

Modelli di simulazione per le malattie fungine: elaborazione di modelli epidemiologici per le malattie fungine in Emilia-Romagna.

RISULTATI

Muffa grigia – fragola

Le validazioni effettuate con dati storici e a posteriori del modello STRAWBOT, che calcola un indice di rischio cumulato delle infezioni di *Botrytis cinerea* su fragola e stabilisce soglie per i trattamenti fungicidi, ha fornito, fino ad ora, risultati soddisfacenti; in sintesi, nell'arco di un decennio di dati, il modello ha consigliato da 1 a 3 trattamenti in funzione dell'andamento stagionale: in annate sfavorevoli alla malattia ha consentito di evitare trattamenti inutili, mentre in annate favorevoli ha consigliato strategie di difesa tali da contenere al meglio l'incidenza delle infezioni.

Nella terza annualità è stata allestita un'altra prova a Forlì-Cesena in cui calendari tradizionali di intervento sono da confrontare con una tesi trattata secondo le indicazioni da modello. L'annata è stata caratterizzata ancora una volta da condizioni poco favorevoli allo sviluppo delle malattia ed il modello ha segnalato un solo trattamento che ha portato a risultati di incidenza di malattia simili a quelli ottenuti con calendari di trattamento tradizionali basati su due interventi.

Ticchiolatura – melo

Il modello A.SCAB-1, che simula la dinamica dell'inoculo primario è ormai stato validato a sufficienza ed è già stato inserito nel SePrAv del SFR. Il modello A.SCAB-2, elaborato negli anni precedenti, stima il rischio di infezioni primarie sulla base delle condizioni meteorologiche susseguenti l'espulsione delle ascospore dagli pseudotecii; esso rappresenta una evoluzione del criterio di Mills attualmente impiegato per la stesura dei bollettini di allertamento dei frutticoltori.

Per una sua ulteriore validazione sono stati acquisiti dati sulla comparsa delle infezioni nelle province di Ferrara e Ravenna, tramite il progetto regionale "Monitoraggio". I dati pervenuti all'UCSC sono stati confrontati con le simulazioni fornite dal modello sulla base dei dati delle stazioni meteorologiche più vicine ai campi spia o dei quadratoni di riferimento, come pure con le informazioni fornite dal criterio di Mills. A Renazzo (FE), utilizzando i dati del 'Monitoraggio', il modello ha segnalato 3 infezioni (27-29/3, 8-12/4 e 19-22/4) con indice di rischio superiore a 0.2. Altre due infezioni di entità trascurabile si sono verificate tra la fine di aprile e l'inizio di maggio. La prima infezione è risultata essere un falso allarme che non ha trovato corrispondenza in campo, alle successive hanno sempre fatto seguito nuovi incrementi di sintomi in campo. A S. Pietro in Vincoli (RA), il modello ha segnalato due infezioni importanti: 25-29/3 con indice di rischio 1.8 e 9-14/4 con indice di rischio 4.3. Queste due infezioni hanno portato alla comparsa della maggior parte dei sintomi in campo. In seguito, sono state segnalate altre infezioni di entità trascurabile.

Ticchiolatura – pero

Al momento, non esistono modelli disponibili per la ticchiolatura del pero. Il confronto con il SFR ha però messo in luce l'esigenza di elaborare un modello di simulazione per le infezioni di *Venturia pirina*, che causa gravi epidemie in regione e per la quale non esistono strategie di lotta razionali. Il DPI, infatti, prevede trattamenti ripetuti a partire dalla fioritura e tempestivamente dopo ogni pioggia.

Anche nella terza annualità sono stati acquisiti, su campi sperimentali allestiti in diverse zone della regione nell'ambito di uno specifico progetto SAT, dati sulla dinamica delle ascospore aerodiffuse, sulla comparsa e la gravità delle infezioni di ticchiolatura e dati sulla fenologia e la dinamica di emissione delle foglie di melo; sono stati acquisiti inoltre dati sulla comparsa delle infezioni saranno acquisiti, nelle province di Ferrara e Ravenna, tramite il progetto regionale "Monitoraggio". I dati raccolti nella varie località delle regione sia attraverso il progetto 'Monitoraggio' sia attraverso specifiche osservazioni di campo, nel triennio del progetto, sono stati utilizzati per validare il modello che simula le infezioni di *Venturia pirina* su pero. Le simulazioni hanno fornito risultati

concordanti con quelli di campo con un indice di correlazione di 0.94 ($R^2 = 0.89$). Tuttavia, la base di dati acquisita non consente di trarre conclusioni definitive sull'affidabilità del modello.

Maculatura bruna – pero

Nel terzo anno è proseguita l'attività di raccolta dei dati aerobiologici per verificare le simulazioni del modello BSP-Spor. La corrispondenza delle simulazioni del modelli e dei voli di ascospore reali osservati a Mirabello (FE) è stata buona. Ad inizio stagione il modello ha segnalato alcuni picchi molto bassi che non hanno trovato riscontro nella realtà; successivamente, quando le spore rilasciate hanno cominciato ad essere numerose, il modello si è sempre dimostrato in grado di cogliere i picchi di spore e la rispondenza con i picchi reali è sempre stata buona. A fine stagione, tra le fine di luglio e l'inizio di agosto, il modello ha mostrato alcune sovrastime del rilascio di spore.

Visti i risultati soddisfacenti della validazione, BSP-Spor è stato trasferito al Servizio Fitosanitario Regionale e dal 2006 viene utilizzato nell'ambito delle riunioni di coordinamento per la redazione dei Bollettini di produzione integrata, in abbinamento al modello per le infezioni BSP-Cast.

Bolla – pesco

Tutti i dati raccolti fino ad oggi nel corso delle prove condotte, nell'ambito di questo progetto, in condizioni naturali ed artificiali in regione sono stati utilizzati per aggiornare il diagramma relazionale del patosistema e sviluppare nuovi algoritmi di calcolo per giungere alla formulazione di un nuovo modello di simulazione delle infezioni, rispondente alle esigenze locali e capace di fornire un supporto alle decisioni per i trattamenti fungicidi invernali e primaverili.

Nella terza annualità sono state allestite specifiche prove di campo finalizzate alla verifica dei consigli fitoiatrici forniti dal modello. Tali prove prevedevano il confronto fra tesi trattate secondo modello ed altre trattate secondo calendari tradizionali di lotta, in tre località della province di Ravenna e Forlì-Cesena. In tutte le località e su tutte le tesi è stato effettuato un trattamento invernale a caduta foglie; alla ripresa vegetativa, sono state seguite le fasi fenologiche e a partire dalla rottura gemme il modello è stato fatto girare giornalmente su dati meteorologici orari dei quadranti relativi alle località delle prove. Il modello ha segnalato due infezioni a Reda e Piangipane ed una sola a Zattaglia. In tutte e tre le località le tesi trattate secondo il modello hanno mostrato incidenze di germogli infetti significativamente più basse del testimone ed in alcuni casi non significativamente diverse da quelle osservate sulle tesi trattate secondo i calendari tradizionali.

Visti i risultati soddisfacenti della validazione, il modello è in corso di trasferimento al SFR.

Moniliosi – pesco

Dopo aver messo a punto un prototipo di modello che calcola un indice di rischio per la moniliosi del pesco sulla base delle condizioni meteorologiche, le finalità dell'azione erano mirate ad acquisire dati sperimentali sulla quantità e sulla dispersione dell'inoculo di monilia in condizioni naturali, sull'incidenza del marciume dei frutti in relazione alla presenza d'inoculo e delle concomitanti condizioni ambientali e a integrare risultati acquisiti con il modello che stima il rischio di infezione di moniliosi su pesco.

In un pescheto del cesenate, sito nei pressi di una stazione meteorologica, si è installato un captaspore volumetrico per ottenere dati sulla dinamica delle spore aerodiffuse in condizioni naturali d'inoculo. Inoltre, durante la maturazione, sono stati prelevati campioni di frutti ogni 3-4 giorni e posti ad incubare nelle condizioni tipiche di conservazione. Al termine dell'incubazione, è stata rilevata l'incidenza d'infezione sui frutti.

I dati raccolti in campo sull'incidenza di frutti infetti sono stati utilizzati per validare le simulazioni del modello; tuttavia, la base di dati acquisita non consente di trarre conclusioni definitive sull'affidabilità del modello. Si ritiene quindi necessario procedere ad ulteriori validazioni prima di trasferire il modello al SFR.

Oidio - vite

Nel corso del terzo anno l'unità UCSC ha elaborato un nuovo modello per simulare la dinamica delle infezioni primarie causate dalle ascospore di *U. necator*. Si tratta di un modello meccanicistico in grado di simulare il momento dei rilasci da parte dei cleistoteci svernanti, la quota di ascospore che viene rilasciata e la loro capacità germinativa ed infettiva. Il modello utilizza come input i dati orari di temperatura, umidità relativa, pioggia, bagnatura fogliare e deficit di pressione vapore (VPD) a partire dal 1 gennaio.

Il modello indica i giorni in cui sono presenti le condizioni ambientali per il rilascio delle ascospore e calcola il tasso di deiscenza dei cleistoteci in funzione della temperatura e della bagnatura fogliare. Il tasso di germinazione ed emissione dell'appressorio da parte delle ascospore è calcolato in funzione di temperatura e VPD. Il prodotto del tasso di deiscenza dei cleistoteci e della capacità germinativa delle ascospore fornisce un indice dell'infettività delle ascospore. La proporzione di ascospore liberate dai cleistoteci ad ogni rilascio (PAR) è calcolata in funzione dei giorni dalla data del germogliamento della vite; per questo motivo il modello necessita, come dato di input, del rilievo fenologico del germogliamento. In alternativa, il modello è in grado di simulare la data della rottura gemme grazie al sub-modello fenologico che calcola la sommatoria dei gradi giorno su base 10°C a partire dal 1 gennaio. Ad ogni rilascio corrisponde una quota di ascospore ridotta della quota di ascospore rilasciate in precedenza. Il prodotto delle precedenti variabili determina un indice di rischio per l'infezione ascosporica che rappresenta l'output del modello.

Il modello dovrà essere ulteriormente validato prima di essere trasferito al SFR.

Peronospora - vite

È stato messo a punto e validato un modello che simula l'intero processo infettivo di *Plasmopara viticola* su vite. Per la validazione sono stati utilizzati i dati di un biennio provenienti dal 'Progetto Monitoraggio'.

Nella terza annualità sono stati utilizzati i dati del secondo anno in cui il modello ha elaborato le simulazioni in base ai dati meteorologici riferiti alle stazioni di Ravenna (codice RA1 del monitoraggio), Conselice (RA2) e Cotignola (RA3) dove sono stati condotti i rilievi per le prime comparse della malattia. Il modello ha prodotto complessivamente 26 simulazioni per le tre località considerate. In tutti i casi ha individuato correttamente la prima comparsa dei sintomi stagionali di peronospora; il 30 maggio nei campi di Ravenna e Cotignola e il 23 maggio a Conselice. Il modello ha interpretato correttamente il superamento della dormienza da parte della popolazione di oospore nelle diverse località, producendo la stima della densità relativa di ogni coorte germinata nelle differenti date e l'andamento cumulato della popolazione di oospore. Questo consente di fornire un'indicazione anche quantitativa di quante oospore sono interessate in ogni processo infettivo. Infine, il modello non ha mai generato dei falsi negativi, ovvero i periodi di assenza di rischio individuati sono sempre risultati "sicuri".

Visti i risultati soddisfacenti della validazione, il modello è in corso di trasferimento al SFR.

Per quanto riguarda l'attività a cura del Diproval dell'Università di Bologna sono proseguite le osservazioni epidemiologiche, insieme alla registrazione dei dati termo-igrometrici, nelle due stazioni sperimentali (con caratteristiche pedoclimatiche sostanzialmente diverse) della pianura bolognese (Altedo) e della collina cesenate (Borghi). I dati scaturiti sono stati inseriti nella banca dati di serie storiche sulle quali si basa il modello previsionale in corso di costante validazione. Sono stati eseguiti i prelievi di foglie peronosporate da Altedo e Borghi che, come da usuale protocollo, sono state lasciate in campo sotto un filare, all'interno di sacchi di tessuto, fino a primavera. Il primo saggio, con materiale proveniente da entrambe le località, è stato allestito piuttosto tardivamente e i prelievi sono poi proseguiti, a cadenza quindicinale, per gran parte dell'estate successiva per concludersi con un saggio autunnale. Le oospore del prelievo iniziale sono state in grado di dare infezione nelle condizioni termo-igrometriche ideali (100% di U.R. e 20±2°C di temperatura).

Maculatura bruna - pero

Gli studi sono stati condotti sia in campo, attraverso il monitoraggio aerobiologico, sia in laboratorio attraverso tentativi di isolamento del fungo dal cotico erboso naturale di due diversi pereti situati nella stazione sperimentale di Altedo.

Il monitoraggio aerobiologico è stato effettuato con captaspore volumetrico tipo Burkard e con un captaspore tipo "Marchi" entrambi collocati nella collezione varietale di pero europeo dell'azienda di Altedo non sottoposto ad alcun trattamento contro la maculatura bruna. Il posizionamento è quello classico per il Burkard (60 cm dal suolo) mentre il "Marchi" è stato posto in mezzo al cotico allo scopo di individuare spore prodotte dalla colonizzazione delle erbe spontanee da parte del fungo. Sono stati inoltre registrati i dati termoigrometrici nella stazione sperimentale anche allo scopo di interpretare meglio la comparsa ed evoluzione della malattia in campo.

I ripetuti tentativi di isolamento da cotico erboso prelevato dai due pereti di Altedo non hanno permesso di evidenziare la presenza di *S. vesicarium*, probabilmente anche a causa dell'eccessivo sviluppo di altre colonie fungine a più rapida crescita.