

(A) - Peronospora e traspirazione

Esistono diversi studi riguardanti la morfologia e lo sviluppo degli oomiceti e le reazioni di difesa messe in atto da viti tolleranti o resistenti. Tra questi, una sperimentazione effettuata in Piemonte nel 2008 su parcelle testimoni a confronto con altre trattate con tre diversi antiperonosporici, ha analizzato foglie con differenti livelli di infezione **(B)** mettendo in evidenza come le viti infettate da peronospora modificano la loro attività fisiologica, in tre modi fondamentali:

- **lo sviluppo del patogeno causa la diminuzione della fotosintesi**, con conseguente limitazione dell'assimilazione di circa il 20% legata alla presenza del patogeno ed indipendente dalla percentuale di infezione, a cui si aggiunge un'ulteriore riduzione proporzionale alla percentuale di infezione;

- **la conduttanza stomatica diminuisce all'aumentare della percentuale di infezione della foglia** con una riduzione legata alla presenza del patogeno ed indipendente dalla percentuale di infezione di circa il 12-13%;

- **la concentrazione di CO₂ nella camera sottostomatica aumenta all'aumentare della percentuale di infezione della foglia** in modo meno che proporzionale.

Tali considerazioni hanno permesso di accertare che il meccanismo di regolazione dell'apertura stomatica è di tipo metabolico: l'infezione causa la riduzione della fotosintesi con conseguente riduzione della CO₂ assimilata, provocando quindi un aumento della concentrazione del gas nella camera sottostomatica. Ciò stimola un recettore, presente a livello delle cellule di guardia, che attiva il meccanismo di chiusura degli stomi per mantenere la concentrazione di CO₂ nella camera stessa compreso nel range in cui la fotosintesi non è soggetta a limitazioni: a basse concentrazioni di CO₂ la fotosintesi è limitata dalla capacità carbossilante della RuBisCO (ribulosio difosfato carbossilasi ossigenasi) mentre a concentrazioni elevate è limitata dalla capacità degli enzimi del ciclo di Calvin di rigenerare la molecola accettore ribulosio-1,5-difosfato (Taiz L., Zeiger E., 2002). La straordinaria conseguenza ecologica della regolazione stomatica metabolica è che la pianta limita le perdite di acqua per traspirazione, quando il sistema di fissazione della CO₂ atmosferica non può agire nel range ottimale. Il meccanismo accertato mostra che *Plasmopara viticola* causa **modificazioni del comportamento degli stomi**, in particolare inducendo un aumento della conduttanza stomatica al buio, e che le cellule di guardia non si chiudono (come invece dovrebbero) in risposta ad un moderato stress idrico ed al trattamento con ABA esogeno (Cerutti e Lovisolo, 2009).

Nell'ambito di *Vitis vinifera* è pressoché impossibile trovare varietà di vite coltivate che riescono a resistere agli attacchi della peronospora. Solo su ibridi produttori diretti e su alcune specie di *Vitis* è possibile osservare, in pieno campo, fenomeni di resistenza, che oggi e in futuro, grazie al **sequenziamento** genomico e alle conoscenze di **biologia molecolare** potranno aprire nuovi orizzonti per il miglioramento genetico della vite.

Diversi sono i meccanismi di risposta della vite, o meglio dei suoi organi, alle infezioni di *Plasmopara viticola*. In genere, i sistemi di difesa possono essere di ordine **genetico**, **biochimico**, **fisiologico** e **meccanico**; essi possono entrare in gioco singolarmente anche se, nella maggior parte dei casi risultano tra loro collegati, offrendo risposte tanto maggiori in proporzione al grado di interazione.

Qualche conoscenza di base può tornare utile per comprendere alcuni fenomeni che si verificano in pieno campo che, talvolta, non trovano spiegazioni per il viticoltore pur vigile nel proteggere la propria vigna.

Condizioni per l'infezione

In presenza di acqua, le aperture stomatiche rappresentano quindi la via d'ingresso del micelio fungino; la loro funzionalità condiziona la fase di infezione, per cui solo quando essi sono aperti si può parlare di rischio infettivo. Gli stomi svolgono l'azione di regolare gli scambi gassosi **(A)** e sono attivati principalmente dalla presenza di luce, temperatura, idratazione o stress idrico e dall'età dell'organo. Infatti, su organi vecchi gli stomi tendono a chiudersi divenendo poco o per nulla funzionali, in quanto perdono il loro turgore anche per il progressivo accumulo di amidi.

Età dei tessuti. Relativamente alle epidemie di peronospora, nelle condizioni di attacchi tardivi capita spesso di osservare che le foglie basali difficilmente vengono colpite dalla malattia, la quale si manifesta con piccole macchie a mosaico; nel tardo periodo anche i grappoli vengono attaccati con difficoltà, in quanto le infezioni avvengono a livello del rachide erbaceo o attraverso il pedicello dell'acino, la cui epidermide è priva di stomi.

Fattori ormonali. Interessano la pianta durante il suo periodo vegetativo. Si parla quindi di difese

(B) - Strumento portatile, che consente attraverso il metodo I.R.G.A. (InfraRed Gas Analyzer) il calcolo della fotosintesi netta e della traspirazione fogliare, oltre a una serie di altri parametri ambientali, tramite la misurazione e il controllo dell'ambiente della foglia contenuta nella camera sottostomatica



costitutive della pianta, regolate da composti fenolici (tannini, catechine) il cui contenuto varia in funzione dei generi e delle specie di *Vitis* (C, D). La presenza di flavonoidi e stilbeni (in particolare trans-resveratrolo) risulta importante nel favorire i meccanismi di difesa indotta della vite nei confronti della peronospora. Grande importanza viene data al resveratrolo, composto di derivazione fenolica presente in concentrazioni variabili sui diversi organi, anche se prevalentemente concentrato nei semi, in funzione della cultivar. Come tutti i composti stilbenici, cis e trans-resveratrolo hanno capacità antifungine e si comportano come **fitoalessine**, sostanze naturali delle piante con attività antimicrobica, prodotte in seguito all'attacco di microrganismi, in corrispondenza del punto in cui il patogeno si è insediato.

Le risposte di reazione degli organi colpiti da agenti patogeni, o sofferenti per condizioni di stress, sono quindi indicatori di fenomeni naturali che le piante riescono ad attivare come strumenti di autodifesa: la pianta è quindi in grado di produrre sostanze implicate nelle risposte difensive, definite **elicitori**. Certamente tutto ciò non basta per attendersi una difesa naturale, ma può rappresentare una base per nuove conoscenze utili alla genomica funzionale, ai futuri lavori di miglioramento genetico della vite e alla ricerca di nuove sostanze elicitori, naturali o ottenute attraverso la sintesi di nuove molecole (E).

Nelle annate caratterizzate da epidemie precoci con comparsa delle prime macchie di peronospora in fase di pre-floritura, la difesa della vite richiede piani di lotta preventiva, atti a garantire la copertura della vegetazione fino alla fase di invaiatura avanzata. Certamente, la frequenza dei trattamenti dovrà essere modellata in funzione della suscettibilità varietale, delle condizioni dinamiche delle precipitazioni e delle temperature.

(C) - La *Vitis aestivalis*, come tutte le varietà americane, per la secolare convivenza con la peronospora, ha sviluppato resistenze genetiche che la rendono meno sensibile al fungo



Foto Giust. Cra-Vit

(D) - Diversità varietale nella reazione alla peronospora

Il livello di produzione dei composti fenolici di difesa naturale è molto basso, ma varia grandemente in funzione delle specie e delle varietà di vite: sperimentazioni eseguite in inoculazioni di peronospora su foglie di Muscadinia rispetto a V. rupestris e V. vinifera (cv Carignano) hanno dimostrato una rapida produzione di resveratrolo e di flavonoidi sulla prima specie, rispetto a quanto rilevato sulle altre specie e in particolare su Carignano. Le proteine di risposta (tra le più conosciute si ricordano le chitinasi e le glutinasi) sono dei composti associati alla difesa delle piante, che si vengono a formare anche a seguito di attacchi di peronospora: ad esempio su V. rupestris come pure su altre viti americane o loro ibridi la peronospora, in corrispondenza del punto di inoculo, provoca solo la formazione di necrosi o piccole tacche che difficilmente riescono a sporulare.

(E) - Esperienze a Conegliano Veneto

*Recenti studi condotti presso il Centro di viticoltura di Conegliano (dove la peronospora è presente in tutti gli anni, salvo qualche annata con attacchi di minore intensità anche su viti testimoni non trattate es. annate 2003 e 2006) hanno fatto osservare come alcuni fenomeni siano in grado di influire sullo sviluppo delle epidemie di P. viticola. Infatti, nelle condizioni di scarsa virulenza della malattia, caratterizzate da attacchi con comparsa tardiva dei sintomi a cui sia poi seguita una grave epidemia a partire dalla fase di ingrossamento degli acini, c'è stato modo di osservare la presenza di peronospora solo sulle foglie giovani e sugli apici, mentre le foglie basali difficilmente erano attaccate. Ciò è stato messo in relazione alla ridotta **attività stomatica** e alla minore presenza di acqua sugli organi che stanno invecchiando.*

*Altrettanto interessante è stato lo studio condotto su viti affette da **accartocciamento fogliare**: la presenza del virus responsabile di questa malattia ha comportato una maggiore produzione di composti fenolici, in particolare di **resveratrolo**, sulle foglie che, a partire da quelle basali e poi su quelle mediane, via-via andavano a manifestare i sintomi di accartocciamento (F).*

(F) - La virosi dell'accartocciamento fogliare, pare limitare la proliferazione della peronospora, in virtù di una maggiore produzione di resveratrolo, che si comporta da fitoalessina

