



In passato erano consigliati, per ogni ettaro di vigneto, almeno una macchina a spalla, un pozzo per l'acqua, un recipiente per preparare la poltiglia, oltre 100 kg di solfato di rame e altrettanti di calce all'anno e... spalle robuste e gambe buone

La ricerca del rimedio

Di fronte ad una parassita in grado di distruggere foglie e grappoli e che, in un anno, si è diffuso in tutta l'Europa viticola, la ricerca dei possibili rimedi è stata immediata e a tutto raggio.

Già nell'America del nord era stato verificato (1870) come una protezione al di sopra delle viti, evitando la pioggia, annullava il danno, ma il costo era proibitivo. Anche i pali impregnati di rame per aumentarne la durata sembravano proteggere la vegetazione a loro prossima, ma questa, come l'idea di immergere nel rame mazzi di paglia da legare sopra le viti, si rivelarono ben presto rimedi insufficienti e ingestibili. Per qualche anno, specie in Italia, si ritenne che il latte di calce potesse costituire una efficace barriera fisica per impedire al fungo di penetrare negli stomi e sembrava importante documentare che tale trattamento non aveva controindicazioni enologiche, ma appena dopo la proclamazione ufficiale dei vantaggi della calce ... si dovette ammettere che, senza il rame, l'efficacia era insufficiente.

Infinite sono state le formule rameiche studiate e proposte ma, già prima del 1890, era chiaro un concetto: i bassi dosaggi di rame fornivano ottimi risultati in annate poco predisponenti la malattia, mentre cedevano il passo in quelle "da peronospora".

L'evoluzione dei principi attivi antiperonosporici (Brunelli, 1995 - modificato)

1880-85:

Fase empirica

Questo breve periodo è caratterizzato dall'utilizzo dei preparati più disparati e in particolare del "latte di calce" che, miscelato in paioli di rame, dimostrava di possedere una certa azione fisica nella prevenzione degli attacchi fungini. Ovviamente tale preparato sfruttava l'effetto combinato delle piccole percentuali di rame derivate dalla cessione dei contenitori unite al latte di calce. Lo si potrebbe definire un primissimo tentativo di ottenere quella che verrà presto conosciuta come Poltiglia bordolese.

1885 ad oggi

Fase rameica

Lungo periodo di applicazione rameica dovuto alla scoperta dell'attività antifungina della Poltiglia bordolese prima e di altri prodotti cuprici poi, non solo nei confronti di Plasmopara viticola ma anche di diverse malattie minori, confermando l'ampio spettro d'azione del Cu⁺⁺. Ciò è reso possibile dal meccanismo d'azione del rame, la cui attività multisisito lo ha preservato nel corso del tempo dall'insorgenza di fenomeni di resistenza, mantenendo inalterata la propria efficacia.

1950 ad oggi

Fase "organica"

Si diffondono i principi attivi organici di sintesi ad attività preventiva (es. zineb, maneb, mancozeb ecc.) i quali, ad una indiscutibile efficacia antiperonosporica, associano un non trascurabile impatto ambientale sulla microfauna viticola, causando inoltre una recrudescenza di altre malattie fungine quali oidio e botrite. Al fine di tamponare tali effetti e supplire alla scarsa persistenza, sono stati miscelati con sali di rame (ottenendo i ben noti principi attivi cupro-organici).

1980 ad oggi

Fase sistemica od endoterapica

Fase in cui si fanno spazio principi attivi di sintesi non solo a lunga persistenza (fino a 15 giorni), ma con una parziale azione curativa, (Urech P.A., et al. 1977) in grado quindi di bloccare l'infezione in corso. Tali formulati sono caratterizzati da meccanismi d'azione molto mirati, per cui hanno talvolta promosso la selezione di ceppi di P. viticola resistenti allorché utilizzati ripetutamente o alternati/miscelati ad un principio attivo differente, ma dotato della stessa modalità d'azione.

dal 2009

Nel futuro

La tendenza sarà quella di ridurre al minimo il numero dei trattamenti, nell'ottica di una miglior salvaguardia della salute e dell'ambiente. Le moderne conoscenze sulla biologia del patogeno e l'attendibilità delle previsioni meteo, consentiranno sempre più l'applicazione di interventi mirati, solo quando vi sia reale rischio di infezione. Sono poi allo studio diversi principi attivi di origine naturale che, in un futuro più o meno prossimo, potranno coadiuvare o sostituire prodotti a maggior impatto ambientale e tossicologico.

Evoluzione dei prodotti antiperonosporici

Per circa 70 anni dopo la comparsa della peronospora nella viticoltura europea, l'unico mezzo di lotta contro la malattia è stato rappresentato dal rame nelle sue varie forme, inizialmente basate sul solfato di rame combinato con la calce a livello aziendale (poltiglia bordolese), in seguito evolutosi verso preparati industriali (nell'ordine ossicloruro, la stessa poltiglia bordolese, idrossido, ossido, solfato tribasico).

Poco prima della seconda guerra mondiale, nell'ambito dell'intensa attività di ricerca di sostanze di sintesi intrapresa per rispondere alla crescente richiesta di mezzi di lotta contro i dilaganti parassiti animali e vegetali delle colture, da parte della società DuPont furono scoperte le proprietà fungicide di alcuni prodotti utilizzati nella vulcanizzazione della gomma fra cui thiram e ziram. Questi diedero inizio allo sviluppo della famiglia dei **ditiocarbammati**, da cui alcuni anni dopo è scaturito zineb, che negli anni '50 costituì in Italia la prima alternativa al rame aprendo la strada agli antiperonosporici di sintesi. Rame e zineb furono protagonisti in quegli anni di uno storico confronto che vide schierati e vivacemente contrapposti i sostenitori dell'uno o dell'altro prodotto e, dopo accesi e ripetuti dibattiti, si risolse con un "compromesso" di integrazione che consentiva di sfruttare al meglio le peculiarità dei due tipi di antiperonosporici. Nello stesso periodo furono scoperti e sviluppati folpet e captano, del gruppo dei **tioftalimidici**, negli anni '60 altri ditiocarbammati (metiram, mancozeb, propineb) come il rame e lo zineb caratterizzati da un comportamento di copertura e da una spiccata attività sulla germinazione delle spore. Nello stesso decennio furono sviluppati altri antiperonosporici sempre di copertura e antigerminativi, appartenenti a diversi gruppi chimici come dithianon (**chinoni**), chlorotalonil, (**cloronitrili**), dichlofluaniid (**sulfamidi**), i quali peraltro, per diversi motivi a partire dal costo, non sono riusciti a conquistare spazi di mercato significativi rispetto ai ditiocarbammati (inizialmente zineb, in seguito progressivamente sostituito dal mancozeb) e folpet. Una vera e propria rivoluzione nella disponibilità di antiperonosporici si verificò all'inizio degli anni '80, allorché arrivò sul mercato italiano il **cymoxanil**, primo rappresentante di una nuova generazione di prodotti dotati della capacità di penetrare nei tessuti, capacità che era già stata introdotta alcuni anni prima da altri fungicidi, ma che rappresentava una novità nella difesa antiperonosporica. La rivoluzione fu completata pochi anni dopo da **fosetyl-Al** e dai **fenilamidici** (metalaxyl, benalaxyl e oxadixyl) che, oltre a penetrare nei tessuti, erano in grado di muoversi nella circolazione linfatica e di persistere nella pianta per un periodo di parecchi giorni, consentendo l'introduzione della strategia di intervento a cadenze prefissate di 12-14 giorni.

Una nuova fase evolutiva degli antiperonosporici della vite ebbe inizio in Italia a metà degli anni '90 con l'introduzione del **dimethomorph**, a cui ha fatto seguito un'incessante messa a punto di nuove molecole, pure nella maggior parte penetranti anche se meno mobili, comunque caratterizzate da una buona persistenza, tale da consentire cadenze di intervento analoghe a quelle dei prodotti sistemici.

Vengono definiti "principi attivi di copertura" perché esplicano la loro azione depositandosi sulla **superficie** degli organi trattati, dove formano uno strato che, grazie alle proprietà della molecola, intossica le spore al momento della loro germinazione, bloccandola e impedendo quindi l'inizio dei processi infettivi (**azione preventiva**). L'azione fungitossica interessa diversi enzimi coinvolti nelle varie fasi del processo di **respirazione cellulare**, deputato alla produzione di energia necessaria per lo sviluppo e quindi fondamentale per la sopravvivenza del patogeno. Per questo motivo i ditiocarbammati (analogamente agli altri prodotti di tradizionali) sono poco o nulla esposti al rischio di perdere la loro efficacia a seguito di sviluppo di **resistenza** da parte del patogeno. Accanto a questo aspetto positivo presentano peraltro lo svantaggio di svolgere un'attività di protezione limitata a pochi giorni, in quanto soggetti a **degradazione**, all'eventuale **dilavamento** da parte della pioggia e, comunque, alla **diluizione** dovuta all'accrescimento vegetativo. Oltre ad essere utilizzati da soli entrano spesso nella composizione delle miscele a base di antiperonosporici moderni, riducendo il rischio di resistenza e integrandone l'attività preventiva.

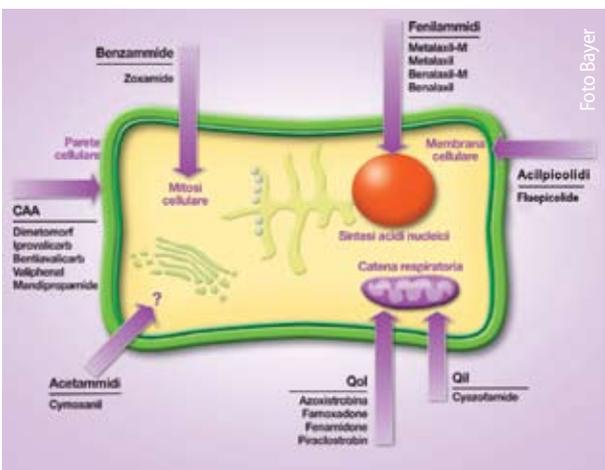
Possono essere inseriti fra i prodotti di copertura anche recenti principi attivi (zooxamide, famoxadone) che restano all'esterno dei tessuti ma sono in grado di fissarsi alle cere cuticolari, acquistando in tal modo una maggior resistenza al dilavamento.

Ditiocarbammati

Hanno rappresentato la prima, importante, famiglia di fungicidi moderni, dotati di ampio spettro e per tale motivo affermatasi nella difesa di numerose colture da diversi patogeni (esclusi gli agenti del mal bianco).

Sono dei derivati dell'acido ditiocarbammico e, a seconda dei sostituenti inseriti nella loro molecola, sono riconducibili a due gruppi: alchilderivati e alchilenderivati. I secondi sono quelli utilizzati contro la peronospora della vite, inizialmente lo **zineb** (introdotto negli anni '50 dalle società americane Du Pont e Rohm and Haas), che è stato negli anni '60 affiancato e poi sostituito da **mancozeb (A)** (messo a punto dalle stesse società scopritrici dello zineb), mentre una minore diffusione hanno incontrato **metiram (B)** e **propineb (C)**, contemporanei del mancozeb e scoperti rispettivamente da Basf e Bayer. Essi presentano come effetto collaterale anche un'efficacia nei confronti di altre malattie fungine della vite quali escoriosi e black rot.

Sito d'azione delle diverse famiglie chimiche di antiperonosporici



(A) - Silicato di sodio

I silicati si ottengono dalla fusione di SiO_2 (sabbia) e carbonato di sodio. L'attività del silicato di sodio è dovuta alle parti solubili del silicio. Il meccanismo d'azione non è ancora completamente chiaro, ma sembra che esso agisca in modo duplice. A livello fogliare esplica un'azione meccanica mediante formazione di una pellicola inorganica dura, in grado di ostacolare l'attività dei parassiti (un inconveniente risiede però nel fatto che limita altresì la traspirazione fogliare). Tramite un meccanismo di traslocazione invece il silicato è in grado di agire in maniera fisiologica, interferendo con i normali processi vitali della pianta. I silicati sono compatibili con l'agricoltura biologica in quanto il silicio viene continuamente rimosso dal terreno attraverso l'assorbimento da parte dei vegetali, e tramite la lisciviazione, perciò la pianta sembra trarre vantaggi dall'apporto di silicio, tra cui una maggior crescita ed un'aumentata resistenza oltre che nei confronti dei patogeni, anche rispetto a situazioni ambientali critiche quali l'aridità del terreno. L'efficacia nei confronti della peronospora però è del tutto insoddisfacente.

(B) - Farine di roccia

Le caratteristiche delle farine di roccia variano a seconda del minerale che entra nella composizione della pietra macinata come basalto, granito, bentonite, algamatolite del Brasile, dolomia. Il principale componente della farina di roccia è l'acido silicico che arriva fino al 75% nel basalto. In queste polveri si trovano anche elementi quali magnesio, calcio, microelementi come ferro, rame e molibdeno. La polvere di roccia mostra un'azione meccanica (barriera fisica) nei confronti dei patogeni e, grazie alle sue caratteristiche igroscopiche, può agire come disidratante e per questo ostacolare le infezioni di peronospora. Ulmasud, Mycosin, e Mycosan sono delle preparazioni commerciali di minerale calcareo formulato come polvere bagnabile. Il loro impiego in Svizzera e in Germania (dove il clima non è particolarmente predisponente per il patogeno) ha portato a dei risultati positivi, in cui si evidenzia una discreta attività antiperonosporica, ma anche il rischio concreto di fitotossicità. La loro efficacia nei confronti della peronospora non è comparabile al rame, soprattutto in Italia settentrionale dove le condizioni ambientali e meteorologiche (elevata piovosità e prolungate bagnature fogliari) ne favoriscono il dilavamento. Ha dimostrato labile efficacia solo in casi di modesta pressione infettiva, mentre se applicata con epidemie appena più elevate ha fornito risultati pressoché nulli (Cravero et al., 2002).

(C) - Olio di Neem

L'olio di Neem è estratto dalla specie arborea Azadirachta indica presente in India, America, Sudafrica, Medio Oriente e Australia. Tale essenza possiede principi attivi, i limonoidi, molto interessanti per la patologia vegetale. Fra questi in particolare l'Azadiractina, sembra essere il componente più attivo. Essa ha una spiccata attività insetticida in quanto altera lo sviluppo negli stadi pre-imaginali interferendo con la muta oppure bloccando la peristasi intestinale, ma sembra avere anche azione fungicida (altri componenti) in grado di combattere alcune crittogame tra cui la peronospora o la muffa grigia. Il meccanismo d'azione in questo caso, sembra essere dovuto al suo contenuto in derivati di zolfo. Da sempre considerato non dannoso per l'entomofauna utile, pare ultimamente causare alcuni problemi per le api. Tale aspetto è ancora in corso di verifiche. L'efficacia nei confronti della peronospora è però scarsa.

Le sostanze d'origine naturale di seguito descritte possono aiutare a ridurre la quota di rame immessa nell'ambiente. Questi composti, tuttavia, non hanno un'attività comparabile con quella dei derivati cuprici e alcuni prodotti possono essere utili, ma solo con pressioni della malattia molto basse e con una precisa tempistica.

La ricerca in questo senso deve ancora compiere notevoli sforzi per giungere a risultati accettabili, con prodotti di origine naturale in grado di sostituire gli antiperonosporici tradizionali.

Analizzando i prodotti ammessi per la difesa nei confronti della peronospora ci si trova, di fatto, a disporre di poche sostanze attive nei confronti del patogeno. Silicato di sodio (A), polvere di roccia (B) e argille, permanganato di potassio, microrganismi, estratti vegetali (ad es. Neem (C), Arnica montana, Equisetum arvense, Inula viscosa, ecc.) e bicarbonato di potassio hanno dato sempre risultati non costanti ed insoddisfacenti. Molti di questi prodotti inoltre, non sono disponibili sul mercato italiano in alcun formulato commerciale.

Alcuni funghi o batteri, non dannosi per la pianta, possono venire usati per proteggerla dai patogeni che la infestano. L'antagonismo microbico si basa in generale sui meccanismi di: predazione, iperparassitismo, antibiosi e competizione, che possono avvenire singolarmente o in contemporanea. Sembra inoltre che l'azione di alcuni agenti di biocontrollo (D, E) si esplichi direttamente anche sulla pianta, tramite l'induzione di un aumento delle difese. Contro la peronospora della vite sono

(D) - Enzimi

Le piante hanno evoluto numerosi sistemi per difendersi da microrganismi patogeni, alcuni dei quali risultato di secoli di evoluzione. Molti di questi sono enzimi come la fenilalanina-ammonio liasi e la perossidasi.

Dal 2008 sono in corso di sperimentazione prodotti enzimatici che tendono a sfruttare le capacità intrinseche di Vitis vinifera, al fine di contrastare lo sviluppo della peronospora. L'azione contro questa ampolopatia viene esplicita attraverso due strategie:

- **sintesi di fitoalessine** nella pianta attraverso irrorazioni fogliari di prodotti enzimatici. L'enzima stilbene sintasi che interviene nella produzione degli stilbeni, fa parte di un'ampia famiglia costituita da almeno 20 molecole enzimatiche, che catalizzano la sintesi delle fitoalessine.

- **inoculo nel terreno** con l'impiego di microrganismi specifici, in particolare ureasi, catalasi, perossidasi, fosfatasi, solfatasi, lisozima, chitotripsina, capaci di effettuare numerose reazioni biochimiche (idrolisi dell'urea, prevenire l'accumulo di perossidi, idrolisi di polifosfati ed esteri solfati), tra cui conferire maggiore difesa nei confronti delle malattie biotiche e abiotiche come una maggiore resistenza agli attacchi fungini e agli stress idrici. (Marcello Vecchio comunicaz. personale).

stati studiati numerosi microrganismi, nessuno dei quali ha però ha fornito un livello di protezione soddisfacente. *Trichoderma harzianum* T39 (Trichodex) aumenta la resistenza della pianta, ma non vi sono formulati attualmente in commercio per l'attività antiperonosporica. Un debole effetto secondario è stato notato in *Bacillus subtilis* (Serenade), prodotto registrato contro la muffa grigia.

L'equiseto (F) ha un'azione fungicida dovuta principalmente al silicio di cui già si conoscono le proprietà anticrittogamiche. Può essere utilizzato come tale oppure in miscela con fungicidi a base di rame, zolfo o con prodotti a base di ortica, ma la sua efficacia è molto bassa.

L'*Inula viscosa* (G) è una pianta perenne, della famiglia delle Compositae, si trova principalmente nella regione mediterranea. L'estratto dalle sue foglie sembra avere attività erbicida e fungicida. L'unico prodotto commerciale è stato ritirato dal mercato per la sua elevata fitotossicità nei confronti della vite.

Il bicarbonato di potassio (H) è una sostanza naturale ottenibile dall'idrossido di potassio, non tossica, in grado di controllare alcuni funghi.

In definitiva l'aspetto legato ai prodotti di origine naturale è di sicuro interesse e potrebbe rivestire nel futuro uno strumento valido nella lotta alla peronospora, anche in virtù del bassissimo impatto ambientale. Bisogna comunque tener presente che la ricerca deve lavorare ancora molto per permettere che tali formulati costituiscano una valida alternativa, per lo meno al rame.

(E) - Consorzi microbiologici

L'uso di consorzi microbiologici in viticoltura è una tecnica che è stata proposta per riportare il suolo in condizioni di equilibrio naturale. I risultati delle prime sperimentazioni sono stati molto confortanti coinvolgendo anche alcuni aspetti legati alla stimolazione dei meccanismi di difesa delle viti stesse.

Dal 2007, quindi, l'Azienda Agricola Fratelli Muratori ha in corso prove sperimentali, in diversi ambienti, volte a valutare l'effetto di protezione dei suddetti consorzi microbiologici nei confronti delle principali patologie.

Da queste esperienze si è potuta intuire una certa efficacia di tali preparati nel combattere le principali crittogame della vite, compresa la peronospora. Le migliori indicazioni si sono per ora avute in caso di pressioni infettive non eccessivamente elevate. Ovviamente si è solo all'inizio di una fase di "conoscenza" del prodotto che ha già fornito interessanti indicazioni, ma che merita ulteriori verifiche per mettere a punto il miglior consorzio microbiologico per il fine che ci è prefissati. Certo è che, nell'ottica di una agricoltura sempre a minor impatto ambientale, l'applicazione di tali formulati acquista ogni anno maggior interesse e curiosità. (Francesco Iacono, comunicazione personale).

(F) - Equiseto

La pianta da cui viene estratto questo prodotto è fra le poche che necessitano di elevate quantità di silicio per la loro sopravvivenza. Questo fa sì che i suoi estratti siano ricchi in questo minerale (15-45%) delle cui proprietà anticrittogamiche si è già trattato (A).

(G) - Inula viscosa

Pianta perenne della famiglia delle Compositae, utilizzata nella medicina non convenzionale per combattere le infiammazioni, ma anche come repellente per gli insetti. E' stata notata anche una certa attività fungicida contro Oomiceti, Ascomiceti e Basidiomiceti, che pare dovuta alla presenza di terpeni a carattere lipofilo. Se l'estrazione di tali composti viene eseguita con acetone o esano, l'attività antiperonosporica può essere abbastanza rilevante (Cohen et al., 2003), mentre gli estratti acquosi offrono una minor efficacia.

(H) - Bicarbonato di potassio

L'azione del bicarbonato di potassio, essenzialmente preventiva, sembra dovuta al danneggiamento della membrana delle cellule nelle spore e allo spostamento del pH della linfa a un valore di 6,4 incompatibile con la vita dei funghi. Nonostante il bicarbonato di potassio sia attivo nei confronti dell'oidio, l'efficacia nei confronti della peronospora è marginale.

Perossido di idrogeno

In linea del tutto teorica esso potrebbe avere una buona attività antimicrobica, grazie al forte potere ossidante che esso svolge. Nella pratica però si è visto che uccide le spore con un meccanismo di contatto, ma presenta una limitatissima persistenza.

Oli

Oli minerali, essenziali, vegetali e acidi grassi potrebbero essere utilizzati contro insetti e funghi. Essi esplicano un'azione contro questi ultimi attraverso un'attività idrorepellente che rende difficile l'apporto di acqua al fungo e di conseguenza la sua crescita (Quarales, 2004). Si ha una prevenzione dell'inoculo attraverso l'inibizione della germinazione delle spore. Si ritiene necessaria un'adeguata micronizzazione delle gocce che consentirebbe un aumento dell'efficacia ed una diminuzione della fitotossicità, che può essere particolarmente dannosa specie con temperature inferiori ai 10 °C o superiori ai 32 °C.

Permanganato di Potassio

E' il più comune tra i sali di manganese. La sua attività fungicida e battericida si esplica tramite ossidazione della materia organica e conseguente sua degradazione. Tale meccanismo impedisce di fatto fenomeni di resistenza. Il permanganato di potassio inoltre, dona un apporto in potassio che migliora la crescita della pianta. L'aggiunta di agenti umettanti, quali l'essenza di pino, ne migliora l'efficacia. E' un prodotto a bassa tossicità per l'uomo, il suo utilizzo comporta rischi di residui per via del prodotto di ossidazione (ossido di manganese insolubile in acqua) inerte e non assorbito dalle piante. Presenta una fitotossicità piuttosto elevata, perciò si consiglia di non superare la concentrazione di 300 g/hl sulla vegetazione, dato che anche a bassa concentrazione possono rendersi evidenti gli effetti sul frutto. Il permanganato di potassio è compatibile con zolfo, ossido di rame, ma non con microrganismi e concimi fogliari.



(A) - L'utilizzo indiscriminato di principi attivi con medesimo meccanismo d'azione può favorire l'insorgere di ceppi resistenti, causando una diminuzione dell'efficacia del trattamento

Qol

Tra i prodotti più recentemente comparsi sul mercato, i composti Qol ("Quinone outside Inhibitors") sono un'importante classe di fungicidi a meccanismo d'azione specifico, la cui attività fitoictrica è determinata dal legame con il complesso del citocromo bc1 fungino e la conseguente inibizione della respirazione cellulare (Leroux et al., 2001; Bartlett et al., 2002; Grasso et al., 2005). I precursori dei fungicidi Qol sono state le strobilurine, analoghi di sintesi di sostanze naturali. I primi fungicidi Qol sono stati commercializzati nel 1996 e ad oggi diverse molecole sono disponibili (azoxystrobin, kresoxim-methyl, metominostrobin, trifloxystrobin, picoxystrobin, pyraclostrobin, fluoxastrobin, orysastrobin, dimoxystrobin). Inoltre, sono in commercio altre due molecole (famoxadone e fenamidone), chimicamente distinte dalle precedenti, ma appartenenti allo stesso gruppo di resistenza incrociata positiva. I primi ceppi di *P. viticola* mostranti fenomeni di resistenza incrociata positiva ai fungicidi Qol sono stati rinvenuti in vigneti sedi di prove sperimentali in Francia e in Italia (Heaney et al., 2000). In seguito è stata, invece, segnalata la presenza, nell'estate del 2001, di popolazioni di *P. viticola* resistenti ai fungicidi Qol in vigneti dell'Italia nord orientale (Gullino et al., 2001). In tale periodo, sono stati osservati in vigneti trentini e friulani cali di efficacia di trattamenti antiperonosporici effettuati con fungicidi Qol, in particolare con prodotti appartenenti a metossicrilati (azoxystrobin) e oxazolidinedioni (famoxadone) (Gullino et al., 2001 e 2004). Le popolazioni resistenti presentavano una DE50 (Dose Effettiva 50) di 300 e una CMI (Concentrazione Minima Inibitoria) > 1000 mg/l rispetto ai valori rispettivamente di 3 e 30 mg/l della popolazione sensibile di riferimento. Anche da monitoraggi effettuati in particolare nell'annata 2002 nell'area del Roero in Piemonte, l'80% delle popolazioni saggiate sono risultate capaci di svilupparsi a concentrazioni di azoxystrobin di 300 mg/l, mostrando livelli di sensibilità inferiori a quelli della popolazione di riferimento sensibile e della popolazione prelevata in un vigneto a conduzione biologica, incapaci di svilupparsi, rispettivamente, a concentrazioni di azoxystrobin superiori ai 10 e 30 mg/l (Gilardi et al., 2003).

La protezione dalla peronospora della vite si avvale oggi di un'ampia gamma di fungicidi, con caratteristiche molto interessanti che, in presenza di un buon servizio di assistenza tecnica, consentono l'ottenimento di risultati assai soddisfacenti. Un possibile aspetto collaterale negativo è rappresentato dall'acquisizione di resistenza ai fungicidi nei parassiti bersaglio e alla conseguente possibile perdita di efficacia di alcuni composti.

Insorgenza di ceppi resistenti

La resistenza di un qualsiasi microrganismo ad un farmaco, si basa su questo postulato: tanto è più specifica l'azione del principio attivo tanto più probabile risulta la selezione di ceppi resistenti da parte del patogeno.

Questo fenomeno, ampiamente studiato e documentato per numerosi funghi fitopatogeni su molte colture economicamente importanti, assume in Italia un particolare rilievo soprattutto in viticoltura. La maggior parte dei nuovi fungicidi è caratterizzata, in genere, da un **meccanismo d'azione specifico** e, pertanto, è a rischio di resistenza. Il largo impiego di alcuni tra i più recenti di questi composti ha provocato, negli ultimi anni, la comparsa di ceppi di patogeni resistenti nei loro confronti (Gisi et al., 2000; Heaney et al., 2000; Leroux et al., 2001; Gullino e Garibaldi, 2003; Gisi e Sierotzki, 2008). La valutazione del rischio di comparsa di resistenza è quindi, oggi, un requisito essenziale per il mantenimento dell'efficacia di tali prodotti. La messa a punto e la validazione di strategie anti-resistenza prima dell'introduzione del fungicida sul mercato e, in seguito, un'attenta azione di monitoraggio delle popolazioni fungine sono essenziali per il mantenimento dell'efficacia nel tempo.

Evitare la selezione di cellule resistenti

L'ampia gamma di prodotti ad azione antiperonosporica presenti sul mercato consente agli operatori agricoli di avvalersi di principi attivi dotati di differenti meccanismi d'azione da affiancare a quelli già da anni in commercio. Va segnalata, ad esempio, la recente introduzione del fluopicolide, caratterizzato da un meccanismo di azione diverso rispetto a quello degli antiperonosporici oggi disponibili (Toquin et al., 2007). La disponibilità di un buon arsenale di prodotti con diverso meccanismo d'azione permette di impostare programmi di protezione dalla peronospora che facciano ricorso ad un numero ridotto di trattamenti per stagione con ciascun gruppo chimico di antiparassitari, scegliendo il fungicida più adatto a seconda delle necessità (Leroux, 2000). La disponibilità di nuovi prodotti, pertanto, non deve determinare l'abbandono di quelli di precedente

introduzione, ma rendere più facile ed ampia la scelta per l'alternanza di fungicidi con diverso meccanismo d'azione, seguendo le linee guida del FRAC, al fine di prevenire fenomeni di resistenza (Gullino e Faretra, 2002). Queste strategie di lotta vanno utilizzate soprattutto per quei prodotti o gruppi di prodotti ritenuti ad alto rischio di resistenza come le fenilammidi e i fungicidi Qol (Leroux, 2000; Gisi, 2002; Gisi e Sierotzki, 2008), per i quali vanno evitati interventi ripetuti al fine di non selezionare popolazioni del patogeno ad essi resistenti (Heaney *et al.*, 2000; Gisi, 2002; Gisi e Sierotzki). Un'efficace gestione della resistenza si basa, pertanto, sulla riduzione della pressione selettiva dovuta all'uso ripetuto di uno stesso principio attivo, che favorisce lo sviluppo di mutanti resistenti (Leroux, 2003). Tali misure preventive andrebbero applicate non solo su prodotti già in uso da anni, ma anche non appena un nuovo prodotto viene commercializzato, soprattutto se caratterizzato da un meccanismo d'azione specifico (Leroux, 2002, 2003).

La situazione in Italia

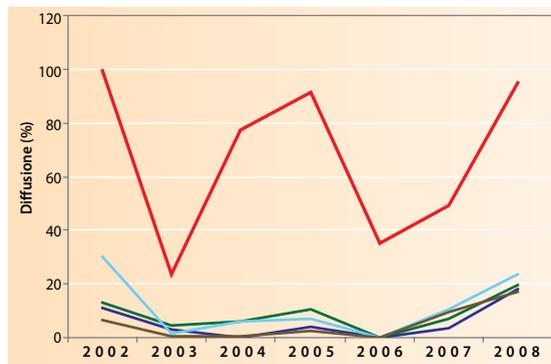
In Italia, il problema della resistenza è, in generale, tenuto sotto controllo, in particolare grazie alla tendenza ad orientarsi, rispetto ad altri Paesi europei quali la Francia, ad un approccio di lotta di tipo integrato, che prevede un ridotto numero di trattamenti per stagioni con fitofarmaci. Tali limitazioni all'impiego vanno positivamente interpretate, dal momento che un approccio di lotta integrata ha sicuramente benefici non solo in termini di mantenimento dell'efficacia di un prodotto nel tempo, ma anche di rispetto dell'ambiente e di salubrità dei prodotti da destinare al consumo. Le strategie anti-resistenza, che prevedono il ricorso a miscele o alternanze con composti a diverso meccanismo d'azione, sono comunque raccomandate in tutta Europa, non solo per la vite (Leroux, 2000), ma anche per numerose altre colture, quali ad esempio quelle cerealicole (Leroux, 2005).

Derivati dell'Acido Carbossilico

Tranquillante appare, al momento, la situazione nel caso dei derivati dell'acido carbossilico (i cosiddetti CAA) tra i quali ricordiamo dimetomorph, iprovalicarb, benthialicarb, prodotti che parrebbero agire sulla biosintesi dei fosfolipidi e sulla deposizione della parete cellulare (Gisi e Sierotzki, 2008). Popolazioni di P. viticola resistenti sono state osservate in Francia e Germania, senza però che il fenomeno si accompagnasse a cali di efficacia. Nel caso di questi fungicidi il rischio di resistenza viene considerato moderato (Gisi e Sierotzki, 2008). Le popolazioni di P. viticola analizzate in Italia presentano, nei confronti del dimetomorph, una sensibilità analoga alla popolazione sensibile di riferimento, e sono risultate inibite nello sviluppo a CMI variabili tra 3 e 30 mg/l.

Fenilammidi

*Le fenilammidi, quali metalaxyl, e i nuovi composti metalaxyl-M e benalaxyl-M (o kiralaxyl), sono un'altra classe di prodotti impiegati contro la peronospora della vite, soprattutto grazie alla loro specifica attività contro gli oomiceti. Tali composti interferiscono con la trascrizione del DNA mediante l'inibizione della RNA polimerasi I. In P. viticola, la resistenza si è manifestata già tre anni dopo la loro introduzione, causando seri problemi in Francia. In altri Paesi quali l'Italia, le fenilammidi sono state registrate dopo che erano già state definite strategie antiresistenza che ne prevedono l'uso in miscela con prodotti partner (Gullino e Garibaldi, 2003; Gisi, 2002). In tale modo, fenomeni di resistenza sono stati osservati nel nostro Paese solo molto tempo dopo e senza che causassero gravi problemi pratici (Faretra e Gullino, 2000). Da monitoraggi effettuati nel triennio 2000-2002 nell'area dell'alessandrino, ad esempio, il 30% delle popolazioni ha mostrato nei confronti del metalaxyl una CMI compresa fra 30 e 100 mg/l, comunque al di sotto della concentrazione di impiego del prodotto in campo (140 mg/l), mentre, su 13 popolazioni campionate nel Roero, una è risultata capace di svilupparsi a concentrazioni di metalaxyl di 100 mg/l, valore superiore a quello rilevato nelle popolazioni di riferimento sensibili (CMI di 10 e 30 mg/l) (Gilardi *et al.*, 2003). Popolazioni di P. viticola resistenti a cymoxanil, fungicida appartenente alla classe delle acetammidi, sono state identificate in Italia (Gullino *et al.*, 1997), Germania (Harms *et al.*, 1999) e Francia (Leroux, 2002). In Italia la resistenza è comparsa in seguito ad un uso molto frequente del prodotto in trattamenti eradicanti. Nel corso del triennio di monitoraggio 2000-2002 in aree viticole piemontesi, è emerso che il 90% delle popolazioni sono risultate resistenti a cymoxanil con livelli di CMI di 300 mg/l, valori tre volte superiori alla concentrazione di impiego del fungicida in campo (100 mg/l) (Gilardi *et al.*, 2003).*



— Testimone — Famoxadone + fosetyl AI
 — Pyraclostrobin + metiram — Fenamidone + iprovalicarb + fosetyl AI
 — Azoxystrobin + folpet

(B) - Sette anni di sperimentazione, in cui le medesime parcelle hanno subito 3 trattamenti annui consecutivi con Qol o Derivati delle Strobilurine. Si noti come l'efficacia dei principi attivi si mantenga sempre elevata, nel corso del tempo senza differenze sostanziali tra i diversi formulati.

Vigneto cv. Chardonnay, Vit.En. Calosso (AT)



Foto Marchesini

(A) - I fitoseidi vivono prevalentemente nella pagina fogliare inferiore, nascosti accanto alle nervature, in prossimità del seno peziolare. Varietà di vite che presentano una maggior setulosità di solito sono preferite dai fitoseidi, perché la peluria offre loro un miglior riparo



(B) - La crisopa depone le uova sospese su uno stelo, per sottrarle agli insetti predatori

(C) - Un buon cotico erboso aiuta a mantenere la biodiversità del vigneto, offrendo nutrimento e riparo all'entomofauna utile



Gli **acari tetranichidi** (*Panonychus ulmi*, *Eotetranychus carpini*) rappresentano spesso, in zone ed annate predisponenti, un serio problema economico per la viticoltura. I danni causati dalla loro attività trofica, che priva la pianta di parte della **superficie fotosinteticamente attiva**, hanno ripercussioni sulla qualità dell'uva (diminuzione della concentrazione zuccherina, aumento dell'acidità totale, bassi livelli di pH, ecc.) e sulla stessa fisiologia della pianta la quale, nei casi più gravi, non è in grado di accumulare sostanze di riserva, con effetti negativi sul germogliamento della primavera successiva.

Per il loro contenimento, i trattamenti **acaricidi** non sono sempre risolutivi e comunque rappresentano un ripiego da attuarsi quando il danno è già in atto. Quando tale situazione si verifica è sempre necessario porsi qualche quesito circa la gestione del vigneto nel corso dell'annata, giacché molto spesso potrebbe scorgersi un errore da parte del viticoltore.

Infatti gli acari tetranichidi convivono da sempre con la viticoltura europea, con la quale si è creato, nel corso dei secoli, una sorta di equilibrio stabile, dove essi pur presenti in vigneto, raramente creavano danni. Tale equilibrio era garantito da diversi **predatori (A)**, in particolare gli acari fitoseidi, che cibandosi di fitofagi dannosi non consentono loro di pullulare in maniera incontrollata.

Questo fino agli anni '50 del secolo scorso, quando l'introduzione e l'utilizzo spropositato dei ditiocarbammati ha spezzato il secolare equilibrio, creando in molti casi i presupposti per la proliferazione degli acari dannosi. Infatti i fitoseidi come altri insetti predatori (*Orius* spp (D), *Chrysoperla carnea* (B), *Stethorus punctillum*) presentano particolare sensibilità rispetto ai ditiocarbammati, mentre tiofalamidi e rameici offrono una maggior selettività.

Ovviamente i fungicidi non sono gli unici responsabili della proliferazione degli acari, in quanto trattamenti insetticidi, eccessive concimazioni e l'eliminazione del **cotico erboso (C)** possono avere un peso non indifferente. Quest'ultimo in particolare risulta importante per mantenere una buona popolazione di fitoseidi i quali possono nutrirsi di **polline** prodotto da graminacee e altre essenze (Madinelli *et al.*, 2002). Ciò favorirebbe la loro sopravvivenza, specie nei mesi estivi quando normalmente si registra un calo fisiologico degli stessi. Un buon tecnico deve quindi regolare, nel limite del possibile, gli sfalci del cotico erboso, rispettando le fioriture, alternando i filari, oppure gli interventi di trinciatura e diserbo del sottofila.

Selettività degli antiperonosporici

Diverse sperimentazioni hanno evidenziato come **folpet** dimostri una tossicità trascurabile nei confronti degli stadi giovanili di *T. pyri*, e poco più elevata sulla fecondità delle femmine. L'effetto globale è di un prodotto assolutamente selettivo rispetto all'entomofauna utile del vigneto.

I **derivati cuprici** risultano appena più impattanti, non tanto per la mortalità diretta, quanto per una sensibile riduzione della fecondità.

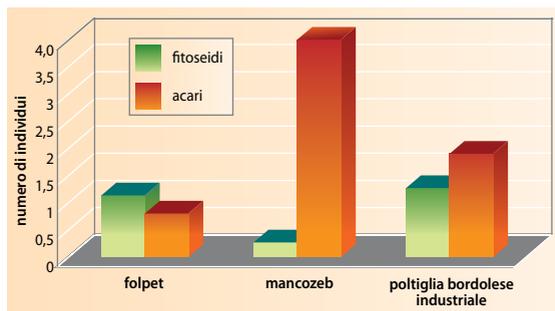
La famiglia dei **ditiocarbammati**, senza differenze sostanziali tra i singoli principi attivi, risulta invece poco selettiva nei confronti dell'entomofauna utile (E). Trattamenti ripetuti con tali molecole comportano un drastico calo nel numero di forme mobili per foglia (Camporese *et al.*, 1993).

È pur vero che, in presenza di un'adeguata popolazione di fitoseidi, uno o due trattamenti con ditiocarbammati ad inizio stagione, pur provocando una diminuzione significativa di tali acari, non comportano mai la totale distruzione dell'entomofauna che, nel corso della stagione, può naturalmente **ricostituirsi** qualora non intervengano altri fattori ad impedirlo (trattamenti insetticidi, scorretto controllo della chioma, gestione non accurata delle essenze erbacee del vigneto). Inoltre l'utilizzo attuale come partner di prodotti endoterapici ne limita molto l'effetto negativo (Marchesini, 1989). Infine è noto come, nel corso del tempo si siano selezionate popolazioni di fitoseidi di meno sensibili all'azione dei ditiocarbammati.

I **moderni antiperonosporici** risultano tendenzialmente selettivi rispetto all'entomofauna utile, in virtù di diverse sperimentazioni effettuate prima ancora della loro commercializzazione. In tal senso le ditte produttrici di fitofarmaci dimostrano sempre maggior sensibilità al concetto di lotta integrata, a cui bisogna tendere in maniera concreta, nel rispetto dell'ambiente e della salute umana.

(D) - Ruolo degli Antocoridi nella lotta agli acari fitofagi

Di particolare interesse gli insetti appartenenti al genere *Orius*, in grado di predare da 30 a 100 acari al giorno sia negli stadi giovanili, sia nell'età adulta. L'elevata voracità porta a ritenere possibile un elevato controllo degli acari con un basso numero di antocoridi, tanto che pare sufficiente 1 forma mobile ogni 3-4 foglie per contenere a fine estate *P. ulmi* sotto la soglia di rischio. Il maggior limite di questa specie nel contenere gli acari dannosi risiede nel fatto che, il più delle volte, iniziano l'attività di predazione quando gli acari hanno già invaso abbondantemente il vigneto e spesso il danno è già avvenuto (Duso e Girolami, 1982).



(E) - I fitoseidi subiscono la scarsa sensibilità di alcuni principi attivi, soprattutto se applicati più volte nell'arco della stagione. A ciò può far seguito un maggior sviluppo di acari fitofagi (F) per mancanza di limitatori naturali (Morando *et al.*, 1996)

(F) - Evidente sintomatologia dovuta all'attività trofica di *P. ulmi* su cv. Merlot. Le cellule fogliari, svuotate del loro contenuto, acquistano la classica colorazione bronzata. Non solo la mancanza di nemici naturali, ma anche l'eccessivo vigore vegetativo (foto sotto) favoriscono la proliferazione dei ragnetti

