

# Gravi attacchi di alternariosi e mal bianco su colture orticole e officinali recentemente osservati in Italia nord-occidentale e innovazioni nella difesa

Giovanna Gilardi - Athina Vasileiadou - Domenico Bertetti - Maria Lodovica Gullino

Centro di Competenza per l'Innovazione in campo agroambientale (AGROINNOVA) - Università degli Studi di Torino - Grugliasco (TO).

## Introduzione

Le piante orticole, sia per il loro dinamismo sia per il fatto di essere spesso coltivate in sistemi intensivi, sono soggette all'attacco di numerosi parassiti. Alcuni di questi sono ben noti tanto da potere essere definiti "tradizionali". Altri, invece, sempre più frequentemente compaiono anche come conseguenza della diffusione di nuove cultivar, della globalizzazione dei mercati e dell'effetto dei cambiamenti climatici (Gullino *et al.*, 2018; 2020b). In questa nota ci soffermiamo sull'aumento di attacchi da parte di specie di *Alternaria* e di agenti di mal bianco, osservati negli ultimi dieci anni in Italia nord-occidentale, anche in conseguenza degli incrementi di temperatura. Verranno, inoltre, riportati i risultati di studi condotti per verificare l'efficacia di strategie di difesa dagli attacchi di questi parassiti basate sull'impiego di prodotti diversi dagli agrofarmaci tradizionali.



Figura 1 - Foglie di basilico colpite da *Alternaria alternata*.  
Figure 1 - Leaf spot of basil caused by *Alternaria alternata*.

## Alternariosi e mal bianchi sono sempre più frequenti

Gli ultimi anni hanno visto un forte aumento di attacchi di diverse specie di *Alternaria* su numerose colture orticole e officinali. Per semplicità le specie interessate da questo fenomeno sono riportate in Tabella 1.

Il gran numero di specie orticole colpite recentemente da specie diverse di *Alternaria* non ci deve stupire, considerate le elevate esigenze termiche che caratterizza tale genere (Figure 1, 2 e 3). Ad aggravare la situazione, va considerata la facilità con cui tale patogeno può essere trasmesso attraverso semi infetti. Questo fenomeno, da noi osservato, tra i casi menzionati, per *A. japonica*, *A. arborescens*, *A. brassicicola* e *A. alternata* isolate rispettivamente da semi di rucola selvatica e coltivata e basilico (Tabella 1) favorisce la diffusione di diverse specie di *Alternaria* in molte aree geografiche in tempi brevi e complica la difesa (Gullino *et*

*al.*, 2019).

Anche la gravità degli attacchi di agenti di mal bianco tra cui *Oidium longipes* (ex *O. neolycopersici*) su pomodoro, *Podosphaera xanthii* e *Leveillula taurica* su diverse cucurbitacee e solanacee, di *Golovinomyces cichoracearum* su diverse specie orticole e la sua diffusione su nuovi ospiti, tra cui diverse specie officinali (Tabella 2, Figure 4, 5 e 6) può essere, almeno in parte, attribuita agli aumenti di temperatura in atto.

## Nuovi approcci nella difesa

L'adozione di misure di profilassi tra cui l'uso di materiale propagativo sano o risanato (Figura 7), la gestione dei residui colturali e l'impiego di adeguate rotazioni colturali

Tabella 1 – Recenti segnalazioni di attacchi di *Alternaria* spp. su colture orticole e officinali (da Gilardi *et al.*, 2019; Gullino *et al.*, 2019).  
Table 1 - Recent reports of *Alternaria* spp. on vegetable and officinal crops (from Gilardi *et al.*, 2019; Gullino *et al.*, 2019).

| Specie orticola  | Specie di <i>Alternaria</i>                 | Regione (anno) di prima osservazione | Osservazioni  |
|--|---|--------------------------------------|---|
| <i>Eruca vesicaria</i>   | <i>A. japonica</i> ; <i>A. alternata</i>    | Piemonte (2010)                      | Isolata anche da seme   |
| <i>Diplotaxis tenuifolia</i>   | <i>A. japonica</i> ; <i>A. alternata</i>    | Liguria (2010)                       | Isolata anche da seme   |
| <i>Ocimum basilicum</i>  | <i>A. alternata</i> ; <i>A. arborescens</i> | Piemonte (2010)                      | Isolata anche da seme; possibile produzione di diverse micotossine                |
| <i>Spinacia oleracea</i>   | <i>A. alternata</i>                         | Piemonte (2018)                      | Isolata con frequenza in aree di coltivazione di spinacio per la IV gamma         |
| <i>Brassica oleracea</i> ; <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> ; <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> | <i>A. alternata</i>                         | Piemonte (2010)                      | Possibile produzione di diverse micotossine                                       |
| <i>Capsicum frutescens</i>   | <i>A. alternata</i>                         | Piemonte (2017)                      | Gravi attacchi anche su <i>Capsicum annuum</i>                                    |
| <i>Mentha x piperita</i>   | <i>A. alternata</i>                         | Piemonte (2017)                      | Limitata disponibilità di agrofarmaci di sintesi registrati su colture officinali |
| <i>Origanum vulgare</i>  | <i>A. alternata</i>                         | Piemonte (2018)                      | -   |





Figura 2 - Foglie di spinacio colpite da *Alternaria alternata*.  
Figure 2 - Leaf spot of spinach caused by *Alternaria alternata*.

sono misure essenziali per ridurre il potenziale di inoculo influenzando il successo delle misure di difesa adottate. Di fronte all'aggressività di vecchi e nuovi patogeni nel settore orticolo e delle colture officinali, l'agricoltore si trova spesso con pochi mezzi tecnici utilizzabili, a causa delle crescenti restrizioni che tendono a ridurre il numero di agrofarmaci tradizionali registrati. Questa situazione, che va avanti oramai da alcuni anni, ha stimolato la ricerca di approcci alternativi per la difesa, basati sull'uso di prodotti cosiddetti naturali, microrganismi antagonisti e sali induttori di resistenza (Gullino *et al.*, 2020 a). Ad esempio, è stato dimostrato che piante appartenenti alle solanacee, leguminose e cucurbitacee trattate con silicati



Figura 4 - Foglie di *Lavandula stoechas* "Blueberry Ruffles" colpite da mal bianco causato da *Golovinomyces neosalviae*.  
Figure 4 - Leaves of *Lavandula stoechas* "Blueberry Ruffles" affected by powdery mildew caused by *Golovinomyces neosalviae*.



Figura 3 - Foglie di menta perita colpite da *Alternaria alternata*.  
Figure 3 - Leaf spot of peppermint caused by *Alternaria alternata*.

accumulano grandi quantità di composti fenolici nelle pareti delle cellule fogliari e producono fitoalessine, soprattutto nei confronti di patogeni fogliari agenti di mal bianco in diversi patosistemi tra i quali fragola - *Sphaerotheca fuliginea*, cetriolo - *Podosphaera fuliginea* e zucchini - *P. xanthii* (Deliopoulos *et al.*, 2010). L'aggiunta di silicato di potassio alle diverse soluzioni nutritive in fuori suolo ha portato a una riduzione significativa degli attacchi di *A. japonica* e *O. longipes*. I migliori risultati sono stati ottenuti in generale dall'aggiunta di silicato nelle soluzioni nutritive a più alta conducibilità elettrica per entrambi i patogeni (Tabelle 3 e 4). Il positivo effetto dell'aggiunta di silicato di potassio alla soluzione nutritiva in fuori suolo è stato confermato anche nei confronti di *Bremia lactucae* su lattuga e *Colletotrichum gloeosporioides* su basilico (Tabella 5) (Gullino *et al.*, 2015). Tra i sali inorganici è nota da tempo l'attività contro i mal bianchi dei sali di sodio, potassio, del bicarbonato di ammonio e dell'ossido di calcio. Tale effetto è generalmente causato da repentini cambiamenti del pH della superficie fogliare e dalla disidratazione delle spore fungine (Deliopoulos *et al.*,

Tabella 2 – Recenti segnalazioni di attacchi di mal bianco su colture orticole e officinali (da Bertetti *et al.*, 2018; Garibaldi *et al.*, 2015; 2020).  
Table 2 - Recent reports of powdery mildew on vegetable and medicinal crops (from Bertetti *et al.*, 2018; Garibaldi *et al.*, 2015; 2020).

| Specie orticola              | Agente causale                   | Regione (anno) di prima osservazione | Importanza relativa   |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| <i>Valerianella olitoria</i> | <i>Golovinomyces orontii</i>     | Piemonte (2007)                      | Assenza di cultivar resistenti  |
| <i>Mentha x piperita</i>     | <i>Golovinomyces monardae</i>    | Piemonte (2017)                      | Limitata disponibilità di agrofarmaci di sintesi registrati su colture officinali |
| <i>Lavandula stoechas</i>    | <i>Golovinomyces neosalviae</i>  | Liguria (2019)                       | -   |
| <i>Mentha spicata</i>        | <i>Golovinomyces biocellatus</i> | Liguria (2009)                       | -   |
| <i>Origanum vulgare</i>      | <i>Golovinomyces biocellatus</i> | Liguria (2011)                       | -   |





Figura 5 - Foglia di *Mentha spicata* colpita da mal bianco causato da *Golovynomyces biocellatus*.  
Figure 5 - Leaf of *Mentha spicata* affected by powdery mildew caused by *Golovynomyces biocellatus*.



Figura 6 - Foglie di *Origanum vulgare* "Compactum" colpite da mal bianco causato da *Golovynomyces biocellatus*.  
Figure 6 - Leaves of *Origanum vulgare* "Compactum" affected by powdery mildew caused by *Golovynomyces biocellatus*.

2010). Tra gli induttori saggiati, l'ossido di calcio è stato il più efficace nel contenere gli attacchi di *Podosphaera xanthii* su zuccino assieme allo zolfo (75-85% di efficacia), mentre il fosfito di potassio (14-28% di efficacia), l'*Ampelomyces quisqualis* (12-23% di efficacia) e il silicato di potassio (13-24% di efficacia) hanno ridotto solo leggermente la gravità del mal bianco nelle diverse condizioni saggiate in fitotrone (Tabella 6).

Diversi tra i prodotti saggiati potrebbero, pertanto, diventare una componente importante della lotta integrata, in combinazione con l'uso di cultivar resistenti; l'attività di miglioramento genetico inizia a fornire cultivar resistenti nei confronti di diversi agenti di mal bianco, mentre non sono note ad oggi cultivar resistenti nei confronti di specie di *Alternaria* (Gullino *et al.*, 2020a). Nel caso di quest'ultimo patogeno, peraltro, si può puntare all'impiego di materiale sano o risanato, mediante trattamenti al seme (Munkvold e Gullino, 2020)

### Conclusioni

Unanime è oramai la consapevolezza degli effetti negativi dei cambiamenti climatici sull'agricoltura e del loro effetto positivo nei confronti di alcuni patogeni (Gullino *et al.*, 2018). Questa constatazione richiederà probabilmente

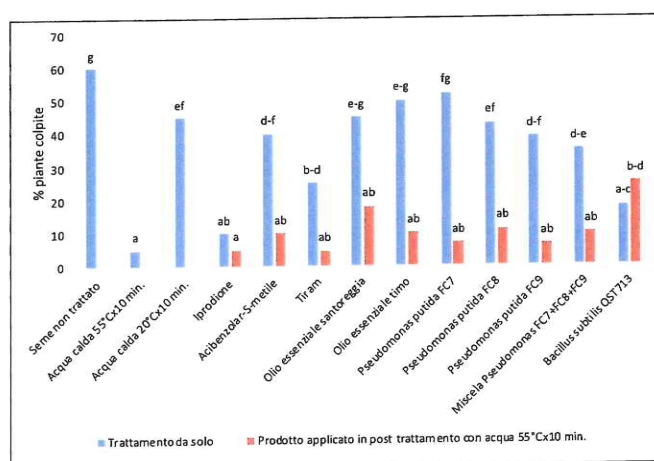


Figura 7 - Effetto di trattamenti fisici chimici e biologici ai semi di carota da soli o preceduti da un trattamento con acqua calda nei confronti di *Alternaria radicina*. Dato espresso come percentuale di piante infette alla fine di cinque prove (da Lopez *et al.*, 2015).  
Figure 7 - Effect of physical, chemical and biological seed treatments of carrot alone or preceded by hot water treatment against *Alternaria radicina*. Expressed as a percentage of infected plants at the end of five trials (from Lopez *et al.*, 2015).

Tabella 3 - Effetto di silicato di potassio (Si) e gestione della conducibilità elettrica della soluzione nutritiva in sistema di coltivazione in fuori suolo a ciclo chiuso per il contenimento di *Alternaria japonica* su rucola. Dati espressi come percentuale di foglie colpite (da Gullino *et al.*, 2015).

Table 3 - Effect of potassium silicate (Si) and management of the electrical conductivity of the nutrient solution in a closed soilless system against *Alternaria japonica* on rocket. Data are expressed as percentage of affected leaves (from Gullino *et al.*, 2015).

| Gestione della soluzione nutritiva | Prova 1                      |                 |                               |    | Prova 2                      |    |                               |   |
|------------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|----|------------------------------|----|-------------------------------|---|
|                                    | 8 giorni dopo l'inoculazione |                 | 14 giorni dopo l'inoculazione |    | 8 giorni dopo l'inoculazione |    | 14 giorni dopo l'inoculazione |   |
| E.C.1                              | 57,0                         | c <sup>**</sup> | 46,3                          | c  | 35,3                         | d  | 56                            | d |
| E.C.1 + Si*                        | 32,5                         | b               | 31,8                          | b  | 28,3                         | cd | 44,8                          | c |
| E.C.2                              | 33,3                         | b               | 31,8                          | b  | 34,5                         | d  | 45,5                          | c |
| E.C.2 + Si                         | 23,0                         | ab              | 25,0                          | ab | 21,5                         | bc | 34,5                          | b |
| E.C.3                              | 23,5                         | ab              | 22,0                          | ab | 13,8                         | ab | 29,5                          | b |
| E.C.3 + Si                         | 18,3                         | a               | 16,8                          | a  | 9,5                          | a  | 15,7                          | a |

\*Il silicato di potassio è stato aggiunto alla soluzione nutritiva alla concentrazione di 100 mg l<sup>-1</sup> a tre diversi livelli di conducibilità elettrica (EC): 1,8-2,0 mS cm<sup>-1</sup> (E.C.1), 2,5-3,5 mS cm<sup>-1</sup> e 4-4,2 mS cm<sup>-1</sup> (EC3).  
\*\*I valori seguiti dalla medesima lettera non differiscono significativamente (p<0,05).

Tabella 4 - Effetto del silicato di potassio e crescenti concentrazioni di conducibilità elettrica della soluzione nutritiva in fuori suolo nei confronti del mal bianco del pomodoro. I dati sono espressi come percentuale di foglie colpite e % di area di superficie fogliare colpita alla fine delle prove (da Gullino *et al.*, 2015).

Table 4 - Effect of potassium silicate and increased electrical conductivity of the nutrient solution against the powdery mildew of tomato grown soilless. Data are expressed as percentage of leaves affected and % area of leaf surface affected at the end of the trials (from Gullino *et al.*, 2015).

| EC (mS/cm)*   | Silicato di potassio 100 mg/L | % foglie colpite             |     |                               |    | % superficie fogliare colpita |   |                               |   |
|---------------|-------------------------------|------------------------------|-----|-------------------------------|----|-------------------------------|---|-------------------------------|---|
|               |                               | 8 giorni dopo l'inoculazione |     | 14 giorni dopo l'inoculazione |    | 8 giorni dopo l'inoculazione  |   | 14 giorni dopo l'inoculazione |   |
| EC1 (1,8-2,0) | No                            | 40,5                         | b** | 74,5                          | b  | 27,0                          | b | 52,3                          | b |
| EC2 (2,5-3,5) | No                            | 22,5                         | a   | 56,8                          | a  | 11,9                          | a | 19,7                          | a |
| EC1 (1,8-2,0) | Si                            | 22,8                         | a   | 70,5                          | ab | 7,0                           | a | 15,3                          | a |
| EC2 (2,5-3,5) | Si                            | 25,0                         | a   | 54,4                          | a  | 5,5                           | a | 27,4                          | a |

\*Il silicato di potassio è stato aggiunto a 100 mg l<sup>-1</sup> della soluzione nutritiva a due diversi livelli di conducibilità elettrica (EC): 1,8-2,0 mS cm<sup>-1</sup> (E.C.1) e 2,5-3,5 mS cm<sup>-1</sup> (EC2).

\*\*I valori seguiti dalla medesima lettera non differiscono significativamente (p<0,05).

cambiamenti e adattamenti delle strategie di gestione delle malattie (Velásquez *et al.*, 2018; Juroszek *et al.*, 2020).

Nel caso degli agenti di alternariosi, oltre agli effetti negativi sulla produzione, va poi considerato anche l'aumento del potenziale rischio di produzione di micotossine che possono contaminare prodotti trasformati a base di pomodoro, basilico, rucola, solo per citare alcuni esempi. Simulazioni condotte in fitotrone hanno dimostrato come la temperatura sia il principale fattore coinvolto nella gravità della malattia, mentre si è osservata una grande variabilità nella produzione di micotossine tra le diverse specie ospiti e i diversi isolati saggiati nell'ambito del gruppo delle *A. alternata*; l'acido tenuazonico è risultato la micotossina prodotta più frequentemente (Siciliano *et al.*, 2017; Gullino *et al.*, 2018). Questo potenziale rischio fornisce, quindi, un motivo in più per cercare di prevenire la diffusione e gli attacchi di questo patogeno.

Quanto osservato negli ultimi anni in un comparto produttivo molto dinamico quale quello delle colture orticole e officinali evidenzia l'esigenza, per gli agricoltori, di affinare le strategie di difesa non solo in funzione di una ridotta disponibilità di mezzi chimici tradizionali, ma anche degli effetti dei cambiamenti climatici in atto.

### Ringraziamenti

Lavoro presentato ai XLVIII Incontri Fitoiatrici, Albenga (SV), 3 dicembre 2021 e svolto nell'ambito dei progetti europei Horizon 2020 Emphasis (Contratto N. 634179) ed Euclid (Contratto N. 633999).

### Riassunto

In questo lavoro vengono descritte problematiche fitopatologiche causate da specie di *Alternaria* e agenti di mal bianco osservate per la prima volta o ricomparse recentemente su colture orticole e officinali nell'Italia nord-occidentale, anche come conseguenza dei cambiamenti climatici in atto. Si riportano i risultati di studi condotti per verificare l'efficacia di strategie di difesa dagli attacchi di questi patogeni basate sull'impiego di prodotti diversi dagli agrofarmaci tradizionali.

**Parole chiave:** patogeni fogliari; *Alternaria*; mal bianchi; patogeni trasmessi mediante seme; misure di lotta.

### Summary

**Severe diseases incited by *Alternaria* spp. and powdery mildews observed on vegetable and medicinal plants in north-western Italy and innovations in disease management strategies**

The phytopathological problems, incited by *Alternaria* spp. and powdery mildews, observed for the first time or recently reappeared on vegetable and officinal crops, also as a consequence of the current climate changes are described. The effectiveness of strategies against those pathogens based on the use of products alternative to synthetic fungicides are reported.

**Key words:** foliar pathogens; *Alternaria*; powdery mildews; seed-borne pathogens; control measures.

Tabella 5 - Effetto del silicato di potassio e crescenti concentrazioni di conducibilità elettrica della soluzione nutritiva in fuori suolo nei confronti di patogeni fogliari di colture orticole. I dati sono espressi come percentuale di area di superficie fogliare colpita alla fine delle prove (da Gullino *et al.*, 2015).

Table 5 - Effect of potassium silicate and increased electrical conductivity of the nutrient solution against leaf pathogens of vegetable crops grown soilless. Data are expressed as the percentage of leaf area affected at the end of the trials (from Gullino *et al.*, 2015).

| EC (mS/cm) | Silicato di potassio 100 mg/L* | <i>Oidium longipes</i> /pomodoro |     | <i>Bremia lactucae</i> /lattuga |    | <i>Alternaria japonica</i> /rucola coltivata |    | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> /basilico |   |
|------------|--------------------------------|----------------------------------|-----|---------------------------------|----|--|----|---|---|
| 1,8-2,0    | No                             | 52,0                             | b** | 15,6                            | e  | 8,2  | d  | 23,2  | c |
| 1,8-2,0    | Si                             | 15,0                             | a   | 13,7                            | de | 6,5  | cd | 17,3  | b |
| 2,5-3,5    | No                             | 20,0                             | a   | 10,5                            | cd | 5,8  | c  | 6,6   | a |
| 2,5-3,5    | Si                             | 27,0                             | a   | 6,8                             | bc | 3,6  | b  | 5,7   | a |
| 4,0-4,2    | No                             | ***                              | -   | 2,6                             | ab | 2,6  | ab | 5,8   | a |
| 4,0-4,2    | Si                             | -                                | -   | 1,3                             | a  | 0,9  | a  | 4,4   | a |

\*Il silicato di potassio è stato aggiunto alla soluzione nutritiva a tre diversi livelli di conducibilità elettrica (EC): 1,8-2,0 mS cm<sup>-1</sup> (E.C.1) e 2,5-3,5 mS cm<sup>-1</sup> (EC2) e 4,0-4,2 mS cm<sup>-1</sup> (EC3).

\*\*I valori seguiti dalla medesima lettera non differiscono significativamente (p<0,05).

\*\*\*Non saggiato

Tabella 6 - Efficacia dei trattamenti con diversi prodotti per diverse combinazioni di concentrazione di CO<sub>2</sub> (400-450 e 800-850 ppm) e temperatura (16-18, 18-22 e 22-26°C) sul mal bianco dello zucchini in fitotrone (da Gullino *et al.*, 2020c).

Table 6 - Effectiveness of treatments with different products for different combinations of CO<sub>2</sub> concentration (400-450 and 800-850 ppm) and temperature (16-18, 18-22 and 22-26°C) against powdery mildew of zucchini in phytotron (from Gullino *et al.*, 2020c).

| Condizioni in fitotrone                  | Efficacia media rispetto al testimone inoculato e non trattato di |                  |                      |                               |                     |
|--|---|------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|
|  | Zolfo*  | Ossido di calcio | Silicato di potassio | <i>Ampelomyces quisqualis</i> | Fosfito di potassio |
| 16-18°C × 400-450 ppm di CO <sub>2</sub> | 76,5 ± 3,6 a**  | 49,7 ± 4,9 a     | 20,6 ± 5,8 a         | 23,3 ± 5,8 a                  | 17,8 ± 4,4 a        |
| 16-18°C × 800-850 ppm di CO <sub>2</sub> | 74,7 ± 3,6 a  | 50,8 ± 4,7 a     | 16,3 ± 4,1 a         | 11,7 ± 3,1 a                  | 18,4 ± 4,9 a        |
| 18-22°C × 400-450 ppm di CO <sub>2</sub> | 84,4 ± 2,9 a  | 61,4 ± 4,3 a     | 17,7 ± 3,7 a         | 17,3 ± 3,3 a                  | 16,6 ± 3,7 a        |
| 18-22°C × 800-850 ppm di CO <sub>2</sub> | 82,1 ± 3,5 a  | 45,9 ± 4,9 a     | 12,7 ± 2,4 a         | 9,8 ± 2,9 a                   | 13,8 ± 3,2 a        |
| 22-26°C × 400-450 ppm di CO <sub>2</sub> | 85,4 ± 3,1 a  | 46,8 ± 4,1 a     | 14,1 ± 3,2 a         | 14,1 ± 3,3 a                  | 16,7 ± 3,2 a        |
| 22-26°C × 800-850 ppm di CO <sub>2</sub> | 80,3 ± 5,1 a  | 46,4 ± 5,3 a     | 24,0 ± 4,4 a         | 17,2 ± 4,1 a                  | 27,8 ± 4,7 a        |

\*Le piante sono state mantenute nei fitotroni per 48 ore prima di iniziare i trattamenti. Il fosfito di potassio, l'ossido di calcio e il silicato di potassio sono stati irrorati sulle piante 2 e 7 giorni prima dell'inoculazione con 1x10<sup>9</sup> conidi/ml di *Podosphaera xanthii*. Lo zolfo è stato applicato per irrorazione fogliare 24 ore prima dell'inoculazione del patogeno e alla comparsa dei primi sintomi, mentre *A. quisqualis* 24 ore dopo l'inoculazione e alla comparsa dei primi sintomi.

La percentuale di superficie fogliare colpita dal patogeno nel testimone inoculato e non trattato alla concentrazione di 400-450 ppm di CO<sub>2</sub> alle temperature di 16-18, 18-22 e 22-26°C era rispettivamente di 24,0 ± 2,1, 36,9 ± 1,8 e 41,1 ± 2,3, mentre a 800-850 ppm di CO<sub>2</sub> e alla temperatura di 16-18, 18-22 e 22-26°C era rispettivamente di 25,4 ± 2,2, 31,0 ± 2,3 e 29,4 ± 3,0.

\*\*I valori seguiti dalla medesima lettera non differiscono significativamente (p<0,05).

#### Lavori citati

Bertetti D., Gilardi G., Gullino M. L., Garibaldi A. (2018) - Nuovi parassiti fungini su colture ornamentali comparsi in Italia settentrionale negli ultimi mesi. Atti degli Incontri Fitoiatrici 2018bis - Villa Ormond, Sanremo (IM), 26 settembre 2018. Protezione delle Colture, 11 (4), 2-6.

Deliopoulos T., Kettlewell P. S., Hare M. C. (2010) - Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. Crop Protection, 29, 1059-1075.

Garibaldi A., Bertetti D., Martini P., Pensa P. (2015) - Patogeni emergenti nel settore delle colture aromatiche e ornamentali del Nord Italia. Atti 28<sup>mi</sup> Incontri Fitoiatrici, Albenga, 8 ottobre 2015. Protezione delle Colture, 8 (4), 4-16.

Garibaldi A., Bertetti D., Matić S., Martini P., Gullino M. L. (2020) - First Report of Powdery mildew caused by *Golovinomyces neosalviae* on *Lavandula stoechas* in Italy. Journal of Plant Pathology, 102, 927.

Gilardi G., Bertetti D., Gullino M. L., Garibaldi A. (2019) - Attacchi di *Alternaria* su specie di piante ornamentali e officinali nell'Italia settentrionale. Protezione delle Colture, 12 (4), 6-12.

Gullino M. L., Pugliese M., Gilardi G., Garibaldi A. (2018) - Effect of increased CO<sub>2</sub> and temperature on plant diseases: a critical appraisal of results obtained in studies carried out under controlled environment facilities. Journal of Plant Pathology, 100, 371-389.

Gullino M. L., Albajes R., Nicot P. (2020a) - Integrated pest and disease management in greenhouse crops. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 681 pages.

Gullino M. L., Gilardi G., Bertetti D., Pugliese M., Garibaldi A. (2020b) - Come i cambiamenti climatici influenzeranno le malattie delle colture orto-floricole. Protezione delle Colture, 49 (2), 42-46.

Gullino M. L., Gilardi G., Garibaldi A. (2019) - Ready-to-eat

salad crops: a pathogen's heaven. Plant Disease, 103, 2015-2170.

Gullino M. L., Pugliese M., Garibaldi A. (2015) - Use of silicon amendments against foliar and vascular diseases of vegetables grown soilless. In: Sustainable crop disease management using natural products (Sangeetha G., Kurucheva V., Jayaraj J. coord.), 293-306.

Gullino M. L., Tabone G., Gilardi G., Garibaldi A. (2020c) - Effect of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature on the management of powdery mildew of zucchini. Journal of Phytopathology, 168, 405-415.

Juroszek P., Racca P., Link S., Farhumand J., Kleinhenz B. (2020) - Overview on the review articles published during the past 30 years relating to the potential climate change effects on plant pathogens and crop disease risks. Plant Pathology, 69, 179-193.

Lopez G. J., Gilardi G., Garibaldi A., Gullino M. L. (2015) - *In vivo* evaluation of essential oils and biocontrol agents combined with hot water treatments on carrot seeds against *Alternaria radicina*. Journal of Plant Pathology, 164, 131-135.

Munkvold G., Gullino M. L. (2020) - Seed and propagative material: In: Integrated pest and disease management in greenhouse crops (Gullino M. L., Albajes R., Nicot P., Coord.), Springer, Dordrecht, The Netherlands, 331-355.

Siciliano I., Gilardi G., Ortu G., Gisi U., Gullino M. L., Garibaldi A. (2017) - Identification and characterization of *Alternaria* species causing leaf spot on cabbage, cauliflower, wild and cultivated rocket by using molecular and morphological features and mycotoxin production. European Journal of Plant Pathology, 149, 401-413.

Velásquez A. C., Castroverde C. D. M., He S. Y. (2018) - Plant and pathogen warfare under changing climate conditions. Current Biology, 28, R619-R634.