

INDAGINI SULLA GERMINAZIONE DELLE OOSPORE DI *PLASMOPARA VITICOLA* IN EMILIA ROMAGNA E MARCHE

I. GHERARDI*, M. COLLINA, A. BRUNELLI, N. ADANI

Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare - Università degli Studi
Via Filippo Re, 8 - 40126 Bologna

Riassunto

Sono state condotte in laboratorio osservazioni pluriennali (1991-95) sulla germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola* provenienti da foglie svernate in aree pedoclimaticamente differenziate dell'Emilia Romagna e Marche. Nella maggior parte dei casi il fenomeno germinativo è iniziato precocemente, tuttavia è stato rilevato un diverso andamento della % e dei tempi di germinazione che sono apparsi correlati all'andamento meteorologico proprio del luogo di svernamento. Rispetto a quelle provenienti dall'Emilia Romagna, le oospore svernate nelle Marche hanno manifestato un costante ritardo nell'inizio della germinazione ed una entità della stessa molto scarsa. In tutte le località le oospore hanno mostrato una risposta positiva nei confronti di elevate quantità e frequenze pluviometriche associate a basse temperature.

Parole chiave: germinazione oospore, *Plasmopara viticola*, peronospora della vite, vite.

Summary

INVESTIGATIONS ON GERMINATION OF *PLASMOPARA VITICOLA* OOSPORES IN EMILIA ROMAGNA AND MARCHE

The dynamics of germination of *Plasmopara viticola* oospores differentiated in leaves overwintered in different Italian localities (regions Emilia Romagna and Marche) has been studied during various years (1991-95). In most cases germination started too early, but % and time of germination were different and correlated to climatic factors typical to each locality. In Marche oospores germination was always later and smaller than in Emilia Romagna. In all localities percentage and time of germination were positively affected by high quantity and frequency of rain together with low temperatures.

Key words: oospores germination, *Plasmopara viticola*, grape downy mildew, grapevine.

Introduzione

Il processo germinativo delle oospore è un aspetto fondamentale nel determinismo delle infezioni primarie di *Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et De Toni e dalla sua conoscenza potrebbero scaturire elementi utili per il miglioramento dei criteri di previsione della peronospora basati sulla valutazione dei soli eventi climatici riscontrati dopo la ripresa vegetativa della vite (es. regola dei tre dieci). I numerosi studi recentemente condotti in diverse aree viticole italiane in merito alla dinamica di germinazione in laboratorio delle oospore nel periodo invernale e primaverile hanno evidenziato come questa sia strettamente influenzata dall'interazione dei fattori meteorologici che si succedono nel vigneto a partire dalla fase della loro formazione (Burruano, 1993; Burruano *et al.*, 1989, 1992, 1994; Serra e Borgo, 1993; Vercesi *et al.*, 1993). Anche il presente lavoro si è inserito in tale linea di ricerca, con uno studio condotto negli anni 1991-92-93-94-95 sull'andamento germinativo di oospore provenienti da foglie prelevate e poste a svernare in tre località pedoclimaticamente differenziate dell'Emilia Romagna e Marche.

Materiali e metodi

A partire dalla metà di ottobre degli anni 1990, '91, '92, '93 e '94 sono state prelevate, da tre aziende diverse dal punto di vista pedoclimatico ed epidemiologico [Altedo (BO) pianura, cv. Tocai, Borghi (FO) collina e Folignano (AP) collina nella vallata del Tronto, cv. Sangiovese, zone, rispettivamente, ad alto, basso e quasi nullo rischio epidemico], foglie di vite con peronospora a mosaico nelle quali è stata accertata in trasparenza la presenza di oospore tramite osservazione allo stereomicroscopio. I frammenti fogliari di circa 1 cm² contenenti le oospore sono stati inseriti in sacchetti di rete di nylon e

Ricerca effettuata con il finanziamento in parte del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, nell'ambito del Progetto Finalizzato "Lotta biologica e integrata per la difesa delle piante agrarie e forestali"-sottoprogetto Viticoltura, in parte della Regione Emilia Romagna.

* Borsista E.S.A.V.E.

deposti sulla superficie del terreno del vigneto di origine. A partire da gennaio-febbraio in Emilia Romagna e da marzo nelle Marche, a cadenza quindicinale, dai frammenti si sono estratte le oospore secondo la metodologia descritta da Ronzón (1987). Per ogni campione sono state allestiti 3 lotti corrispondenti ad altrettante capsule Petri, in ognuna delle quali sono state deposte 5 gocce contenenti all'incirca 20 oospore ciascuna. Le piastre sono poi state conservate in termostato a $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}$ e controllate quotidianamente per un minimo di due settimane, rilevando il tempo minimo di germinazione (TG), cioè il numero di giorni impiegato dalla prima oospora per germinare, e calcolando la percentuale di oospore germinate. L'andamento climatico "storico", preso come riferimento nel presente lavoro, corrisponde alla media dei dati rilevati nelle tre località nel corso degli ultimi 11-15 anni mediante strumenti meccanici (pluviografo e termoigrografo SIAP, utilizzati anche per la registrazione dei dati climatici negli anni di sperimentazione).

Risultati

ANNO 1991

BORGHI - L'autunno-inverno è stato caratterizzato da abbondanti piogge congiunte a basse temperature in dicembre e nel periodo compreso tra metà gennaio e metà febbraio. All'inizio della primavera i livelli termici sono risultati più elevati e le precipitazioni inferiori alla media, mentre in aprile e maggio si sono verificate piogge abbondanti, con temperature anche molto al di sotto della norma.

Il monitoraggio delle oospore si è contraddistinto per l'elevata germinabilità con diversi picchi di germinazione, fra i quali va ricordato quello superiore al 30% nel saggio del 29/4. I TG hanno subito un accorciamento consistente alla fine di aprile, portandosi a soli 3 giorni; la germinazione si è azzerata con il saggio del 12/6 (vedi Fig. 1a).

ANNO 1992

BORGHI - Una buona piovosità ha contraddistinto i mesi di ottobre e novembre ma non dicembre, scarsamente piovoso e rigido. Medie termiche basse si sono verificate anche in gennaio e febbraio. Le precipitazioni sono risultate scarse in marzo ed in maggio e superiori alla media in aprile.

La germinazione delle oospore è stata complessivamente molto bassa, con un lieve picco germinativo (5%) nel saggio iniziato il 17/2 ed una progressiva riduzione nel periodo successivo, fino ad annullarsi nella prova del 4/5. I TG non sono mai scesi sotto i 7 giorni e hanno superato i 30 giorni nel saggio del 23/3 (vedi Fig. 1b).

ALTEDO - Il regime pluviometrico autunnale è risultato superiore alla norma come entità e frequenza, mentre nebbie ricorrenti e soglie termiche molto basse si sono osservate in dicembre. In gennaio i valori termoidrometrici sono stati tendenzialmente superiori alla media, con il perdurare di formazioni nebbiose. Dal mese di febbraio a maggio le precipitazioni sono risultate molto scarse.

La germinazione delle oospore ha raggiunto l'entità massima dell'annata (11%) nei primi 3 saggi per poi diminuire gradualmente fino ad annullarsi il 26/5. Il TG non è mai sceso al di sotto dei 7 giorni (vedi Fig. 1b).

FOLIGNANO - In ottobre e novembre si è osservata una buona piovosità associata a basse temperature, mentre il livello termopluviometrico si è mantenuto su valori inferiori alla media da dicembre a marzo. Aprile, con 266 mm, si è contrapposto ai mesi di maggio e giugno aventi scarsa quantità di pioggia e basse temperature.

Nessuna germinazione delle oospore è stata osservata nei vari saggi (vedi Fig. 1b).

ANNO 1993

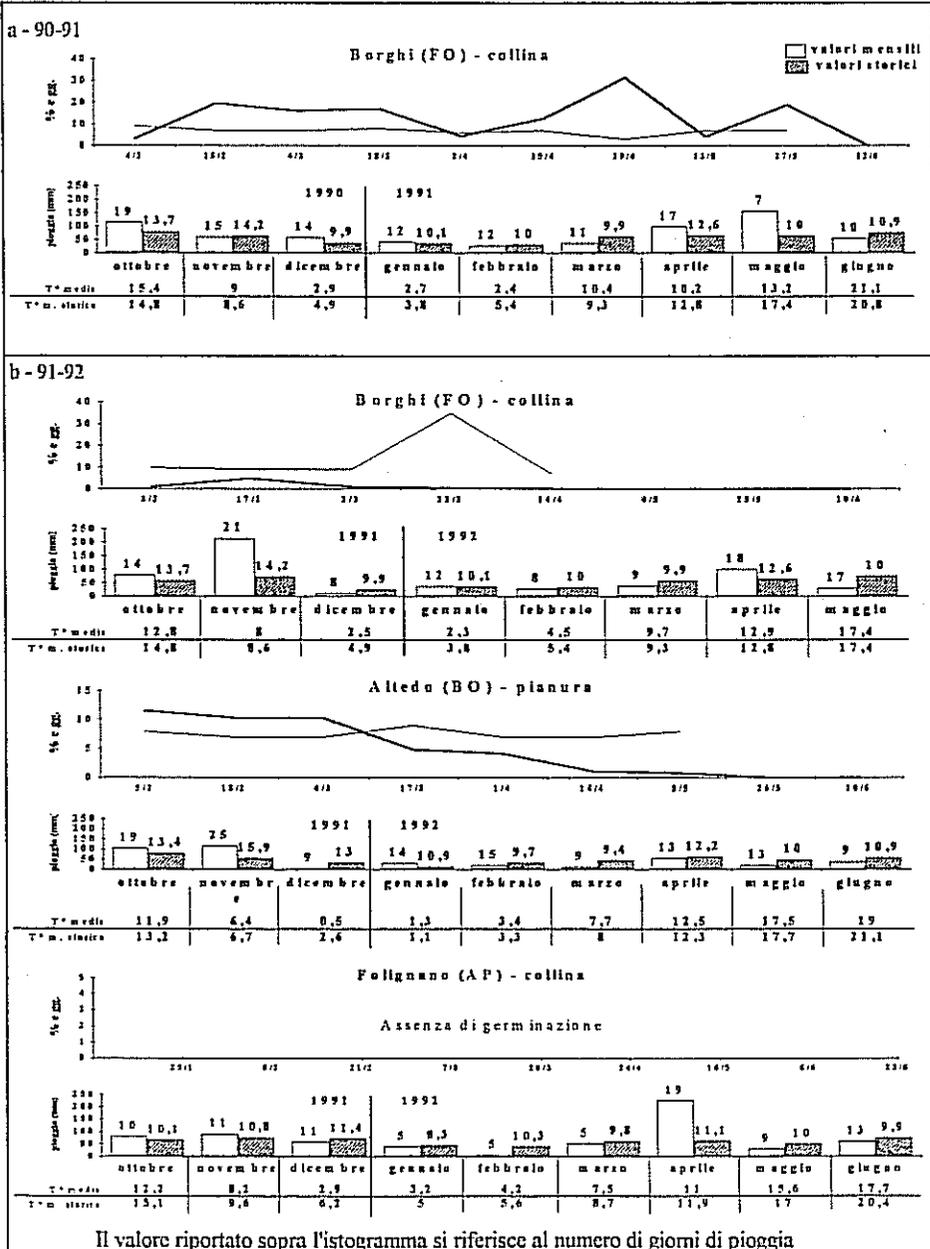
BORGHI - Il mese di ottobre è risultato estremamente piovoso, al contrario di novembre, che ha presentato anche temperature elevate, rimaste tali in dicembre, seppure accompagnate da consistenti piogge. L'assenza di precipitazioni, abbinata a temperature inferiori al dato storico in febbraio, ha caratterizzato il primo bimestre, mentre in marzo si sono verificate piogge abbondanti e basse temperature. Nel mese di maggio si è registrata una pressochè totale assenza di pioggia con progressivo incremento dei livelli termici.

Il processo germinativo ha evidenziato un andamento incostante, con picchi in febbraio (7%), aprile (5%) e maggio (2%) intervallati da repentini e marcati decrementi. Il TG è oscillato tra i 7-8 giorni dei primi saggi e i 4 giorni della prova di inizio maggio, oltre la quale non è stata più osservata emissione di macrozoosporangi (vedi Fig. 2).

ALTEDO - Dopo un mese di ottobre caratterizzato da abbondantissime precipitazioni, novembre è risultato poco piovoso ma con nebbie frequenti; le piogge sono riprese abbondanti in dicembre. Come in

novembre e dicembre, anche in gennaio le temperature si sono situate al di sopra della media ma sono mancate le precipitazioni, mentre ricorrenti sono risultati i fenomeni nebbiosi. Il mese di febbraio è stato molto asciutto e freddo, mentre una ripresa delle precipitazioni si è verificata in marzo, con temperature molto basse (minime frequentemente inferiori a 0°C). Ad un aprile piovoso ha fatto seguito un mese di

Fig. 1a e b - Anni 1990/91 e 1991/92 - Andamento della germinazione (— = % e — = tempo minimo in giorni). Piogge (quantità e giorni) e temperature medie mensili a confronto con i dati storici nelle diverse località



maggio caldo e asciutto.

Nel corso di questa annata il primo picco di germinazione, di entità superiore al 10%, si è verificato nel saggio del 9/3, dopo il quale ad un allungamento dei tempi minimi è corrisposta una capacità germinativa decrescente, in lieve ripresa (3%) solo nella prova del 21/4, con TG di 5 giorni. Il fenomeno si è esaurito col saggio del 4/5 (1%) nel corso del quale si è registrato, tuttavia, un tempo minimo di formazione del macrosporangio di soli 3 giorni (vedi Fig. 2).

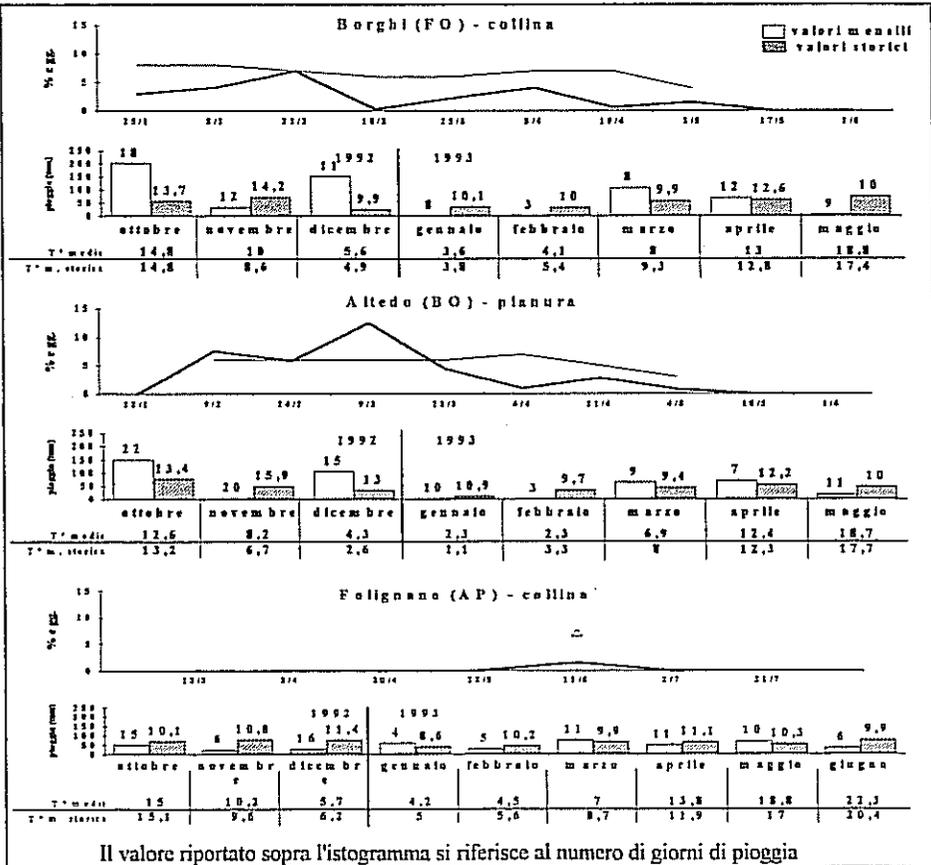
FOLIGNANO - L'autunno-inverno è risultato estremamente secco, ad eccezione della copiosa nevicata che ha interessato i primi giorni di gennaio, con una disomogenea distribuzione delle poche piogge cadute. Le temperature sono risultate più basse della media da dicembre a marzo, mese in cui l'entità e la frequenza pluviometrica si sono riportate oltre la norma. I livelli termici hanno assunto rapidamente valori elevati a partire da aprile.

La germinazione delle oospore è stata estremamente scarsa e tardiva, con un valore dell'1,5% nella prova iniziata l'11/6 insieme ad un TG di 7 giorni (vedi Fig. 2).

ANNO 1994

BORGHI - Nei mesi di ottobre-gennaio le piogge sono state abbondanti e soprattutto ben distribuite e le temperature superiori, anche di diversi gradi in dicembre e gennaio, alla media del periodo. In marzo, alla pressoché totale assenza di pioggia si è accompagnata una temperatura abbondantemente sopra la media. All'inizio di aprile si è verificata una buona ripresa delle precipitazioni, che sono state nuovamente carenti in maggio, con incremento del livello termico.

Fig. 2 - Anno 1992/93 - Andamento della germinazione (— = % e — = tempo minimo in giorni). Piogge (quantità e giorni) e temperature medie mensili a confronto con i dati storici nelle diverse località



La dinamica di germinazione delle oospore è stata caratterizzata da tre picchi, i primi due dei quali rispettivamente a fine gennaio e fine febbraio, mentre il più consistente (14%) all'inizio di aprile. I TG sono risultati compresi tra 7 e 5 giorni, valore, quest'ultimo, raggiunto nel saggio del 18/4. Il fenomeno si è arrestato nella prova del 16/5 (vedi Fig. 3).

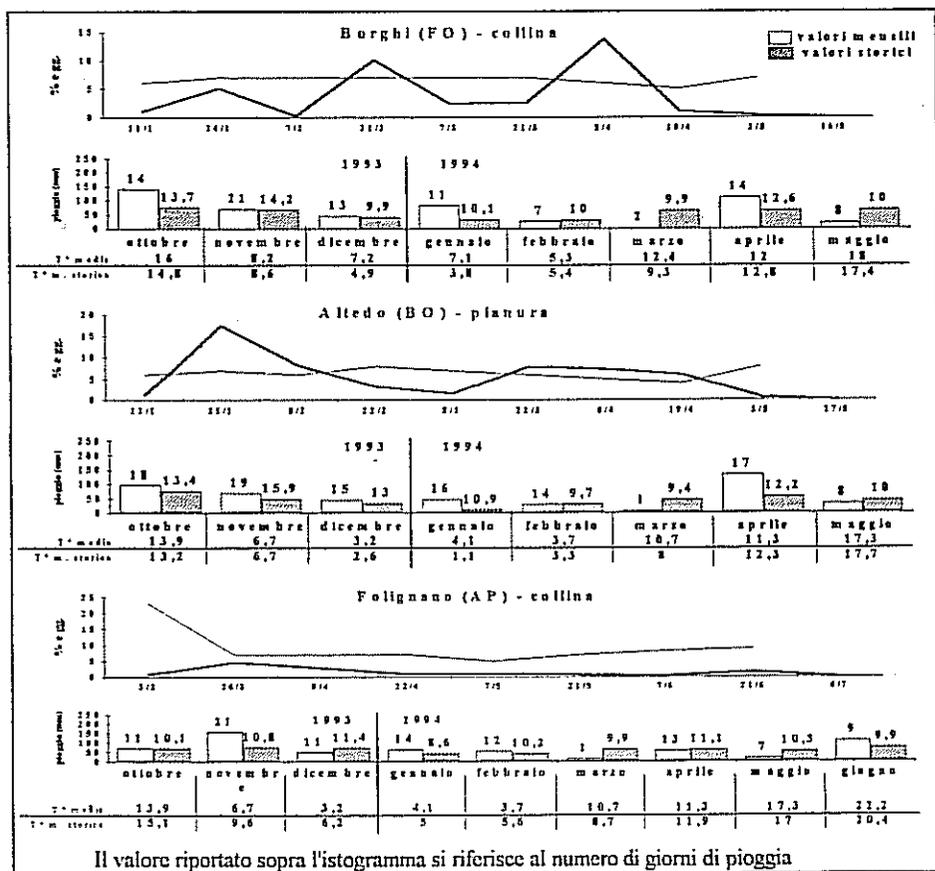
ALTEDO - Piogge frequenti e abbondanti hanno contraddistinto l'autunno ed i mesi di dicembre e gennaio, con livelli termici molto al di sopra della media in quest'ultimo mese. In marzo la temperatura si è progressivamente elevata e le piogge sono scomparse, per divenire nuovamente abbondanti e ben distribuite in aprile, associate ad una leggera diminuzione di temperatura. Nel periodo successivo le precipitazioni sono risultate esigue.

Un primo picco germinativo è stato osservato nel saggio del 25/1 (17,5 %) dopo il quale si è avuto un graduale decremento della germinazione fino all'inizio di marzo. Nelle prove da fine marzo a fine aprile l'entità del fenomeno è rimasta su livelli analoghi (6-8%), con un TG di 4 giorni nella prova del 19/4. Dopo una nuova drastica diminuzione, il fenomeno si è azzerato nella prova del 17/5 (vedi Fig. 3).

FOLIGNANO - L'autunno-inverno è stato caratterizzato da una buona entità e distribuzione delle piogge ma soprattutto da temperature al di sotto della media storica. Il mese di marzo ha fatto registrare un forte innalzamento termico, con precipitazioni quasi nulle; queste sono risultate superiori alla media in giugno.

Le prime oospore hanno germinato in quantità esigua e dopo 23 giorni dall'inizio del primo saggio (3/3). Un limitato picco germinativo (4,6%) si è verificato nella prova del 26/3, con accorciamento del

Fig. 3 - Anno 1993/94 - Andamento della germinazione (— = % e — = tempo minimo in giorni). Piogge (quantità e giorni) e temperature medie mensili a confronto con i dati storici nelle diverse località



TG a 7 giorni. Scarsissima è risultata la germinazione nei mesi successivi, anche se protrattasi per tutto il mese di giugno. Il TG si è abbassato a 5 giorni il 7/5 per poi assumere valori via via più elevati (vedi Fig. 3).

ANNO 1995

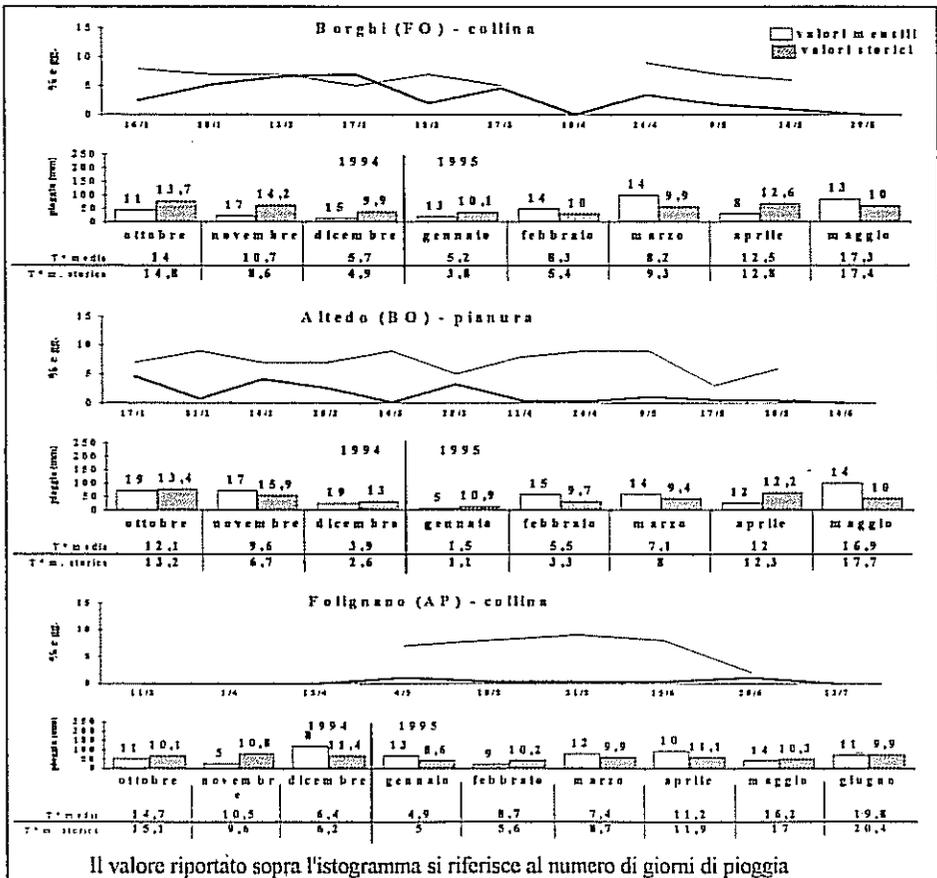
BORGHI - I mesi autunno-vernini sono trascorsi con piogge molto scarse e temperature superiori alla media fino a febbraio, mese in cui le piogge sono aumentate, mentre in marzo il livello termico è risultato basso, con precipitazioni al di sopra della norma. Aprile ha presentato piogge inferiori alla media contrapposte a quelle cospicue del mese di maggio.

La percentuale di oospore germinate è risultata progressivamente crescente sino alla fine di febbraio con un picco del 7% circa e TG di 5 giorni. Un altro lieve picco è stato osservato nel saggio del 27/3, dopo il quale la germinazione si è azzerata per riprendere successivamente, seppure con il TG più lungo dell'intera stagione. Il processo germinativo si è annullato nella prova del 29/5 (vedi Fig. 4).

ALTEDO - Il bimestre ottobre-novembre è stato caratterizzato da frequenti piogge e, nel secondo mese, da temperature superiori alla media. In dicembre e gennaio si sono verificate persistenti nebbie e precipitazioni inferiori al dato storico. Queste ultime sono riprese in febbraio, accompagnate da alte temperature. Nei mesi di marzo e maggio si sono avute piogge frequenti e abbondanti e temperature inferiori alla norma, mentre aprile è risultato poco piovoso.

Le oospore hanno evidenziato una debole vitalità, con picchi esigui (3-5%) nei saggi di metà gennaio, metà febbraio e fine marzo; in quest'ultimo il TG si è ridotto a 5 giorni. Poche oospore hanno germinato

Fig. 4 - Anno 1994/95 - Andamento della germinazione (— = % e — = tempo minimo in giorni). Piogge (quantità e giorni) e temperature medie mensili a confronto con i dati storici nelle diverse località



dopo soli 3 giorni nel saggio del 17/5. Nella prova di fine maggio si è osservata ancora una lievissima germinazione (con allungamento a 6 giorni del TG), completamente scomparsa nel saggio di metà giugno (vedi Fig. 4).

FOLIGNANO - Dopo un autunno asciutto, l'inverno è stato contraddistinto da precipitazioni abbondanti e generalmente ben distribuite, eccezion fatta per il mese di febbraio, durante il quale sono state anche raggiunte medie termiche di 14°C, mentre lievemente più bassi della norma sono risultati i livelli termici dei mesi successivi. Le precipitazioni di inizio primavera sono state abbondanti e inferiori alla media quelle del mese di maggio.

La germinazione oosporica ha preso avvio soltanto nel mese di maggio ed è proseguita con scarsa entità (0,5-1%) e con TG di 7-8 giorni fino alla fine di giugno, allorché sono state osservate le prime oospore germinate dopo soli due giorni (vedi Fig. 4).

Discussione e conclusioni

La dinamica di germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola*, osservata in laboratorio durante il periodo invernale e primaverile, è risultata variabile nel tempo, negli anni e tra le diverse aree. Peraltro in quasi tutte le situazioni le oospore sono apparse in grado di germinare, nelle condizioni di temperatura ottimale, molto precocemente e notevolmente in anticipo rispetto alla fase di recettività della vite.

Per le due località dell'Emilia Romagna le prime e le ultime germinazioni risultano pressoché contemporanee (gennaio/febbraio e fine maggio), mentre nelle Marche l'inizio del fenomeno si colloca in un'epoca estremamente tardiva (maggio-giugno) così come il suo annullamento (fine giugno). Nel corso del periodo di osservazione si registrano molteplici picchi di entità variabile, con tempi minimi di emissione del macrozoosporangio elevati nei primi saggi (8-10 giorni) che progressivamente decrescono con l'avanzare della stagione (2-5 giorni), per poi generalmente riportarsi sui livelli iniziali.

Esaminando nel dettaglio l'andamento del fenomeno germinativo in rapporto al decorso meteorologico autunno-invernale e primaverile è possibile fare le seguenti considerazioni.

L'autunno-inverno nella località di pianura è caratterizzato da bassi livelli termici, frequenti apporti idrici e persistenti fenomeni nebbiosi che contribuiscono a mantenere elevata l'umidità ambientale. Al contrario le aree collinari, ben esposte all'insolazione e protette dalle correnti atmosferiche più fredde ed umide, presentano un decorso invernale decisamente mite. Tale diversità climatica sembra giustificare il precoce raggiungimento dei picchi germinativi nelle oospore svernate in pianura, così come una entità del fenomeno complessivamente maggiore. Ulteriore conferma a questa ipotesi è fornita dall'abbondante germinazione riscontrata nelle oospore della collina romagnola nel 1991, quando un andamento climatico autunno-invernale, anomalo sotto il profilo termopluviometrico, è risultato assimilabile a quello tipico della pianura. L'intero processo è notevolmente ritardato, oltre che estremamente esiguo, a Folignano, località in cui le temperature invernali risultano particolarmente elevate e le piogge tendenzialmente scarse e soprattutto sporadiche.

Le osservazioni condotte sembrano pertanto confermare la positiva influenza che la concomitanza di piogge frequenti (come già evidenziato da Burruano e Ciofalo, 1990 e Zachos, 1990) e abbondanti e temperature costantemente basse nel corso dell'autunno-inverno (Burruano *et al.*, 1992) esercitano sul processo germinativo. Il fenomeno sembrerebbe inoltre favorito in modo non trascurabile dalla frequente ricorrenza di fenomeni nebbiosi tipica della località di pianura.

A partire dai saggi primaverili le oospore svernate ad Altedo presentano, in genere, una scarsa germinazione, con picchi di numero ed entità limitata. Un'eccezione è rappresentata dal 1994, nel quale un marzo particolarmente caldo e asciutto seguito ad un inverno favorevole ha presumibilmente stimolato una discreta ripresa della germinazione, che si è mantenuta sui livelli raggiunti per 3 saggi grazie alle frequenti e abbondanti piogge e basse temperature del mese di aprile. Per le oospore della collina romagnola, al contrario, in primavera si rilevano germinazioni di apprezzabile entità, talora con 1 o 2 picchi consistenti, che sembrano indicare un raggiungimento più tardivo della maturazione rispetto alla pianura. Da questo comportamento si discosta l'annata 1992, in cui gli apporti idrici e le basse temperature di aprile non sono stati apparentemente sufficienti a stimolare una ripresa della germinazione visto l'inverno-inizio primavera troppo carente di pioggia. All'usuale ritardo della scarsa germinazione delle oospore di Folignano fa eccezione il 1994, in cui ad un inverno freddo e piovoso è seguito un marzo caldo e secco, che ha consentito il raggiungimento di un picco rilevante e precoce per

la località. L'assenza di germinazione del 1992 è probabilmente dipesa da un fine inverno-inizio primavera carente di precipitazioni sommato ad un aprile con apporti idrici straordinari (addirittura quadrupli rispetto alla media).

Piogge superiori e temperature al di sotto della media primaverile sembrano comunque determinare un supplemento di maturazione (come hanno evidenziato Burruano *et al.*, 1994; Serra e Borgo, 1995), che giustificerebbe i picchi delle oospore di Borghi nel '93 e '95 e di Altedo e Folignano nel '95, ma il fenomeno è apparso particolarmente evidente quando il periodo precedente era stato caldo e asciutto (Borghi '91 e '94). Inoltre, temperature elevate e assenza di pioggia stimolerebbero un incremento della germinazione, come riscontrato ad Altedo e Folignano nel '94. Quanto osservato sembra pertanto suggerire una elevata reattività delle oospore in primavera agli eventi climatici immediatamente precedenti il saggio, con particolare riguardo alle fluttuazioni termopluviometriche (come già osservato da Vercesi *et al.*, 1993). Anche la diminuzione del tempo minimo impiegato dalle oospore per germinare in primavera-estate sembra associata sia al verificarsi di basse temperature e piogge (Borghi '91, '94 e '95; Altedo '94 e '95) sia all'incremento dei livelli termici al di sopra della media (Borghi e Altedo '93; Folignano '94).

La germinazione in tutte le località si azzera tra maggio e giugno, sempre in concomitanza dell'aumento termico e della rarefazione delle precipitazioni tipici del periodo, analogamente a quanto riferito da Burruano e Ciofalo (1990).

L'analisi del decorso climatico registrato nelle tre località oggetto di questa indagine, confrontato con quello medio desunto da decennali serie storiche, ha quindi consentito di confermare quanto osservato da altri autori e di formulare delle ipotesi riguardanti l'influenza dell'interazione tra i fattori termopluviometrici sulla dinamica di germinazione delle oospore. In conclusione si può affermare che le peculiarità pedoclimatiche dei singoli ambienti viticoli sembrano influenzare profondamente la dinamica e l'entità della germinazione delle oospore con una corrispondenza fra entità del fenomeno e incidenza della malattia in campo proprio delle diverse località.

Ringraziamenti:

Si ringraziano la Dott.ssa Anna Vercesi, dell'Istituto di Patologia vegetale dell'Università di Milano, per i preziosi consigli forniti nel corso della sperimentazione, la sig.ra Antonietta Clerici ed il prof. Francesco Piccirillo dell'I.T.A.S. di Ascoli Piceno, per la valida collaborazione nelle prove relative alle Marche, il sig. Silvio Orlandi, del D.P.V.A. dell'Università di Bologna, per la raccolta dei dati meteorologici relativi all'Emilia Romagna.

Lavori citati

- BURRUANO S. (1993). Monitoraggio della germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola*. Atti M.A.F. - Convegno "Viticoltura", Firenze 1991 (coord. M. Bisiach e B. Bagnoli), Ed. Ist. Sper. Pat. Veg., Roma, 23-33.
- BURRUANO S. e CIOFALO G. (1990). Studio della dinamica della germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola* (Berk. et Curt.) Berl. et De Toni. *Notiziario per le Malattie delle Piante*, 111 (III serie, 38), 274-287.
- BURRUANO S., CIOFALO G., CORTESI P., SERRA S. (1992). Ulteriori indagini sulla germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola* in aree geografiche differenti. *Informatore fitopatologico*, XLII, 12, 53-55.
- BURRUANO S., GHERARDI I., SERRA S., VERCESI A. (1994). Dinamica di germinazione di oospore di *Plasmopara viticola* in condizioni di temperatura controllata e ambientale. Atti MiRAAF - Convegno "Innovazioni e prospettive nella difesa fitosanitaria", Ferrara 1994, (coord. A. Quacquarelli), Ed. Ist. Sper. Pat. Veg., Roma, 15-19.
- RONZON C. (1987). Modélisation du comportement épidémique du mildiou de la vigne: étude du rôle de la phase sexuée de *Plasmopara viticola*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux II.
- SERRA S. e BORGO M. (1995). Indagini sulla maturazione e germinazione delle oospore di *Plasmopara viticola* svernate in condizioni naturali. *Petria*, 5 (2), 91-104.
- VERCESI A., CORTESI P., ZERBETTO F. (1993). La previsione del rischio epidemico da *Plasmopara viticola*: risultati e prospettive. Atti convegno "Protezione delle colture: osservazioni, previsioni, decisioni", Pescara 7-8 ottobre 1993, 301-323.
- ZACHOS D. G., (1959). Recherches sur la biologie et l'épidémiologie du mildiou de la vigne en Grèce. Bases de prévisions et d'avertissement. *Annales de l'Institute Phytopathologique Benaki* 2, 4, 197-227.