

Malattie farinose sulle specie fruttifere causate da patogeni del genere *Podosphaera*

Автор(и): гл. експерт д-р Анелия Райкова, Институт по земеделие – Кюстендил, ССА

Дата: 16.04.2026 *Брой:* 4/2026



Riassunto

Le oidio delle colture da frutto, causate da specie del genere *Podosphaera*, rappresentano un problema fitopatologico diffuso ed economicamente significativo nella frutticoltura. Esse colpiscono sia le specie di pomacee che quelle di drupacee e sono caratterizzate da un'elevata adattabilità a diverse condizioni agro-ecologiche. La gestione di queste malattie si basa su un approccio integrato, che combina misure agrotecniche, l'uso di cultivar resistenti e a bassa

suscettibilità, metodi di controllo appropriati, nonché l'applicazione di modelli previsionali per la valutazione del rischio di infezione. I rappresentanti economicamente significativi includono l'oidio del melo, causato da *Podosphaera leucotricha* (Ellis e Everh.) E. S. Salmon, e l'oidio del pesco, causato da *Podosphaera pannosa* (Wallroth) de Bary, il che rende necessaria l'implementazione di misure di controllo ambientalmente sostenibili contro i patogeni.



Oidio del melo

Il genere *Podosphaera* comprende patogeni fungini che causano oidio, identificati su numerose colture da frutto, nonché su fragola, ribes e nocciolo [1,12,15,18]. Il danno economico è causato principalmente sul melo, con il patogeno primario *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Everhart) E. S. Salmon, con stadio conidico *Oidium farinosum* Cooke [1,9,20], e sul pesco - *Podosphaera pannosa* (7,15). Secondo i dati del Database Globale EPPO, gli agenti causali dell'oidio sulle colture da frutto appartengono al genere *Podosphaera*, famiglia Erysiphaceae, ordine Erysiphales, classe Ascomyceti. Entrambe le specie sono patogeni ascomiceti biotrofi obbligati, specializzati nei tessuti di ospiti viventi [11,12]. L'agente causale dell'oidio del melo, *P. leucotricha*, ha uno sviluppo policiclico e sverna come micelio, che si attacca all'organo vegetale tramite appressori (ramificazioni specializzate) e ottiene nutrimento dalla cellula vegetale attraverso austori. Sul micelio nelle gemme fogliari e miste infette, si formano conidiofori, che portano 6-9 spore

unicellulari disposte a catena. I corpi fruttiferi del patogeno sono cleistoteci, ma sono raramente formati nel nostro paese [3]. I cleistoteci sono scuri, di forma sferica e possiedono due tipi di appendici - semplici e dicotomicamente ramificate. Un asco si forma all'interno del corpo fruttifero, contenente ascospore unicellulari [4]. In primavera, si sviluppa una forma sistemica della malattia, mentre durante la stagione di crescita, la diffusione della malattia avviene tramite conidiospore. Il patogeno si sviluppa in un ampio intervallo di temperatura (4-30° C) e non è necessaria una goccia d'acqua per la germinazione dei conidi, a causa della loro capacità di germinare con umidità dell'aria superiore al 34%. Gli autori riferiscono che il micelio cessa lo sviluppo a temperature superiori a 33°C [3].



Oidio del melo

I sintomi sul melo causati da *P. leucotricha* si osservano su gemme fogliari e miste infettate durante l'anno precedente (forma sistemica della malattia). Le gemme fogliari infette danno origine a germogli debolmente sviluppati ricoperti da una densa patina bianca costituita dal micelio fungino e dalle spore. Le gemme miste infette producono foglie e fiori interamente ricoperti da una patina polverosa, causando ingiallimento e caduta prematura. I boccioli fiorali infetti sono piccoli, deformati, non allegagione, diventano marroni e cadono. In caso di infezione durante la stessa stagione di crescita (forma locale della malattia), si osserva una patina grigio-

biancastra sulle foglie, che cessa lo sviluppo nel sito del danno, e si osserva deformazione della lamina fogliare. Macchie polverose si osservano anche sui piccioli, ricoperte di micelio, che raggiunge e avvolge le gemme sane. Il fungo ha il potenziale di colonizzare i frutti di cultivar altamente suscettibili, mostrando segni di una rete di ruggine che ricopre il frutto in varie forme e profondità. Cultivar altamente suscettibili come 'Golden Delicious', 'Jonathan' [14,19,4] sono state descritte da numerosi autori, la cui resa può essere significativamente ridotta se non viene implementato il controllo della malattia. I dati di osservazioni di campo a lungo termine nel programma di miglioramento genetico di Dresda-Pillnitz mostrano che le cultivar di melo 'Remo', 'Regia', 'Rewena' e 'Rebella' sono caratterizzate da un alto grado di resistenza all'oidio [10]. In uno studio di campo più recente in condizioni simili di pressione di infezione naturale, è emerso che le cultivar 'Delicious', 'Demir', 'Dayton' e 'Burgundy' non hanno mostrato sintomi di malattia e hanno dimostrato un alto grado di resistenza di campo per due stagioni di crescita consecutive [8]. Le cultivar 'Gala', 'Honeycrisp', 'Mutsu' [4,23] sono risultate avere una suscettibilità moderata. Studi a lungo termine presso l'Istituto di Agricoltura - Kyustendil mostrano che il controllo del patogeno può essere facilitato dall'uso di cultivar più resistenti, riducendo la pressione di infezione. La ricerca condotta presso l'Istituto ha stabilito vari gradi di suscettibilità tra le cultivar di melo, evidenziando 'Prima' e 'Erwin Baur' a bassa suscettibilità [1,20], 'Mutsu' moderatamente suscettibile [21] e 'Moira' altamente suscettibile [1,9].



Oidio del pesco

I sintomi dell'oidio del pesco, causato da *Podosphaera pannosa* (Wallroth) de Bary, con stadio conidico *Oidium leucoconium* Desmazières, sono simili a quelli del melo. La malattia colpisce gli organi verdi della pianta, incluse foglie, giovani germogli e frutti. Il patogeno si manifesta in due forme - sistemica (diffusa) e locale, con la forma sistemica di particolare importanza nelle prime fasi della vegetazione. In primavera, alla rottura delle gemme infette, si sviluppano germogli con una caratteristica patina polverosa, portando a una crescita e uno sviluppo stentati [4]. In condizioni favorevoli, la malattia può colpire anche i frutti giovani, provocando deformazioni e un deterioramento permanente della qualità commerciale del prodotto. Il processo di infezione di *Podosphaera pannosa* è tipico per i biotrofi obbligati, con il patogeno che penetra nei tessuti vegetali attraversando direttamente la cuticola e formando austori nelle cellule epidermiche [17].

Strategia di Controllo

Misure Agrotecniche

Le principali misure agrotecniche contro gli agenti causali dell'oidio includono:

- Selezione di cultivar appropriate che siano resistenti o abbiano una bassa suscettibilità al patogeno, il che ridurrà significativamente la pressione di infezione e la necessità di trattamenti fungicidi [1,14].
- Selezione di un sito e di distanze di impianto adatti, insieme a una chioma ben formata, che migliorano l'aerazione e limitano la formazione di un microclima favorevole allo sviluppo del patogeno [1,2].
- La concimazione equilibrata contribuisce a una crescita vegetativa ottimale e limita la suscettibilità all'oidio, mentre un'eccessiva concimazione azotata aumenta la suscettibilità [2,13].
- La potatura volta a rimuovere germogli e rami infetti, riducendo la quantità di inoculo primario, è una misura chiave per limitare le infezioni precoci in primavera [2,23].

Approccio di Controllo Chimico e Biologico

L'applicazione di spray fungicidi approvati contro la malattia ha un effetto limitante e le strategie di controllo dovrebbero mirare a limitare efficacemente le infezioni primarie e secondarie. Il

gruppo più utilizzato di sostanze attive contro *P. leucotricha* sono gli inibitori della biosintesi dell'ergosterolo (Inibitori della Demetilazione - DMI, gruppo FRAC 3), tra cui miclobutanil, penconazolo, tetraconazolo, difenoconazolo e flutriafol [23,25], e le strobilurine (Inibitori del Quinone esterno - QoI, gruppo FRAC 11) [25]. Deve essere osservata la rotazione delle sostanze attive per prevenire la resistenza ai fungicidi DMI e QoI. È importante che i trattamenti fungicidi siano effettuati in conformità con i prodotti fitosanitari approvati per la malattia nel paese.

Insieme al controllo chimico, l'interesse per gli agenti biologici per limitare l'agente causale dell'oidio del melo è aumentato negli ultimi anni. Tra gli agenti biologici meglio studiati contro le oidio ci sono i rappresentanti del genere *Bacillus*, che mostrano efficacia contro varie specie di *Podosphaera*, anche su colture da frutto, principalmente aumentando il contenuto di clorofilla e migliorando l'attività fotosintetica, contribuendo a una migliore condizione fisiologica delle piante e a una maggiore resistenza all'infezione da *P. leucotricha* [16]. Sono disponibili anche studi sull'efficacia dei lieviti nel ridurre il grado di attacco di *P. leucotricha* del 37,4% [5,6].

Ultimo ma non meno importante è l'uso di modelli previsionali per lo sviluppo della malattia come strumento importante per ottimizzare il controllo dell'oidio del melo. Modelli come RIMpro utilizzano dati meteorologici, lo sviluppo fenologico della coltura e parametri biologici del patogeno per prevedere periodi di aumentato rischio di infezioni primarie e secondarie, consentendo un'applicazione più precisa e tempestiva delle misure di protezione delle piante. La ricerca in Europa e Bulgaria mostra che l'uso di tali modelli contribuisce a ridurre il numero di trattamenti senza compromettere l'efficacia del controllo e supporta la gestione della resistenza ai fungicidi limitando le applicazioni non necessarie [13,20,22]. Sebbene la maggior parte dei modelli previsionali sia stata inizialmente sviluppata per la ticchiolatura del melo, molti di essi, incluso RIMpro, integrano con successo moduli anche per l'oidio, rendendoli un elemento prezioso della moderna Gestione Integrata dei Parassiti (IPM) contro *P. leucotricha* in condizioni climatiche mutevoli.

Le oidio rimangono una delle sfide fitopatologiche chiave di importanza economica, specialmente in condizioni di produzione intensiva e condizioni climatiche mutevoli. La combinazione di cultivar resistenti o a bassa suscettibilità con un approccio integrato di gestione della malattia, incluse misure agrotecniche e di protezione delle piante integrate da modelli previsionali, offre un'opportunità per una strategia di controllo efficace e promettente a lungo termine [16,21,23,24].

Riferimenti

1. Borovinova, M. (2007). *Economically Important Fungal Diseases of Apple and Sour Cherry and Their Control in Integrated Fruit Production* Institute of Agriculture - Kyustendil.
2. Dzhuvinov, V., Gandev, S., Arnaudov, V., Rankova, Z., Nacheva, L., & Dobrevska, G. (2016). *Apple*. Biofruit BG - EOOD.
3. Nakova, M., Nakov, B., Karov, S., & Neshev, G. (2015). *Special Phytopathology*. IMN Publishing House - Plovdiv.
4. Stancheva, Y. (2021). *Diseases of Perennial Crops*. INFINITY BOOKS.
5. Alaphilippe, A., Elad, Y., David, D. R., Derridj, S., & Gessler, C. (2008). Effects of a biocontrol agent of apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) on the host plant and on non-target organisms: an insect pest (*Cydia pomonella*) and a pathogen (*Venturia inaequalis*). *Biocontrol Science and Technology*, 18(2), 121-138. <https://doi.org/10.1080/09583150701818964>
6. Alaphilippe, A., Elad, Y., Derridj, S., & Gessler, C. (2007). Effect of introduced epiphytic yeast on an insect pest (*Cydia pomonella* L.), on apple pathogens (*Venturia inaequalis* and *Podosphaera leucotricha*) and on the phylloplane chemical composition. *IBOC Bull*, 30, 259-263.
7. Ashraf, M. A., Khan, A. S., Shireen, F., Nawaz, S., Ayyub, S., Mohibullah, S., Asim, M., Riaz, T., Khalid, B., & Azam, M. (2025). Peach diseases in a changing climate: Pathogens, resistance, and sustainable solutions. *Microbial Pathogenesis*, 108110.
8. Awan, S. I., Thapa, R., Svara, A., Feulner, H., Streb, N., & Khan, A. (2023). Evaluation of Malus Germplasm Identifies Genetic Sources of Powdery Mildew and Frogeye Leaf Spot Resistance for Apple Breeding. *Phytopathology®*, 113(7), 1289-1300. <https://doi.org/10.1094/phyto-11-22-0417-r>
9. Borisova, A., Borovinova, M., & Kamenova, I. (2014). Major diseases of apple trees in Kyustendil region of Bulgaria. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(Special Issue-1), 695-700.
10. Fischer, M., & Fischer, C. (2004). Genetic resources as basis for new resistant apple cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12(Spec. ed. 2).
11. Gañán-Betancur, L., Peever, T. L., Evans, K., & Amiri, A. (2021). High Genetic Diversity in Predominantly Clonal Populations of the Powdery Mildew Fungus *Podosphaera leucotricha* from U.S. Apple Orchards. *Applied and Environmental Microbiology*, 87(15), e00469-00421. <https://doi.org/doi:10.1128/AEM.00469-21>

12. Glawe, D. A. (2008). The powdery mildews: a review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 46(1), 27-51.
13. Holb, I. (2014). Apple powdery mildew caused by *Podosphaera leucotricha*: some aspects of disease management.
14. Holb, I. J. (2009). Apple powdery mildew caused by *Podosphaera leucotricha*: some important features of biology and epidemiology. *International Journal of Horticultural Science*, 15(1-2), 45-51. <https://ojs.lib.unideb.hu/IJHS/article/view/1096>
15. Leus, L., Dewitte, A., Van Huylbroeck, J., Vanhoutte, N., Van Bockstaele, E., & Höfte, M. (2006). *Podosphaera pannosa* (syn. *Sphaerotheca pannosa*) on *Rosa* and *Prunus* spp.: Characterization of Pathotypes by Differential Plant Reactions and ITS Sequences. *Journal of Phytopathology*, 154(1), 23-28. <https://doi-org.salford.idm.oclc.org/10.1111/j.1439-0434.2005.01053.x>
16. Liu, B., Xu, Y., Ji, S., Zhang, P., Zhang, H., Han, J., Fan, H., Wang, J., Qi, J., Ma, Y., & Liu, Z. (2023). Isolation and identification of *Bacillus* and abilities of 3 functional strains to control powdery mildew and promote seedling growth of *Malus sieversii*. *European Journal of Plant Pathology*, 167(1), 11-24. <https://doi.org/10.1007/s10658-023-02680-5>
17. Marimon de María, N. (2020). Towards an integrated control of peach powdery mildew (*Podosphaera pannosa*) through the application of molecular tools in epidemiological and genetic resistance studies [PhD, Universitat de Lleida].
18. Marimon, N., Eduardo, I., Martínez-Minaya, J., Vicent, A., & Luque, J. (2020). A Decision Support System Based on Degree-Days to Initiate Fungicide Spray Programs for Peach Powdery Mildew in Catalonia, Spain. *Plant Disease*, 104(9), 2418-2425. <https://doi.org/10.1094/pdis-10-19-2130-re>
19. Morariu, P. A., Sestras, A. F., Andrean, A. F., Borsai, O., Bunea, C. I., Militaru, M., Dan, C., & Sestras, R. E. (2025). Apple Cultivar Responses to Fungal Diseases and Insect Pests Under Variable Orchard Conditions: A Multisite Study. *Crops*, 5(3), 30. <https://www.mdpi.com/2673-7655/5/3/30>
20. Petrova, V., & Borovinova, M. (2014). Control of Powdery Mildew (*Podosphaera leucotricha*) and European Red Mite (*Panonychus ulmi*) At Scab Resistant Apple Cultivars. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 51(4-5), 7-11. <https://agriacad.eu/ojs/index.php/bjcs/article/view/3687>
21. Petrova, V., Dimitrova, S., & Georgieva, V. (2025). Biological manifestations of three apple cultivars and degree of attack by apple scab and powdery mildew. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 62(6), 103-110. <https://doi.org/10.61308/OBJS5429>
22. Rossi, V., Salinari, F., Poni, S., Caffi, T., & Bettati, T. (2014). Addressing the implementation problem in agricultural decision support systems: the example of vite. net®. *Computers and*

Electronics in Agriculture, 100, 88-99.

23. Strickland, D. A., Hodge, K. T., & Cox, K. D. (2021). An Examination of Apple Powdery Mildew and the Biology of *Podosphaera leucotricha* from Past to Present. *Plant Health Progress*, 22(4), 421-432. <https://doi.org/10.1094/php-03-21-0064-rv>
24. Strickland, D. A., Spsychalla, J. P., van Zoeren, J. E., Basedow, M. R., Donahue, D. J., & Cox, K. D. (2023). Assessment of Fungicide Resistance via Molecular Assay in Populations of *Podosphaera leucotricha*, Causal Agent of Apple Powdery Mildew, in New York. *Plant Disease*, 107(9), 2606-2612. <https://doi.org/10.1094/pdis-12-22-2820-sr>
25. Vielba-Fernández, A., Polonio, Á., Ruiz-Jiménez, L., de Vicente, A., Pérez-García, A., & Fernández-Ortuño, D. (2020). Fungicide Resistance in Powdery Mildew Fungi. *Microorganisms*, 8(9), 1431. <https://www.mdpi.com/2076-2607/8/9/1431>