

## Modelli IPI e MISP

# Peronospora delle solanacee

## *Phytophthora infestans* *Phytophthora infestans*

Riccardo Bugiani , Paola Govoni - Servizio fitosanitario Regione Emilia-Romagna

Nell'ambito della coltivazione di patata e pomodoro, la malattia sicuramente più temibile è rappresentata dalla peronospora che è in grado di manifestarsi con impressionante violenza. È presente in tutte le regioni dove patata e pomodoro vengono coltivate e, in presenza di clima caldo e umido, può arrivare a provocare ingenti perdite di prodotto.

### I sintomi su patata e pomodoro

Nelle zone a clima temperato i primi sintomi di peronospora su **patata** possono comparire già a partire dai primi giorni di maggio.

Gli attacchi primari hanno principalmente luogo su piante isolate sulle quali sono visibili imbrunimenti su porzioni dello stelo o dei piccioli, accompagnati da macchie irregolari, a margine sfumato, sulle foglie. Queste macchie, dapprima decolorate, imbruniscono e, in condizioni di alta umidità relativa, si ricoprono lungo i margini di una muffetta biancastra, visibile nella pagina inferiore della foglia. Se le condizioni climatiche sono caratterizzate da temperature elevate e alta umidità atmosferica, i sintomi si aggravano e la malattia si diffonde molto rapidamente. L'accumularsi delle lesioni può portare l'intera pianta alla morte nel giro di pochi giorni dall'osservazione delle prime macchie.

Sui tuberi le infezioni prendono avvio da rotture del tubero o dalle lenticelle e danno luogo a tacche depresse, di colorazione rosso-porpora, in corrispondenza delle quali i tessuti assumono una consistenza spugnosa o, come accade più spesso, marciscono per il successivo insediamento di altri funghi e batteri (principalmente *Fusarium* spp., *Erwinia* spp.).

Su **pomodoro** la malattia provoca macchie irregolari sulle foglie, prima traslucide poi brune, a rapido accrescimento; su fusti e peduncoli fogliari si formano tacche necrotiche in corrispondenza delle quali i tessuti perdono turgore e tendono a ripiegarsi.

Le bacche contraggono le infezioni quando sono ancora verdi: inizialmente si formano macchie traslucide che assumono poi una colorazione verde-oliva o bruna e si estendono a larghe porzioni della bacca, arrestandone lo sviluppo.



### Diffusione del patogeno

Sull'ospite, *Ph. infestans* differenzia spore agamiche (sporangio) che vengono disseminate nell'ambiente dal vento, dagli insetti o dalle gocce d'acqua. Raggiunta la superficie vegetale di un ospite suscettibile, basta la presenza di un film liquido su questa perché gli sporangio germinino: con le basse temperature (da un minimo di 2-3 °C a un massimo di 24 °C), la germinazione avviene attraverso la liberazione di zoospore, mentre con temperature più elevate (temperatura ottimale di 24 °C

e massima di 30 °C) la germinazione avviene direttamente per micelio.

*Ph. infestans* sverna come micelio nei tuberi o nei residui di vegetazione infetta rimasti in campo. In Europa è stata dimostrata solo recentemente la possibilità di sopravvivenza del fungo attraverso oospore svernanti (strutture protette da una membrana molto resistente).

Queste oospore si formano attraverso la riproduzione sessuata di due tipi di micelio sessualmente compatibili, A1 e A2 (o *mating types*): fino a poco tempo fa al di fuori del Messico (zona di origine della patata e della *Ph. infestans*), era presente solo il *mating type* A1, per cui la riproduzione sessuata non giocava un ruolo importante nel ciclo della malattia.

In primavera *Ph. infestans* passa dai luoghi di svernamento a piantine spontanee e isolate sulle quali, in condizioni climatiche idonee (umidità relativa superiore al 90% e temperatura superiore a 10 °C), entro 4-5 giorni possono prodursi gli sporangi.

Dai tuberi infetti il patogeno può trasmettersi alle giovani piante sia in modo sistemico, attraverso i fasci vascolari, sia all'esterno per mezzo degli sporangi, che, dal tubero, raggiungono le foglie basali e lo stelo.

Le correnti d'aria trasportano gli sporangi da un organo all'altro della pianta e da piante infette a ospiti sani, dando origine a nuove infezioni. Il rischio di trasmissione dell'infezione dagli organi aerei ai tuberi diminuisce in funzione della profondità di questi nel terreno ed è nullo per profondità superiori a 6 cm. La vitalità degli sporangi nel suolo diminuisce rapidamente, tuttavia in condizioni di alta piovosità si può protrarre per circa un mese.

Le piantine di patata appena emerse o quelle di pomodoro da poco trapiantate risultano più suscettibili all'azione del patogeno.

Successivamente la resistenza aumenta fino alla fase di fioritura, per poi decrescere nuovamente in maniera progressiva fino alla fase di maturità. In Emilia Romagna la stagione vegetativa più a rischio per la patata risulta essere compresa nei mesi di maggio e giugno, mentre il pomodoro, anche in funzione della scalarità di semina o di trapianto, risulta in genere più soggetto agli attacchi peronosporici nei mesi di giugno e luglio.

## **Strategie di difesa**

Il controllo di questa malattia può essere effettuato efficacemente per via chimica. Tuttavia una buona pratica agricola e un costante monitoraggio aiutano a mantenere le coltivazioni di queste solanacee in condizioni di sanità. Dato che l'infezione ogni anno prende avvio dai residui colturali dell'anno precedente, è buona norma, quando possibile, provvedere ad un'accurata pulizia del suolo prima della semina o del trapianto.

Per il controllo chimico della malattia i Disciplinari di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna rimandano alle indicazioni contenute nei bollettini provinciali settimanali, che tengono conto del modello previsionale IPI (Indice Potenziale Infettivo), dei rilevamenti aerobiologici e dei campi spia. Il modello previsionale denominato IPI, sviluppato in Emilia Romagna, stabilisce quando dare inizio ai trattamenti antiperonosporici su pomodoro e patata.

Per determinare i momenti infettivi e cadenzare i trattamenti successivi, il modello è completato dal criterio MISP (Main Infection and Sporulation Period), messo a punto dalla Stazione di ricerca per l'Agroecologia e l'Agricoltura di Zurigo.

## **Il modello previsionale IPI**

Il modello IPI valuta la probabile evoluzione nel tempo dello stato potenziale infettivo del patogeno nell'ambiente, espresso da un indice di rischio giornaliero. Si è cercato di tradurre le conoscenze sulla biologia del fungo in relazioni matematiche nelle quali i valori di temperatura, umidità relativa e pioggia sono stati trasformati in valori numerici che aumentano via via che il parametro considerato si avvicina ai valori ottimali per la crescita e la moltiplicazione del patogeno.

I valori minimi presi in considerazione dal modello sono i seguenti:

- temperatura (T) minima giornaliera > 7 °C;
- pioggia totale giornaliera > 0,2 mm oppure umidità relativa (UR) media giornaliera > 79%.

Il modello è costituito da 3 diverse funzioni per i tre parametri climatici considerati. Ciascuna di queste dà un indice numerico che può variare da 0 a 1 (T e UR) oppure da 0 a 3 (pioggia). Questi 3 indici vengono poi correlati tra loro per la determinazione di un indice giornaliero, che misura l'incremento probabile della carica d'inoculo nell'ambiente per effetto dei fattori climatici utilizzati, secondo questa formula:  $IPI_g = IT \times IP_g$  o IUR

Quando sia  $IP_g$  sia IUR sono maggiori di 0, il modello tiene conto dell'indice di valore più elevato. In ultima fase l'indice di rischio giornaliero viene progressivamente cumulato a partire dalla data di piena emergenza o di trapianto della coltura, fino ad arrivare a una determinata soglia di rischio, corrispondente al valore IPI cumulato di 15 per il pomodoro e di 10 per la patata. In funzione di questa, il modello distingue due fasi: la prima, a basso rischio epidemico, comprende l'arco di tempo nel quale l'indice si mantiene al di sotto del valore soglia; la seconda, ad alto rischio, a seguito del superamento della soglia stessa. Il modello IPI deve quindi considerarsi 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 della malattia in campo e di conseguenza inutili eventuali trattamenti.

### **Il modello previsionale MISP**

Scopo del modello è definire le condizioni climatiche cruciali per lo sviluppo delle epidemie di peronospora della patata. Il modello individua come giorno favorevole per il realizzarsi di un'infezione di peronospora un periodo di 24 ore con almeno 6 ore di pioggia, 6 ore consecutive con umidità relativa > 90% e temperatura media > 10 °C. Successivamente viene calcolato il periodo di incubazione, secondo il metodo Schrödter & Ullrich del 1967, al termine del quale è atteso il manifestarsi dei sintomi di peronospora.

### **Verifiche sperimentali**

Alla fine degli anni '80, in seguito a una ricerca volta a individuare tra i numerosi modelli previsionali già da tempo applicati in Europa e in America nei confronti della peronospora della patata, quello più consoni al nostro ambiente di coltivazione, è stata verificata l'inaffidabilità di tutti i modelli saggiati allo scopo di prevedere le infezioni di *Phytophthora infestans* su pomodoro (Ponti *et al.*, 1985).

Si è quindi proceduto all'impostazione di un nuovo criterio specifico per l'Emilia-Romagna, messo a punto dal Servizio fitosanitario regionale nel 1990 (Cavanni *et al.*, 1990). Nella fase di messa a punto del modello IPI, è stata fatta una verifica sui dati climatici di capannine meteorologiche in tutte le province dell'Emilia Romagna, nel periodo dal 1982 al 1989. Successivamente il modello è stato validato in tempo reale su appezzamenti di pomodoro non trattati, ottenendo sempre corrette segnalazioni di alto rischio peronosporico, allo scopo di segnalare ai produttori il momento migliore per posizionare il primo trattamento (Bugiani *et al.*, 1993, 1995; Govoni, Bugiani, 1993). Dal 1996 è iniziata una verifica simile anche su patata.

Dal confronto di diversi modelli tra i più usati in Europa, il modello IPI è risultato il più affidabile per indicare il corretto inizio dei trattamenti anche su patata (Bugiani *et al.*, 1996, 1997, 1999 a). Poiché però questo modello fornisce indicazioni sull'esecuzione del primo trattamento, ma non dà alcuna informazione sui trattamenti successivi, dal 1997 è stata impostata una verifica di alcuni criteri previsionali per il posizionamento dei trattamenti successivi per la peronospora della patata. Da tale verifica, l'uso combinato del modello IPI con il criterio MISP è risultato il sistema di maggiore efficacia rispetto agli altri criteri saggiati (Bugiani *et al.*, 1998, 1999 b,c, 2000). Si sta valutando la possibilità di applicare questo sistema anche sul pomodoro.

## COME SI UTILIZZA IL MODELLO IPI

### per patata e pomodoro

#### **Dati necessari per l'elaborazione**

- Data di emergenza o trapianto della coltura
- Temperatura minima, media e massima giornaliera (°C)
- Umidità relativa media giornaliera (%)
- Precipitazione totale giornaliera (mm)

#### **Informazioni ottenute**

- Indice di rischio potenziale giornaliero cumulato
- Data di superamento della soglia di alto rischio: esecuzione del primo trattamento su patata e pomodoro

A partire dalla data scelta come indicativa della fase di emergenza o trapianto della coltura, il modello IPI fornisce giornalmente un indice potenziale infettivo cumulato. Quando questo valore raggiunge la soglia di alto rischio viene data l'indicazione di eseguire il primo trattamento antiperonosporico.

### per la patata

#### **Dati necessari per l'elaborazione**

- Temperatura oraria (°C)
- Umidità relativa oraria (%)
- Precipitazione oraria (mm)

#### **Informazioni ottenute**

- Periodi cruciali per lo sviluppo epidemico: esecuzione dei trattamenti successivi al primo su patata
- Dal superamento della soglia IPI, si passa all'elaborazione dei dati meteorologici secondo il criterio

Esempio di calcolo del modello MISP			
Data	MISP	Ora inf.	Termine incubazione
18/05/2001	18/05/2001	20	25/05/2001
21/05/2001	21/05/2001	22	27/05/2001
24/05/2001	24/05/2001	10	28/05/2001
03/06/2001	03/06/2001	10	09/06/2001
18/06/2001	18/06/2001	24	23/06/2001
28/06/2001	28/06/2001	8	02/07/2001
20/07/2001	20/07/2001	12	24/07/2001
24/07/2001	24/07/2001	20	28/07/2001
29/07/2001	29/07/2001	4	01/08/2001
11/08/2001	11/08/2001	6	15/08/2001
31/08/2001	31/08/2001	20	98.12%
04/09/2001	04/09/2001	23	32.25%
05/09/2001	05/09/2001	4	29.25%

ISP. Ogni volta che tale criterio segnala un giorno cruciale per lo sviluppo epidemico della malattia, questo viene considerato giorno teorico d'infezione. Nel grafico vengono indicati cautelativamente anche i periodi favorevoli con almeno 5 ore di pioggia, oltre a quelli con 6 ore come indicato dal criterio previsionale.

In tabella viene indicata anche la fine del periodo d'incubazione relativo ad ogni giorno teorico d'infezione. Quando i dati meteo non sono sufficienti a calcolare la fine del periodo d'incubazione, questo viene espresso in percentuale riferita all'ultima data disponibile. In base a queste informazioni, i tecnici possono valutare la scelta del fungicida più adatto per l'esecuzione del trattamento

antiperonosporico.