

Modelling the life cycle of *Erysiphe necator* [Title: Times 12, Bold]

Legler¹, S.E., Caffi¹, T., Rossi¹, V., and S. Giosuè² [Authors: Times 10]

¹Università Cattolica del Sacro Cuore, Istituto di Entomologia e Patologia Vegetale, I-29122 Piacenza, Italy

²Horta Srl, spin off company of Università Cattolica del Sacro Cuore, I-29122 Piacenza, Italy [Affiliation: Times 9]

[Running text: Times 11 – max 300 parole]

ITALIANO

Erysiphe necator, agente causale dell'oidio della vite, è un patogeno pol ciclico ampiamente diffuso che causa rilevanti perdite economiche a livello globale. Il suo ciclo vitale è caratterizzato dalla successione di infezioni primarie, originate dalle ascospore rilasciate dai casmoteci svernanti, e di infezioni secondarie, sostenute dalla produzione di conidi. L'elevata plasticità epidemiologica del fungo, unita alla dipendenza dei processi infettivi dalle condizioni meteorologiche, rende complessa la gestione della malattia, tradizionalmente basata su numerosi trattamenti fungicidi.

La modellistica epidemiologica rappresenta uno strumento essenziale per razionalizzare le decisioni di difesa, riducendo l'uso di agrofarmaci e migliorando l'efficacia dei programmi di protezione. Nel corso degli anni sono stati sviluppati numerosi modelli, sia empirici sia meccanicistici, che descrivono singole fasi del ciclo del patogeno: maturazione e dispersione dei casmoteci, rilascio e infezione da ascospore, rischio di infezioni conidiche, e sviluppo epidemico a livello di vigneto. Alcuni modelli, come gli indici di rischio (es. UC Davis, OiDiag), consentono un supporto operativo nella modulazione degli intervalli di trattamento, mentre approcci dinamici più recenti permettono di simulare quantitativamente i tassi di maturazione, infezione, latenza e sporulazione in funzione delle variabili meteorologiche.

Tuttavia, manca ancora un modello integrato in grado di rappresentare l'intero ciclo vitale di *E. necator* in un quadro epidemiologico coerente. L'esperienza maturata con *Plasmopara viticola*, per il quale è stato recentemente proposto un modello comprensivo delle fasi sessuate e asessuate, indica la possibilità di elaborare strumenti analoghi per l'oidio. Un approccio olistico, basato su funzioni matematiche che descrivano i principali processi biologici in relazione alle condizioni ambientali, consentirebbe una visione globale del patosistema e una gestione più sostenibile ed efficace della malattia.

ENGLISH

Erysiphe necator, the causal agent of grapevine powdery mildew, is a polycyclic pathogen widely distributed in viticultural areas worldwide and responsible for significant economic losses. Its life cycle is driven by the interplay between primary infections, initiated by ascospores released from overwintering chasmothecia, and secondary infections, sustained by the production of conidia. The high epidemiological plasticity of the fungus, together with the strong dependence of infection processes on weather conditions, makes disease management particularly challenging. Control has traditionally relied on intensive fungicide applications, often exceeding rational thresholds.

Epidemiological modelling has emerged as a key tool for supporting sustainable crop protection strategies. Over the last decades, several models—empirical and mechanistic—have been developed to describe specific stages of the pathogen's life cycle. These include models for chasmothecia maturation and dispersal, ascospore release and infection, conidial infection risk, and epidemic development at the vineyard scale. Some models, such as risk indices (e.g., UC Davis, OiDiag), provide operational support by adjusting spray intervals according to weather conditions and epidemic pressure. More recently, dynamic mechanistic models have enabled quantitative simulation of maturation, infection, latency, and sporulation rates as functions of meteorological variables.

Despite the large number of available models, a comprehensive framework able to represent the entire life cycle of *E. necator* is still lacking. The experience gained with *Plasmopara viticola*, for which a holistic model linking sexual and asexual stages has recently been proposed, indicates that a similar approach is feasible for powdery mildew. Such an integrated model, based on mathematical functions describing key biological processes in relation to environmental drivers, would allow a global representation of the pathosystem. This perspective could enhance the efficiency and sustainability of disease management, guiding vineyard protection strategies from inoculum reduction to canopy and bunch protection.