

## Peronospora dell'aquilegia

*Peronospora aquilegiicola* Thines, G. Denton & Y.J. Choi (Famiglia: Peronosporaceae)

Sinonimi: nessuno

Bruno Auf der Maur, Johanna Mayerhofer e Andrin Gross

**Negli anni 2010, migliaia di aquilegie (*Aquilegia* spp.) coltivate come piante ornamentali in vivai, parchi e giardini del Regno Unito sono morte a causa di una malattia precedentemente sconosciuta. L'agente patogeno è il microrganismo *Peronospora aquilegiicola* probabilmente proveniente dall'Asia orientale ed ora diffuso anche in Germania e Svizzera. Ciò significa che le aquilegie coltivate e forse anche quelle selvatiche sono a rischio pure nell'Europa continentale.**



Fig. 1: Pianta infetta sistemicamente con i tipici sintomi fogliari in primavera.

### Caratteristiche e sintomi

Le specie del genere *Peronospora* sono parassiti delle piante e appartengono a un gruppo di organismi simili ai funghi noti come oomiceti (Peronosporomycetes). Una di queste specie è *P. aquilegiicola*, l'agente causale della peronospora dell'aquilegia. In Asia attacca la specie *Semiaquilegia adoxoides*. Visto che queste piante si trovano solo per un breve periodo in primavera e quelle infette sono spesso appena distinguibili da quelle sane, la malattia può essere trascurata. La situazione è diversa per le aquilegie in Europa. Sebbene un'infezione iniziale di peronospora a volte risulti solo in una lieve infestazione, un'infezione sistemica, cioè una grave infestazione dell'intera pianta, si verifica al più tardi l'anno successivo (vedi Fig. 1).

Un'aquilegia appena infettata presenta un ingiallimento delle foglie. Queste appaiono dapprima di co-

lore giallastro e successivamente diventano sempre più scure fino a diventare viola. Nel caso di un'infestazione leggera, all'inizio si scoloriscono solo piccole aree delimitate dalle nervature della foglia, per poi formare molte piccole macchie angolari e un aspetto a mosaico delle foglie. Nelle infestazioni gravi e sistemiche, le foglie sono colpite in modo più uniforme; spesso si arricciano verso l'esterno e la loro crescita è compromessa. Sulla pagina inferiore si forma un rivestimento denso, simile a feltro, di colore viola o beige, in cui si formano le spore asessuate. Tutte le foglie infette muoiono prematuramente. Anche i fiori vengono colpiti nel loro sviluppo, soprattutto nei casi di grave infestazione. Essi diventano acquosi, deformi e assumono una colorazione marrone. Gli steli dei fiori sono spesso marroni o violacei, sviluppano macchie e talvolta si piegano. Se l'infezione si verifica dopo la fioritura, si sviluppano macchie marroni sugli ovuli e talvolta non si sviluppano semi.

Una caratteristica particolare di questa peronospora è che a volte serve anche come cibo per le lumache, sebbene le aquilegie siano velenose per loro. Un'altra caratteristica è che il patogeno attacca non solo le foglie e i germogli, ma anche le radici delle piante. In inverno, quando le parti epigee della pianta sono morte, le radici di solito appaiono sane, ma sono visibili depressioni nella zona superiore, sotto la cui superficie si trovano aree imbrunite. L'anno successivo, queste aquilegie sono spesso fortemente infestate quando spuntano le prime foglie. Di solito non sono colpite solo le foglie e i germogli, ma mostrano pure disturbi della crescita in tutte le parti della pianta, che portano al suo appassimento.

Sul lato inferiore delle foglie infette si formano le spore asessuate (conidi) sui cosiddetti portatori di conidi. Questi, a forma di albero e ramificati, sporgono

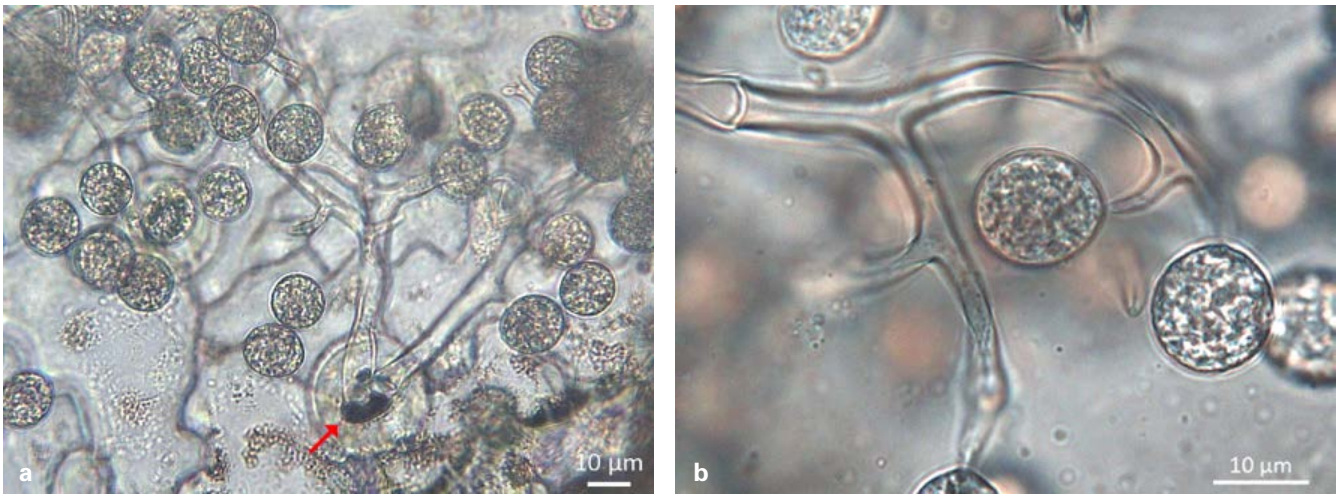


Fig. 2a (a sinistra): comparsa di due portatori di conidi da uno stoma (vedi freccia). Fig. 2b (destra): Ramificazioni dicotomiche di un portatore di conidi con conidi di *P. aquilegiicola*.

dagli stomi delle foglie (vedi Fig. 2a e b) e sono trasparenti, lunghi 132-382 µm (media = 240 µm), con una larghezza di 5–10,5 µm – se la base è gonfia, a volte arriva a 12,5 µm. Il gambo diritto misura 46–188 µm (media = 90 µm). I rami dei portatori di conidi si dipartono dall'asse principale fino a sette ordini e sono da dritti a leggermente curvi. I rami terminali di solito appaiono in coppia, sono da dritti a leggermente curvi e talvolta hanno punte smussate, ma di solito appuntite. La lunghezza dei rami terminali più lunghi varia da 5 a 37,5 µm (media = 10,9 µm); la lunghezza dei rami terminali più corti varia da 3 a 25,5 µm (media = 8,0 µm). Il rapporto tra i rami terminali più lunghi e quelli più corti è compreso tra 1,0 e 3,0 (media = 1,4). Alla base sono larghi 0,8–2,6 µm.

I conidi appaiono di colore marrone chiaro con una sfumatura viola, sono di forma da ovale a ellittica, lunghi 14–33 µm (media = 17,6 µm) e larghi 11–29 µm (media = 14,4 µm), con un rapporto lunghezza-larghezza da 1 a 1,4 (media = 1,2). Gli oogoni (organi unicellulari sessuali femminili) sono di colore marrone chiaro e hanno un diametro compreso tra 24 e 37 µm (media = 32 µm) e le oospore hanno un diametro compreso tra 19,5 e 32 µm (media = 23,8 µm). La parete delle oospore è spessa 1,5–4,5 µm (media = 2,6 µm) e la superficie è liscia.

### Possibilità di confusione

Tra gli oomiceti del genere *Peronospora* che infestano le Ranunculaceae, *P. aquilegiicola* era la specie con i conidi più corti quando venne descritta per la prima volta; la loro lunghezza media era di 17,6 µm, rispetto a una media di oltre 20 µm per le altre specie. Anche il diametro delle oospore era più piccolo rispetto alle altre specie, con una media di 24 µm. In una peronospora su *Semiaquilegia adoxoides*, scoperta in Cina, il diametro delle oospore corrispondeva a quello di *P. aquilegiicola*, ma i conidi con 11,4–42,6 × 12,8–34

µm avevano valori massimi troppo grandi. Gli esemplari corrispondenti sono stati inizialmente identificati come *P. ficariae*. Dato che non è stato ancora effettuato un confronto con gli esemplari di *P. aquilegiicola*, non è stato possibile identificare chiaramente l'oomicete.

Il fungo oidio *Erysiphe aquilegiae* cresce in condizioni calde e secche. Il rivestimento delle spore, di colore bianco e poi brunastro, si trova sul lato superiore delle foglie e dei fiori. Le foglie si arricciano verso l'interno prima di diventare marroni e seccare, mentre i fiori appassiscono. Se l'infestazione è grave, possono morire diverse parti della pianta, ma raramente l'intera pianta o tutto il raccolto. Inoltre, le radici non vengono colpite.

Oltre all'oidio, sull'aquilegia sono presenti altri funghi che è meno probabile confondere con *P. aquilegiicola*. Alcune specie di funghi della ruggine (*Puccinia* spp.), in Svizzera soprattutto *P. agrostidis* e *P. scarlensis*, formano corpi fruttiferi sulle foglie di aquilegia sotto forma di spermogoni e aecidi. I sintomi sono macchie e pustole di ruggine da giallastre a marroni o nerastre sulla superficie delle foglie. La specie *Calophoma aquilegiicola* (syn.: *Phoma aquilegiicola*) provoca macchie fogliari scure di forma rotonda.

### Ecologia, biologia e riproduzione

In Europa, *P. aquilegiicola* è stata finora rilevata solo su aquilegie (*Aquilegia* spp.), in particolare sulle specie autoctone aquilegia comune (*A. vulgaris*) e aquilegia maggiore (*A. alpina*), nonché sulle specie di origine asiatica *A. buergeriana*, *A. flabellata* e *A. viridiflora*. Molti ibridi di aquilegia comune con altre specie di aquilegia sono pure suscettibili al patogeno. In Galles, ad esempio, due collezioni nazionali sono state distrutte da *P. aquilegiicola*: una collezione di aquilegia comune e una di incroci di questa specie con specie nordamericane come *A. canadensis* o *A. formosa*. Presumibilmente tutte le specie e varietà di aquilegia

sono suscettibili. In Asia, solo la specie *Semiaquilegia adoxoides* è stata chiaramente identificata come ospite. Oltre a questa specie, probabilmente anche altre specie del genere *Semiaquilegia* possono essere infettate. Non è ancora chiaro se anche altre specie della famiglia dei ranuncoli (Ranunculaceae) possano fungere da ospiti, come ad esempio le piante del genere *Paraquilegia*.

I conidi prodotti per via asessuata vengono trasportati da spruzzi d'acqua o dal vento verso nuove piante ospiti, dove penetrano immediatamente nei tessuti attraverso aperture o ferite naturali e formano milioni di nuove spore in condizioni favorevoli. Tuttavia, l'infezione delle nuove foglie può avvenire solo in condizioni di umidità. In esperimenti, il rischio di infezione è stato molto alto al di sopra del 90% di umidità relativa, ma molto basso ad un tasso di umidità relativa inferiore al 70%. L'infezione ha avuto maggior successo a 15–20°C, ma non a 25°C. La germinazione dei conidi è avvenuta con maggior successo a 10–15°C, ma solo in modo molto scarso a 25°C. Se l'umidità relativa viene ridotta al 50% o meno, solo l'1% dei conidi sopravvive dopo un giorno. In linea con questi risultati, questa peronospora si presenta più frequentemente in primavera o in autunno che in estate.

Le oospore prodotte dalla riproduzione sessuale sono a parete spessa e possono sopravvivere a lungo a condizioni sfavorevoli. Esse permettono al patogeno di svernare e possono essere trovate nella zona delle radici e nelle foglie in decomposizione. Non si sa ancora per quanto tempo possano sopravvivere nel terreno. Nella specie affine *P. belbahrii* la loro durata di vita è di circa 5–10 anni. *P. belbahrii* e altre peronospore possono essere trasmesse anche attraverso i semi; che questo sia possibile anche in *P. aquilegiicola* è diventato chiaro quando i test PCR sui semi di aquilegia hanno rivelato la presenza di DNA di *Peronospora*. Inoltre, sono state rilevate oospore in un campione di semi di una varietà di aquilegia comune. Tuttavia, è stata trovata solo un'oospora ogni cento semi e non è stato possibile ottenere un'infezione da questi semi contaminati. Non c'è ancora alcuna prova della trasmissione via semi, ma esiste almeno la possibilità che il trasporto di semi contaminati o di terreno contaminato possa contribuire alla diffusione dell'agente patogeno, oltre al commercio di piante ornamentali infette.

## Distribuzione

Le aquilegie crescono principalmente nelle regioni temperate dell'Eurasia e del Nord America. In teoria, *Peronospora aquilegiicola* può diffondersi all'aperto e nei vivai di piante ornamentali ovunque siano disponibili piante ospiti e le condizioni ambientali sia-



Fig. 3: Segnalazioni di *Peronospora aquilegiicola* in Svizzera.

no favorevoli. In Asia l'oomicete è stato finora trovato solo in Corea del Sud. Dalla Cina sono stati segnalati sintomi corrispondenti su aquilegie e la scoperta della peronospora su *S. adoxoides* nella regione delle Purple Mountains. Tuttavia, non è stato possibile verificare con certezza questi risultati. In Europa, finora sono segnalati ritrovamenti in Gran Bretagna, Germania e Svizzera (vedi Fig. 3). Tuttavia, si può presumere che il patogeno sia presente anche in altri Paesi europei.

## Storia della propagazione e pericoli

L'oomicete è probabilmente originario dell'Asia orientale, poiché è stato ripetutamente trovato su esemplari selvatici di *Semiaquilegia adoxoides* in Corea del Sud dal 2000. Tuttavia, non è ancora stato identificato chiaramente in nessun altro Paese asiatico. Sebbene la suddetta peronospora su *S. adoxoides* sia già stata segnalata in Cina nel 1998, la sua identificazione è ancora dubbia. Secondo quanto scritto in un rapporto, in Cina tali sintomi occorrono raramente su aquilegie (vedi Ulteriori informazioni).

In Europa, il patogeno è stato trovato per la prima volta in Gran Bretagna. Secondo un rapporto, potrebbe essere apparso in un giardino di Londra già intorno al 2005, ma la prima scoperta ufficiale è avvenuta solo nel 2011 in un vivaio. Poiché i campioni di *P. aquilegiicola* provenienti dalla Corea del Sud sono altamente simili a quelli del Regno Unito, sia dal punto di vista genetico che morfologico, è molto probabile che il patogeno sia stato introdotto nel Regno Unito in tempi relativamente recenti. L'introduzione è avvenuta probabilmente attraverso il commercio di piante ornamentali o semi infetti provenienti dall'Asia orientale, presumibilmente attraverso una delle specie di aquilegia originarie dell'Asia.

Dal 2013, *P. aquilegiicola* è stata individuata in alcuni giardini in Inghilterra e Galles. Da allora si è diffu-



sa rapidamente nei parchi, nei giardini e nei vivai del Regno Unito. I coltivatori di aquilegia hanno segnalato perdite fino al 90%. Nelle collezioni nazionali di aquilegia già citate, nel 2013 sono state infettate solo alcune piante, ma la proprietaria Carrie Thomas all'epoca non era a conoscenza del patogeno e del suo potenziale pericolo. Nel 2014 la peronospora era già comparsa in massa e nel 2015 erano rimaste solo una ventina delle migliaia di piante originarie.

Nell'Europa continentale, *P. aquilegiicola* è stata individuata per la prima volta in Germania nel 2019 quando il proprietario di un giardino privato della Bassa Sassonia ha scoperto una grave infestazione di peronospora su aquilegie comuni. Poiché le piante erano cresciute spontaneamente, il patogeno era stato probabilmente introdotto attraverso una via sconosciuta e le aveva in seguito infettate. Tuttavia, l'infestazione è stata segnalata alle autorità solo l'anno successivo quando è ricomparsa e ha colpito circa 400 piante su una superficie di 200 m<sup>2</sup>. Le piante presentavano sintomi di vario grado, che andavano dalla decolorazione delle foglie e da una leggera crescita contorta fino alla morte. Dopo aver identificato chiaramente il patogeno con metodi morfologici e molecolari, le aquilegie presenti sono state distrutte.

Nel 2021, *P. aquilegiicola* è stata rilevata in un giardino privato sia in Baviera che nel Baden-Württemberg. Il proprietario del Baden-Württemberg ha riferito di aver osservato i sintomi sull'aquilegia già da diversi anni. Il patogeno è stato trovato anche in due vivai della Renania Settentrionale-Vestfalia nel 2021.

Nel 2023, il patogeno ha fatto la sua prima comparsa in Svizzera. Inizialmente è stato identificato morfologicamente in diverse località di Zurigo, Argovia e Basilea e successivamente confermato da analisi genetiche (dati non pubblicati). Nel sud della Svizzera (Ticino e Vallese) non è stato ancora trovato nonostante una ricerca mirata. Tutti i ritrovamenti sono avvenuti in giardini, il che significa che *P. aquilegiicola* non è ancora stata rilevata su aquilegie selvatiche, nonostante ricerche intensive nelle foreste vicine ai ritrovamenti.

Le aquilegie infestate dalla peronospora non perdono solo il loro valore estetico. Nel Regno Unito, in particolare, l'infestazione di migliaia di aquilegie coltivate come piante ornamentali ha già causato gravi danni economici. Se in futuro le aquilegie selvatiche dovessero essere infestate, si potrebbero verificare gravi danni ecologici, soprattutto nell'Europa continentale. In Germania, tutte le specie europee sono protette. In Svizzera quattro specie sono autoctone: L'aquilegia di Einsele (*Aquilegia einseleana*) è stata classificata come in pericolo nella Lista Rossa. La specie è protetta a livello nazionale, ma è presente solo raramente in Ticino. L'aquilegia maggiore è considerata potenzialmente a rischio ed è protetta a livello nazionale, men-

tre l'aquilegia comune (*A. vulgaris*) e l'aquilegia scura (*A. atrata*) sono diffuse e non a rischio. Poiché l'aquilegia scura è strettamente imparentata con l'aquilegia comune, che è suscettibile all'infezione, è probabile che sia anch'essa suscettibile. Un'eventuale diffusione del patogeno alle due specie di aquilegia frequente potrebbe compromettere ulteriormente le due specie più rare.

## Lotta

In Germania, nel 2020 è stata preparata un'analisi preliminare del rischio con possibili misure di controllo in risposta al primo ritrovamento di *P. aquilegiicola*. Sebbene le località precedentemente menzionate siano state disinfestate, l'efficacia delle misure di controllo è stata rivalutata nel 2022. In considerazione del fatto che la malattia si è diffusa molto rapidamente nel Regno Unito, ulteriori misure ufficiali non sono considerate efficaci. Nel Regno Unito, le misure ufficiali erano già state classificate come non utili nel 2016, con la produzione di varietà resistenti descritta come la misura migliore; tuttavia, ad oggi non sono state trovate varietà resistenti.

Pertanto, quando si piantano nuove aquilegie, si dovrebbe fare attenzione a utilizzare materiale vegetale non infetto. Purtroppo, nel Regno Unito e in Germania sono già state rilevate infezioni su aquilegie messe in vendita in centri di giardinaggio e vivai. Una misura di controllo importante è quindi quella di informare i punti vendita interessati su questo patogeno. Va inoltre notato che *P. aquilegiicola* potrebbe diffondersi anche nei semi o nel tessuto radicale delle piantine. Materiale vegetale di diversa provenienza dovrebbe essere separato in modo da poter risalire all'origine di un'eventuale infezione.

Per prevenire nuove infezioni di peronospora, le aquilegie dovrebbero essere piantate in luoghi soleggiati e arieggiati, con uno spazio sufficiente tra le piante in modo che le foglie possano asciugarsi rapidamente dopo la pioggia. Si possono anche proteggere dall'umidità innaffiandole dal basso, in modo che le foglie e i fiori rimangano asciutti. È opportuno evitare una concimazione azotata estesa, che aumenta la suscettibilità delle piante.

Le piante infette e le aquilegie dall'aspetto sano che si trovano nello stesso luogo devono essere estirpate insieme alle radici e distrutte bruciandole, interrando le a una profondità di almeno 50 cm o smaltendole tra i rifiuti residui. Poiché il compostaggio non distrugge in modo affidabile il patogeno, le piante non possono essere smaltite come rifiuti organici. Tutti gli attrezzi, i vasi e gli altri oggetti che sono stati a contatto con le piante infestate devono essere puliti e disinfettati. In futuro si dovrà evitare di piantare aquilegie nello

stesso luogo. Nel Regno Unito è ufficialmente consigliato un periodo di attesa di almeno un anno; tuttavia, è ragionevole aspettare diversi anni, poiché il tempo di sopravvivenza delle oospore non è ancora noto. Ad oggi, non è stata identificata alcuna sostanza contro gli oomiceti che possa essere utilizzata per trattare con successo la malattia, spesso in rapida progressione, nelle aquilegie infette.

### **Dove segnalare, dove chiedere consiglio?**

La peronospora dell'aquilegia non deve essere notificata. Nuovi ritrovamenti possono tuttavia essere segnalati a SwissFungi, il centro nazionale di dati e informazioni sui funghi svizzeri. Ulteriori informazioni sono disponibili nella sezione [Partecipare](#) del sito web di [SwissFungi](#).

### **Ulteriori informazioni**

Pagina informativa britannica su *Peronospora aquilegiicola*:

<https://www.rhs.org.uk/disease/aquilegia-downy-mildew>

Pagina informativa di Carrie Thomas con molti link secondari:

<http://www.touchwoodplants.co.uk/aquilegia-downy-mildew.htm>

Video di Carrie Thomas sull'infezione sistemica:

<https://www.youtube.com/watch?v=ornWOMRoJVw>

### **Fonti**

- Denton G.J., Beal E.J., Kilty A., Denton J.O., Choi Y.J., Thines M. (2015) Characterisation and risk assessment of the emerging *Peronospora* disease on *Aquilegia*. *Mycological Progress* 14: 69. doi.org/10.1007/s11557-015-1092-5
- Jennings P., Thorp G. (2016) Identification of factors which influence infection and control of the newly emerged *Peronospora* causing downy mildew on aquilegia. AHDB project HNS 196a. Stoneleigh, Agriculture & Horticulture Development Board, 16 pp.
- Jennings P., Thorp G., McDonough S. (2016) Identification of inoculum sources and potential control strategies for the newly emerged *Peronospora* causing downy mildew on aquilegia. AHDB Report HN5 196. Stoneleigh, Agriculture & Horticulture Development Board, 15 pp.
- Thines M., Buaya A., Ali T., Brand T. (2020) *Peronospora aquilegiicola* made its way to Germany: the start of a new pandemic? *Mycological Progress* 19, 791–798 (2020). doi.org/10.1007/s11557-020-01596-2
- Thines M., Denton G.J., Beal E.J., Kilty A., Denton J.O., Shin H.D., ... (2019) *Peronospora aquilegiicola* sp. nov., the downy mildew affecting columbines in the UK is an invasive species from East Asia. *Eur. J. Plant Pathol.* doi.org/10.1007/s10658-019-01787-y
- Thomas C. (2021) Granny's Bonnets: my life with Aquilegias. In: Friends of the City of Swansea Botanical Complex, All Seasons eNews, Summer Issue 2<sup>nd</sup> June 2021. us10.campaign-archive.com/?u=b22a925ef6e13a7ceb-bbb39df&id=5125039bbd

### **Citazione**

Auf der Maur B., Mayerhofer J., Gross, A. (2024) Scheda informativa neomiceti. *Peronospora* dell'aquilegia. Birmensdorf, Istituto federale di ricerca WSL. Sostenuto dal Johanna Mayerhofer (Agroscope). 5 p.

Traduzione italiana di Simone Prospero