impedisce la divisione cellulare. Tale peculiarità d'azione rende meno probabile l'insorgen-



Fig. 198. Centralina Agrel per la lotta guidata nel vigneto.

za di resistenza incrociata con altre famiglie chimiche. In commercio vi sono per ora due miscele: una con Mancozeb e l'altra con il Rame.

La **Cyazofamide** è un nuovo antiperonosporico (gruppo dei **Qil**) appartenente alla famiglia dei Cianoimidazoli con un meccanismo d'azione innovativo ma sempre molto specifico a livello mitocondriale. Le conoscenze attuali escludono resistenze incrociate nei confronti dei Qol. La sostanza attiva ha dimostrato una spiccata attività preventiva ed una buona attività curativa.

3) **I prodotti endoterapici curativi** sono prodotti in grado di penetrare nei tessuti vegetali ed esplicare la loro attività nei confronti del fungo quando questo ha già iniziato il processo infettivo. Localizzandosi all'interno dei tessuti non vengono dilavati dalle piogge. Caratteristica principale di questi prodotti è la loro azione curativa (retroattività); essi sono in grado di arrestare una infezione in atto fino a determinate percentuali di incubazione (per alcuni fino al 30%). In particolare **Cymoxanil** è un prodotto endoterapico di tipo citotropico, infatti è assorbito dai tessuti vegetali ma non traslocato in altre parti della pianta; la sua azione curativa si svolge all'interno dei tessuti ma limitatamente alla zona trattata. In passato è stato molto utilizzato per la sua attività curativa tuttavia da solo è poco persistente (3-4 giorni), è per

questo commercializzato in miscela con altre sostanze attive di contatto. Può essere quindi utilizzato in periodi a rischio nel calendario piogge (piogge ravvicinate, fasi fenologiche critiche, ecc.) o come prodotto di soccorso, sempre per i periodi critici con infezioni iniziali. In alternativa Cymoxanil può anche essere usato entro 24-36 ore dalla pioggia infettante, allo scopo di impedire la germinazione delle zoospore. Ha un'azione collaterale su altri funghi patogeni che provocano nella vite malattie quali: Escoriosi e Marciume nero da *Guignardia bidwelli*.

Al gruppo degli antiperonosporici translaminari appartiene anche **Dimetomorf**, già registrato da qualche anno, per alcune peronosporacee. È un fungicida con capacità di diffondersi, oltre che dalla pagina fogliare superiore a quella inferiore e viceversa, anche lateralmente verso i margini fogliari (anch'esso è per questo definito locosistemico). Agisce in quasi tutti gli stadi di evoluzione del micelio, in particolare dalla germinazione delle zoospore fino all'evasione con un'ottima azione antispore. È dotato di spiccata attività preventiva (10-12 gg.), curativa (2 gg. di retroattività), ed eradicante. L'uso più indicato di Dimetomorf è per impieghi preventivi, solitamente non oltre il numero di 3, cadenzati ad intervalli di 10-12 gg. per ridurre drasticamente il potenziale di inoculo del vigneto, abbassando notevolmente il rischio di reinfezioni. In condizioni di forte pressione da parte del patogeno può essere impiegato con infezioni in atto: in generale in quest'ultimo caso si effettua un duplice intervento a distanza di 7 gg. La sostanza attiva, commercializzata in coformulazione con Rame o Mancozeb, esercita anche un'azione collaterale su Escoriosi e Marciume nero.

Le **Acilalanine (Benalaxyl, Benalaxyl-M, Metalaxyl, Metalaxyl-M)** sono prodotti sistemici ad attività preventiva, curativa con retroattività, ed eradicante sulle infezioni in atto. Esse vengono rapidamente assorbite dalla pianta in 1-4 ore sfuggendo così al dilavamento; sono traslocate a tutte le parti della pianta (sistemica acropeta) anche nella vegetazione che si forma dopo il trattamento (importante caratteristica nelle prime fasi fenologiche). Sono prodotti con discreta persistenza

(8-10 gg. di attività preventiva più 2-3 gg. di attività curativa).

Queste particolari caratteristiche hanno permesso, all'inizio degli anni ottanta (1980-esordio di questi prodotti), di mettere a punto dei calendari a turno fisso che consentivano agli operatori di adottare un intervallo di 10-14 gg. tra un trattamento e l'altro senza considerare il numero e la frequenza delle piogge infettanti.

Questo tipo di calendari presentava notevoli vantaggi per le grandi aziende perché consentiva una razionale programmazione degli interventi. Le attuali teorie di lotta guidata ed integrata, l'elevato costo della strategia e la possibile insorgenza di ceppi resistenti ne hanno reso l'utilizzo meno diffuso. I turni fissi sono mantenuti nelle zone ad elevato rischio limitando a 2-3 trattamenti con i sistemici nelle fasi fenologiche più suscettibili: da prefioritura ad allegagione; sospendendoli entro i primi di luglio in quanto non vengono traslocati con la stessa velocità dei periodi primaverili.

Dopo l'ultimo trattamento con sistemici in genere si effettua un intervento di chiusura con prodotti di contatto (generalmente Rameici), in questo caso l'intervallo tra l'ultimo sistemico ed il prodotto di copertura è ridotto a 8-9 giorni perché i prodotti di contatto non hanno capacità curative quindi non sono retroattivi. Inoltre è opportuno ricordare che per le caratteristiche proprie dei sistemici (vedi schede prodotti sistemici) e per evitare inutili pressioni selettive è buona norma non utilizzare Acilalanine con infezioni in atto.

Di recente uscita sul mercato degli antiperonosporici, è da ricordare **Benalaxyl-M** ovvero l'isomero biologicamente attivo del Benalaxyl che sarà formulato col Mancozeb.

Iprovalicarb appartiene alla famiglia chimica degli amminoacidi ammido carbammati, dotato di un nuovo meccanismo d'azione che altera il metabolismo degli amminoacidi della cellula fungina. Ha azione sistemica nei confronti di diverse peronosspore, fra cui quella della vite. La sostanza attiva viene proposta in 4 differenti formulazioni commerciali miscelata rispettivamente con:

- Mancozeb, consigliato per applicazioni in via preventiva tra il germo-



Fig. 199. Macchie di Peronospora bloccata da fungicida sistemico.

- gliamento e l'allegagione, con turno di 8-12 giorni;
- Ossicloruro di rame, da applicare preferibilmente nelle fasi post-fiorali in via preventiva ad intervalli 7-10 giorni;
 - Folpet, ad azione preventiva tra le fasi fenologiche di germogliamento e accrescimento acini, con un turno di 10-12 giorni;
 - Mancozeb e Fosetil-Al, da utilizzarsi preventivamente tra le fasi fenologiche di grappoli separati e chiusura grappolo, con un intervallo di 10-14 giorni a seconda dell'andamento stagionale. Iprovalicarb è consigliato, dalla ditta distributrice, per impieghi antiperonosporici con strategie preventive, al fine di evitare fenomeni di resistenza, in ottemperanza alle indicazioni fornite dal FRAC (vedi parte generale, paragrafo dedicato alle resistenze dei parassiti ai prodotti fitosanitari).

In fase di registrazione vi è un'altra molecola appartenente alla famiglia degli amminoacidi ammido carbammati: **Benthiavalicarb**, la sua azione è indirizzata alla disorganizzazione delle membrane cellulari e alla biosintesi dei lipidi delle cellule fungine. La molecola ha una consistente attività preventiva ma anche curativa con una buona capacità translaminare. Per evitare l'insorgenza di resistenze sarà commercializzato miscelato a prodotti di copertura ad azione multisito come: Rame, Folpet e Mancozeb.

Metodologie di lotta

I moderni programmi di difesa della vite sono tesi a coniugare da un lato efficienza biologica degli interventi e dal-

l'altro a ridurre il più possibile gli aspetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. In tal senso notevoli progressi sono stati compiuti negli ultimi anni per la messa a punto di strategie di lotta che tendano a ridurre gli interventi al momento più opportuno, impiegando molecole caratterizzate da un ridotto impatto sull'uomo, sull'ambiente e in particolare sull'entomofauna utile. Queste linee guida sono ben riassunte nei disciplinari di produzione integrata indicati dalla direttiva CE 1257/99 e adottati da ciascuna regione italiana in base alle specifiche locali.

Le esigenze della moderna lotta antiperonosporica comportano una riduzione del numero totale di interventi anticrittogamici e del quantitativo totale di sostanze attive ad ettaro.

La pericolosità delle infezioni primarie negli ultimi anni è andata aumentando con attacchi precoci prima del verificarsi della regola dei "tre dieci" (germogli lunghi almeno 8-10 cm, temperatura minima di 10 °C, pioggia di almeno 10 mm in due giorni) sia su foglie che su grappolini appena formati.

Si è quindi reso necessario rivalutare le tradizionali metodologie di lotta che prevedevano un intervento, nelle prime fasi vegetative anche dopo l'infezione primaria, ovvero poco prima della scadenza del periodo di incubazione della presunta infezione primaria (comparsa delle prime macchie d'olio). Questa metodologia è basata sul fatto che l'infezione primaria (i tre dieci nelle prime fasi vegetative) è sempre stata considerata lieve e quindi di scarsa entità.

Negli ultimi anni la situazione è radicalmente mutata e le infezioni primarie, particolarmente gravi, sono comparse con attacchi precoci anche su grappolini appena formati: l'impossibilità di valutare la gravità di una infezione iniziale obbliga ad iniziare la difesa, in via preventiva, già a partire dalla prima infezione, avendo però sempre come riferimento principale la regola dei tre dieci. L'aspetto più complesso per impostare una strategia di difesa razionale è l'impossibilità di prevedere con sufficiente precisione l'inizio di una infezione primaria col risultato che spesso si tende a sottostimare o sovrastimare il rischio infezione. Lo studio approfondito delle correlazioni fra andamento climatico e maturazione delle oospore permetterà di superare la regola dei tre dieci.

In certe annate è sufficiente una minima pioggia per far germinare le oospore nel terreno, in altre non sporulano neanche dopo una forte precipitazione. Assumono a tal riguardo notevole importanza numerose variabili fortemente condizionanti il fenomeno:

- precipitazioni di fine inverno-inizio primavera dette **piogge preparatorie** che predispongono la germinazione delle spore;
- **piogge infettanti**;
- **vitigno**, poiché alcune varietà risultano suscettibili già prima dei classici dieci centimetri di lunghezza dei germogli;
- **ambiente**, poiché in pianura i rischi sono maggiori rispetto alle zone collinari perché l'umidità è più elevata.

Le oospore germinano scalarmente per tutto l'anno e possono causare infezioni e danni a vigneti fino a quel momento rimasti indenni; le infezioni primarie possono sovrapporsi fra loro e con altre secondarie già in atto.

Ripetute e ravvicinate piogge estive possono inoltre causare gravi attacchi di peronospora larvata con conseguente perdita di produzione. Per limitare questo si impiegano prodotti Rameici già dalla fase fenologica di post-fioritura.

Gli attacchi tardivi sulle giovani foglie e sulle femmine possono comportare la perdita di superficie fotosintetica utile ai fini di una buona lignificazione dei tralci. Nei vigneti in fase di allevamento la difesa deve essere prolungata fino a fine estate onde evitare pericolose defogliazioni e disseccamenti dei germogli.

Ai fini di una corretta impostazione della difesa è importante conoscere la durata del periodo di incubazione, i fattori che la influenzano sono la temperatura e l'umidità; valori ottimali sono 23-24 °C e 100% U.R. Per il conteggio sufficientemente preciso del progredire dell'incubazione Goidanich ha messo a punto le modalità e le convenzioni per il calcolo; fondamentale è conoscere giorno per giorno temperatura media e umidità.

Il modello di Goidanich tuttavia non tiene conto della durata in ore della bagnatura fogliare e dell'andamento meteorologico, prima del periodo sensibile all'infezione primaria che influenza la quantità di oospore mature e pronte a diffondere la malattia.

In base a questi parametri si rileva da

una apposita tabella la percentuale giornaliera del periodo di incubazione. Quando dal momento dell'infezione, caduta la pioggia, la somma dei valori percentuali giornalieri ha raggiunto il 100% dovrebbero comparire, sulle foglie, le classiche macchie d'olio che caratterizzano la malattia.

Oggi la difesa è, nella maggioranza dei casi, **preventiva** già dalla prima infezione e proprio per questo a volte sono necessari interventi anche in assenza di pioggia, detti **cautelativi**, soprattutto nelle fasi fenologiche di elevata suscettibilità: dalla differenziazione dei grappolini all'allegagione; per evitare che precipitazioni su vegetazione, non preventivamente protetta, diano origine ad infezioni.

Un altro metodo è quello **che prevede l'intervento entro pochi giorni dalla pioggia infettante** (2 o 3, dipende dalla sostanza attiva) con prodotti endoterapici curativi, strategia che oggi si tende a limitare per evitare fenomeni di resistenza, ma ancora molto utile nei casi di improvvise precipitazioni su vegetazione non protetta. Solo in casi estremi si tende a sfruttare le capacità eradicanti di questi prodotti, inoltre è bene impiegare endoterapici solo in miscela con prodotti a diverso meccanismo di azione dove almeno una sostanza attiva abbia caratteristiche di copertura.

Se si consultano le previsioni meteorologiche a medio termine si può decidere come operare, posizionando l'**intervento preventivo**, tradizionale, a bassa dilavabilità o endoterapico, **prima di una perturbazione**. Bisogna poi considerare che il dilavamento causato dalle piogge può vanificare il trattamento.

Fondamentale per l'inizio dei trattamenti è la valutazione dell'accrescimento dei germogli, prudenzialmente si consiglia il primo trattamento quando almeno il 30% dei germogli ha una lunghezza di 8-10 cm.

Strettamente legate al momento **del primo trattamento** sono le previsioni meteorologiche: è consigliabile intervenire prima delle piogge previste oppure, in caso di bel tempo, si può ritardare l'intervento garantendo una adeguata copertura ai nuovi germogli in rapida crescita.

In questa delicata fase fenologica si preferiscono prodotti quali i Ditiocarbammati perché garantiscono una buo-

na protezione, rispettando nel contempo l'entomofauna utile.

Al contrario gli interventi a turno fisso sono stati abbandonati perché economicamente onerosi ma soprattutto perché più impattanti di altri sull'agroecosistema.

Le fasi di maggior suscettibilità nelle quali è utile usare prodotti endoterapici sono:

- differenziazione grappolini e fioritura anche senza previsioni di pioggia;
- ingrossamento acini (mignolatura) con previsioni di pioggia.

Successivamente è consigliabile mantenere protetta la vegetazione intervenendo preventivamente e ripetutamente con prodotti Rameici fino ai primi giorni del mese di agosto.

Con stagioni molto asciutte i prodotti endoterapici curativi hanno uno scarso utilizzo o addirittura sono completamente sostituiti da prodotti di copertura. Riassumendo le attuali strategie di lotta antiperonosporica prevedono:

- *fino alla prefioritura*: interventi tempestivi basati sulla previsione delle piogge (prima della pioggia infettante) oppure prima dello scadere del periodo di incubazione (quando è trascorso l'80% del ciclo di incubazione o 1-2 giorni prima della prevista evasione) ricorrendo a prodotti ad azione preventiva (di copertura) di tipo tradizionale o a prodotti ad azione preventiva a bassa dilavabilità; in alternativa si può intervenire con criteri curativi entro il 20-30% del periodo di incubazione trascorso con miscele di prodotti endoterapici;
- *dalla prefioritura all'allegagione*: interventi di tipo cautelativo (con le diverse tipologie di prodotti antiperonosporici sopra descritti) con intervalli funzionali alle condizioni meteorologiche e alle caratteristiche dei prodotti impiegati;
- *dall'allegagione in avanti*: interventi con prodotti di copertura privilegiando i prodotti a base di Rame, seguendo eventualmente le indicazioni dei bollettini fitosanitari provinciali (che tengono conto anche dei modelli previsionali) e soprattutto seguendo le variabili climatiche responsabili di eventuali infezioni secondarie estive.

Per la lotta alla Peronospora della vite sono in fase di studio alcuni **modelli**

previsionali; tali modelli convertono le relazioni che intercorrono tra coltura, patogeno e ambiente in equazioni matematiche.

Alcuni simulano la comparsa e lo sviluppo delle infezioni fungine, altri danno indicazioni sul ciclo biologico dei fitofagi. Sono applicati a situazioni molto complesse, pertanto devono essere interpretati ed adattati in funzione delle particolarità legate ad una determinata zona o, addirittura, alla singola azienda. Nel caso specifico della **Peronospora della vite** rivestono fondamentale importanza i dati forniti dai servizi agrometeorologici locali (SAL) quali: temperatura, umidità relativa, precipitazioni e ore di bagnatura.

Questi sono utilizzati direttamente per la gestione del modello previsionale chiamato **IPI (Indice Potenziale Infettivo)** che la regione Emilia-Romagna ha ottimizzato fin dal 1990 attraverso le disposizioni tecniche dettate dal Servizio Fitosanitario Regionale; tale modello è valido per diverse colture. Questo modello è applicabile per le peronosspore di alcune colture tra cui le Solanacee e la vite; attualmente però il modello IPI è in uso solo per la Peronospora della patata e del pomodoro, per quanto riguarda la Peronospora della vite la validazione di questo modello è ancora in fase di studio in virtù delle diversificate variabili climatiche dei diversi areali viticoli che influenzano la biologia del patogeno (in particolare mancano dati oggettivi sulla durata delle ore di bagnatura fogliare). Per la **Peronospora della vite** sono in fase di studio altri modelli previsionali (**modello epidemiologico che simula lo sviluppo delle infezioni primarie**) il cui obiettivo prioritario è quello di definire l'inizio del reale rischio, cioè l'infezione, e quindi gestire in modo oculato e tempestivo l'inizio degli interventi. L'IPI valuta la probabile evoluzione nel tempo del potenziale infettivo delle peronosspore (in particolare della *Phytophthora infestans*) nell'ambiente; è un modello definito "a prognosi negativa", in quanto non indica con precisione la data di comparsa della malattia, ma individua un periodo di tempo in cui è improbabile la manifestazione dei sintomi in campo e di conseguenza rende inutili eventuali trattamenti.