

## VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DI TIOFANATE METILE NELLA LOTTA CONTRO MALATTIE DEL POMODORO E DEL CARCIOFO CAUSATE DA PATOGENI TERRICOLI

G. BUBICI<sup>1</sup>, A.D. MARSICO<sup>2</sup>, M. CIRULLI<sup>2</sup>, F. GUASTAMACCHIA<sup>3</sup>, A. CAPELLA<sup>3</sup>, V. POLISENO<sup>2</sup>, M. AMENDUNI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Virologia Vegetale, Consiglio Nazionale delle Ricerche – via G. Amendola 165/A

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienza del Suolo della Pianta e degli Alimenti Università degli Studi di Bari  
via G. Amendola 165/A 70125 Bari

<sup>3</sup>Sipcam Italia S.p.A. - S.S. Sempione 195 20016 Pero (MI)  
g.bubici@ba.ivv.cnr.it

### RIASSUNTO

In prove di lotta contro fitopatogeni terricoli del pomodoro (*Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* e *Pythium* sp.), l'efficacia di tiofanate metile è stata messa a confronto con altri fungicidi chimici (propamocarb+fosetil Al e flutolanil) e antagonisti microbici (*Streptomyces griseoviridis* ceppo K61, *S. lydicus* ceppo WYEC 108 e *Streptomyces* sp. ceppo AtB-42). Inoltre, tiofanate metile è stato valutato in diversi protocolli applicativi contro la verticilliosi del carciofo (*Verticillium dahliae*). Su pomodoro, tiofanate metile è risultato costantemente il mezzo di lotta più efficace, riducendo del 66% la moria delle piante causata da *Pythium* sp. e del 44-73% la gravità delle infezioni dei tre patogeni, con variabili incrementi di biomassa delle piante. Tali risultati sono stati talvolta superiori, sebbene non significativamente, rispetto a quelli ottenuti con propamocarb+fosetil Al. *Streptomyces* sp. AtB-42 ha ridotto le infezioni di *F. solani* e *R. solani* rispettivamente del 58% e 54%, livelli superiori a quelli ottenuti con *S. griseoviridis* K61. Su carciofo, tre somministrazioni post-trapianto con 0,65 L/ha di tiofanate metile, precedute dall'immersione delle radici nella sospensione del fungicida al trapianto, hanno costituito il protocollo applicativo più valido, determinando il 35-40% di riduzione della verticilliosi e il 10% di incremento di biomassa fogliare.

**Parole chiave:** microrganismi benefici, antagonisti microbici, verticilliosi del carciofo, marciumi radicali

### SUMMARY

#### EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF METHYL THIOPHANATE FOR THE CONTROL OF SOIL-BORNE DISEASES OF TOMATO AND ARTICHOKE

In greenhouse pot-experiments, the effectiveness of methyl thiophanate against soil-borne plant pathogens infecting tomato (*Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* and *Pythium* sp.) was compared to that of other fungicides (propamocarb+fosetyl-Al and flutolanil) and biological control agents (*Streptomyces griseoviridis* strain K61, *S. lydicus* strain WYEC 108 and *Streptomyces* sp. strain AtB-42). Moreover, three soil application strategies of methyl thiophanate were evaluated in the control of *Verticillium* wilt of artichoke. In tomato, treatments with thiophanate-methyl were constantly the most effective, and reduced plant death caused by *Pythium* sp. by 66%, and by 44-73% the disease severity of *Pythium* sp., *F. solani* and *R. solani*, with variable plant biomass increases. Interestingly, *Streptomyces* sp. AtB-42 reduced *F. solani* and *R. solani* infections by 58% and 54% respectively, thus resulting superior to *S. griseoviridis* K61. In artichoke, three post-transplanting treatments with 0.65 L/ha of methyl thiophanate, preceded by root-dipping into the fungicide at transplanting, proved to be the best control strategy, and reduced *Verticillium* wilt by 35-40% while increasing leaf fresh weight by 10%.

**Keywords:** beneficial microorganisms, biological control agents, *Verticillium* wilt of artichoke, root rots

## INTRODUZIONE

La gestione delle problematiche fitosanitarie legate all'ambiente edafico riveste un ruolo fondamentale nella moderna agricoltura intensiva. I marciumi radicali, ascrivendo a questo termine una vasta gamma di malattie causate da patogeni terricoli non tracheomicotici, affliggono numerose colture, specialmente orticole, in tutti gli stadi fenologici, dalle fasi di emergenza al post-trapianto e fino allo stadio di pianta adulta. Tali patogeni terricoli sono di difficile contenimento e di quasi impossibile eradicazione dai suoli infestati. Essi comunemente possono permanere nel terreno per molti anni anche in assenza di piante ospiti, mentre rinnovano o incrementano il loro inoculo in presenza di piante suscettibili. Numerose specie fungine sono responsabili di marciumi radicali con diversa sintomatologia ed epidemiologia, tuttavia le principali in termini di diffusione, frequenza e dannosità sono ritenute *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani* Kleb. e *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.

La fumigazione del terreno con bromuro di metile, almeno per le colture ad alto reddito, è stata per molti anni il metodo più efficace per la lotta contro i patogeni terricoli. Dopo la revoca dell'uso del bromuro di metile, i pochi fungicidi, rimasti disponibili in seguito al processo di revisione europea, offrono una protezione, contro i patogeni terricoli talvolta insufficiente.

La lotta biologica incontra, ormai da alcuni decenni, una crescente attenzione da parte della comunità scientifica, degli agricoltori e, non ultima, dei consumatori. Limitatamente alle malattie causate da funghi patogeni terricoli, gli antagonisti microbici più efficaci finora individuati appartengono ai generi *Trichoderma* (Perez *et al.*, 2002) e *Streptomyces* (Colella *et al.*, 2001; Bubici *et al.*, 2013).

Questo lavoro è stato finalizzato alla valutazione di alcuni mezzi di lotta contro fitopatogeni terricoli di pomodoro e carciofo. In particolare, gli scopi di questo lavoro sono stati la valutazione dell'efficacia di tiofanate metile e di alcuni microrganismi benefici contro infezioni di *F. solani*, *R. solani* e *Pythium* sp. su pomodoro e la valutazione di tre strategie d'applicazione di tiofanate metile contro la verticilliosi del carciofo.

## MATERIALI E METODI

Le prove di lotta sono state effettuate in serra, coltivando le piante in vaso in terreno artificialmente inoculato prima del trapianto.

### Prove di lotta su pomodoro

Le prove su pomodoro sono state effettuate utilizzando piante di pomodoro cv. Naxos (Nunhems). Sono stati utilizzati i fungicidi tiofanate metile (Enovit metil FL, 41,7% s.a.), flutolanil (Moncut 50 WP, 50% s.a.), propamocarb+fosetil Al (Previcur Energy, 47,2% + 27,6% s.a.) e i microrganismi benefici *S. griseoviridis* ceppo K61 (Mycostop,  $5 \cdot 10^8$  UFC/g), *S. lydicus* ceppo WYEC108 (Actinovate,  $1 \cdot 10^7$  UFC/g) e il ceppo AtB-42 di *Streptomyces* sp., isolato da rizosfera di pomodoro e selezionato nell'ambito della collezione del DiSSPA in precedenti studi *in vitro*, in serra e in campo per la sua efficacia contro fitopatogeni terricoli (Colella *et al.*, 2001; Bubici *et al.*, 2013).

Vasi di terracotta della capacità di 1,3 L, sono stati riempiti con terreno sterilizzato con calore umido e artificialmente inoculato con ciascuno dei tre patogeni presi in esame, alle seguenti concentrazioni:

- *F. solani*:  $5 \cdot 10^6$  CFU/cm<sup>3</sup> di terreno;
- *R. solani*:  $4 \cdot 10^4$  CFU/cm<sup>3</sup> di terreno;
- *Pythium* sp.:  $1 \cdot 10^7$  CFU/cm<sup>3</sup> di terreno.

Gli inoculi di *F. solani* e *R. solani* sono stati prodotti introducendo asetticamente colonie dei funghi, cresciute su substrato agarizzato (patata-destrosio-agar, PDA), in sacchi di plastica

contenenti 10 kg di una miscela sterile costituita dal 47% di terreno, 25% di torba, 25% di terriccio e 3% di avena. Allo stesso modo è stato prodotto l'inoculo di *Pythium* sp. il cui substrato, però, era costituito dal 75% di granella di mais macinata e 25% di sabbia di fiume. I sacchi contenenti i substrati di crescita inoculati sono stati chiusi con tappo di cotone idrofobo e incubati a 30±2°C per 30 giorni. Periodicamente i substrati di crescita sono stati rivoltati manualmente per migliorare l'uniformità di colonizzazione da parte dei fitopatogeni. L'inoculo di *Streptomyces* sp. *AtB-42* è stato prodotto in fermentatore in substrato costituito da 10 g/L di estratto di malto, 4 g/L di estratto di lievito e 10 g/L di destrosio.

Tutti i mezzi di lotta, chimici e microbiologici, sono stati somministrati a dosi di etichetta (Tabella 1) mediante due trattamenti al terreno, il primo una settimana prima del trapianto ed il secondo una settimana dopo, e un trattamento di immersione radicale al momento del trapianto. Piante coltivate in terreno inoculato con i fitopatogeni ma non trattate con i mezzi di lotta sono servite come testimone non trattato, mentre piante coltivate in terreno sterile e non trattate sono servite come testimone non trattato e non inoculato (bianco). È stato adottato uno schema sperimentale a blocchi randomizzati, con 4 blocchi e 12 ripetizioni (piante). A cadenza settimanale è stata registrata la moria delle piante e a conclusione delle prove, 56 giorni dopo il trapianto, è stata valutata la gravità della malattia mediante la stima della percentuale di apparato radicale affetto da marciume. Infine è stato misurato il peso fresco dell'apparato radicale e fogliare delle piante. I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza ANOVA e al confronto multiplo delle medie mediante il test di Duncan ( $P<0,05$ ).

Tabella 1. Dosi dei fungicidi e dei microrganismi benefici utilizzate nelle prove di lotta su pomodoro

| Sostanza attiva / ceppo microbico     | Formulato commerciale | Dose sostanza attiva / ceppo microbico |                           | Dose formulato commerciale  |                     |
|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
|                                       |                       | Distribuzione in manichetta            | Immersione radicale       | Distribuzione in manichetta | Immersione radicale |
| Tiofanate metile                      | Enovit metile FL      | 0,071 ml/pianta                        | 5,84 mL/L                 | 0,17 ml/pianta              | 14 ml/L             |
| Flutolanil                            | Moncut 50 WP          | 0,15 g/pianta                          | 5 g/L                     | 0,3 g/pianta                | 10 g/L              |
| Propamocarb+fosetil Al                | Previcur Energy       | 0,142+0,083 ml/pianta                  | 1,416+0,828ml/L           | 0,3 ml/pianta               | 3 ml/L              |
| <i>S. lydicus</i> WYEC 108            | Actinovate            | 2,7·10 <sup>7</sup> UFC/pianta         | 1,6·10 <sup>9</sup> UFC/L | 2,7 g/pianta                | 161,6 g/L           |
| <i>S. griseoviridis</i> K61           | Mycostop              | 5·10 <sup>6</sup> UFC/pianta           | 1·10 <sup>7</sup> UFC/L   | 0,010 g/pianta              | 0,2 g/L             |
| <i>Streptomyces</i> sp. <i>AtB-42</i> | -                     | 1·10 <sup>7</sup> spore/pianta         | 1·10 <sup>7</sup> spore/L |                             |                     |

### Prove di lotta su carciofo

La prova contro la verticilliosi del carciofo è stata condotta in serra utilizzando piante di carciofo cv. Imperial Star (Cois '94), ottenute da seme e coltivate in vasi di plastica da 14 litri contenenti terreno di campo sterilizzato con calore umido e inoculato artificialmente, al momento del trapianto, con microsclerozi di *V. dahliae* (100 microsclerozi per cm<sup>3</sup> di terreno).

L'inoculo di *V. dahliae* è stato preparato facendo crescere colonie del fungo su substrato agarizzato (PDA) per 7 giorni a 24°C. Il substrato colonizzato dal fungo è stato omogeneizzato in acqua e filtrato per ottenere una sospensione di microsclerozi che, con le opportune diluizioni, è stata aggiunta al terreno immediatamente prima del trapianto.

Le tre strategie d'applicazione di tiofanate metile sono riportate in Tabella 2.

È stato adottato lo schema sperimentale a blocchi randomizzati, con 4 blocchi e 8 ripetizioni (piante). A partire da 15 giorni dopo il trapianto (gdt), ogni 15 giorni circa, e fino a 111 gdt è stato effettuato il rilievo dei sintomi fogliari di verticilliosi (gravità della verticilliosi) e di fitotossicità causata da tiofanate metile. I sintomi fogliari di verticilliosi sono stati rilevati contando il numero di foglie avvizzite sul totale delle foglie presenti, e quindi espressi in percentuale, così come i sintomi di fitotossicità contando il numero di foglie con clorosi, necrosi o deformazioni sul totale, anch'essi espressi in percentuale. Per ogni rilievo è stata calcolata la percentuale di piante malate (incidenza della verticilliosi). I dati di incidenza e gravità della verticilliosi (gravità delle sole piante malate) sono stati utilizzati per calcolare, rispettivamente, l'AUDPC<sub>i</sub> e AUDPC<sub>g</sub>, cioè l'area sotto la curva di progressione della malattia (Area Under Disease Progress Curve; Campbell e Madden, 1990). Alla fine della prova, 111 gdt, è stata valutata la gravità dell'imbrunimento vascolare causato da *V. dahliae* su sezioni trasversali di fusto delle piante in base ad una scala da 0 (nessun imbrunimento) a 4 (75-100% di superficie della sezione con imbrunimento) (Cirulli *et al.*, 1994). Infine è stato misurato il peso fresco dell'apparato fogliare delle piante.

Tabella 2. Dosi e calendario dei trattamenti con Enovit Metil FL (38,3% tiofanate metile) nella prova di lotta contro la verticilliosi del carciofo

| Data      | Tesi 1   | Tesi 2  | Tesi 3   | Tesi 4<br>(Non trattato) |
|-----------|----------|---------|----------|--------------------------|
|           | 1,7 L/ha | 3,4L/ha | 1,7 L/ha | 0 L/ha                   |
| 1/2/2011  | A        | A       | A        |                          |
| 16/2/2011 | B        | B       | B        |                          |
| 13/3/2011 | C        | C       |          |                          |
| 2/4/2011  |          |         | C1       |                          |
| 7/4/2011  | D        | D       |          |                          |
| 22/4/2011 |          |         | D1       |                          |
| 12/5/2011 |          |         | E1       |                          |

A: immersione delle radici delle piantine in una sospensione di Enovit Metil FL a concentrazione di 1,7 mL/L, per le Tesi 1 e 3, o 3,4 mL/L, per la Tesi 2, immediatamente prima del trapianto.

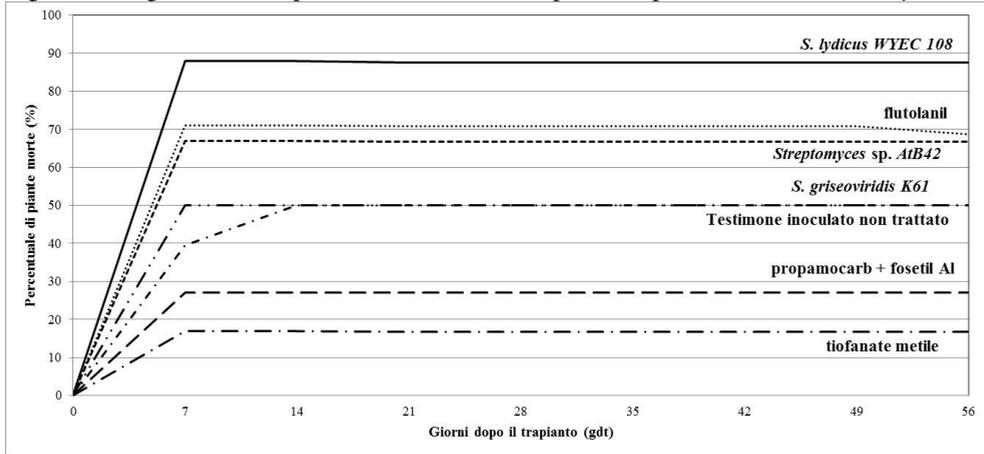
B, C, D, C1, D1, E1: applicazione di Enovit Metil FL nel terreno simulando una fertirrigazione; ad ogni applicazione e per ogni pianta è stato somministrato 1 L di soluzione con 0,1916 mL, per le Tesi 1 e 3, o con 0,3832 mL, per la Tesi 2, di Enovit Metil FL (la quantità di fungicida è stata calcolata considerando le dosi indicate per le Tesi 1, 2 e 3, applicate in una carciofaia con 8.875 piante per ettaro, con un sesto d'impianto di 1,3x0,8 m e con un corridoio ogni 12 file di piante).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Prove di lotta su pomodoro

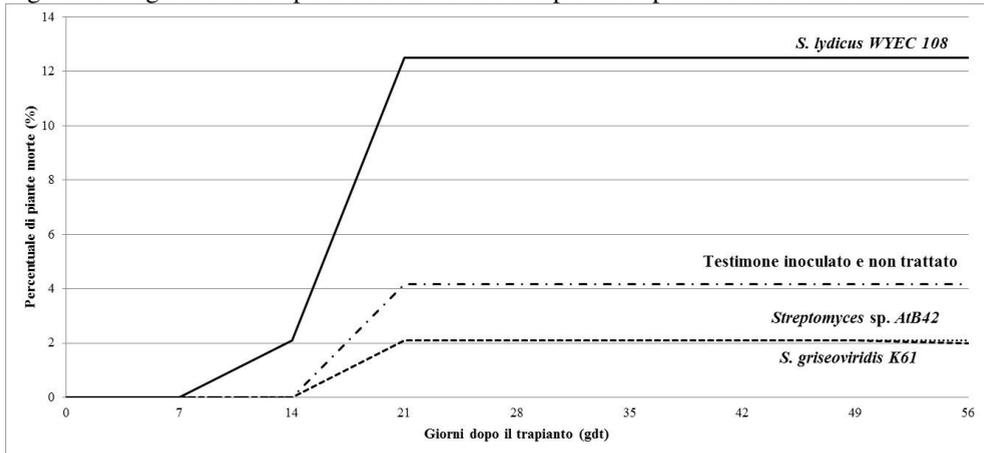
I fungicidi chimici, e in minor misura i ceppi microbici, hanno variamente ridotto le infezioni fungine su pomodoro. In terreno inoculato con *Pythium* sp. la moria delle piante è iniziata 7 giorni dopo il trapianto (gdt) in tutti i trattamenti. Sul testimone inoculato non trattato, la percentuale di piante morte ha raggiunto un picco massimo pari al 50% 14 gdt. I trattamenti con tiofanate metile hanno ridotto del 66% la moria massima rispetto al testimone non trattato, mentre i trattamenti con propamocarb+fosetil AI, utilizzato come prodotto di riferimento in queste prove, hanno ridotto tale indice del 44% (Figura 1).

Figura 1. Progressione temporale della moria delle piante di pomodoro causata da *Pythium* sp.



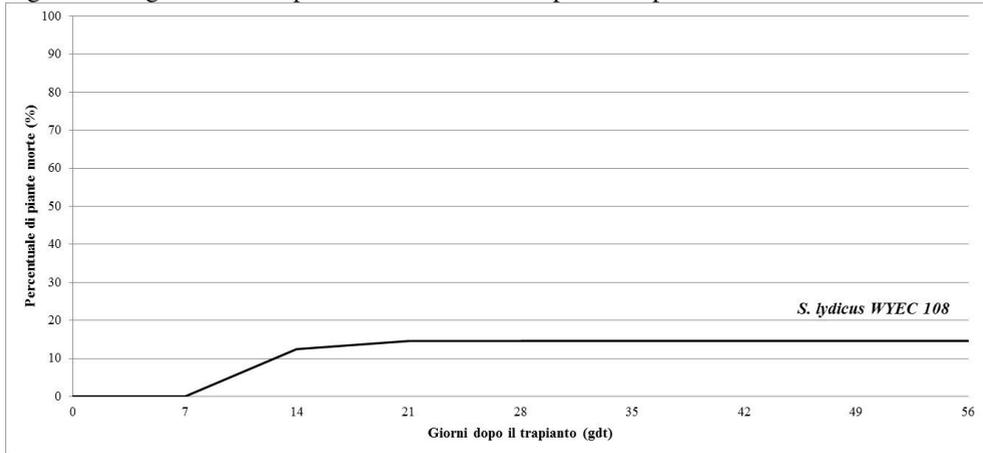
In terreno non trattato e inoculato con *R. solani*, la moria delle piante è iniziata 21 gdt ed ha raggiunto il 4%, entro la fine della prova. Nessuna pianta morta è stata osservata nelle tesi trattate con tiofanate metile, flutolanil e propamocarb+fosetil Al, mentre il 2% di piante morte sono state riscontrate nelle tesi trattate con *Streptomyces* sp. AtB42 e *S. griseoviridis* K61 (Figura 2).

Figura 2. Progressione temporale della moria delle piante di pomodoro causata da *R. solani*



In terreno inoculato con *F. solani*, invece, non si è manifestata moria delle piante, con la sola eccezione delle tesi trattate con *S. lydicus* WYEC 108, dove l'incidenza massima di piante morte si è manifestata 21 gdt con valori pari al 15% (Figura 3).

Figura 3. Progressione temporale della moria delle piante di pomodoro causata da *F. solani*



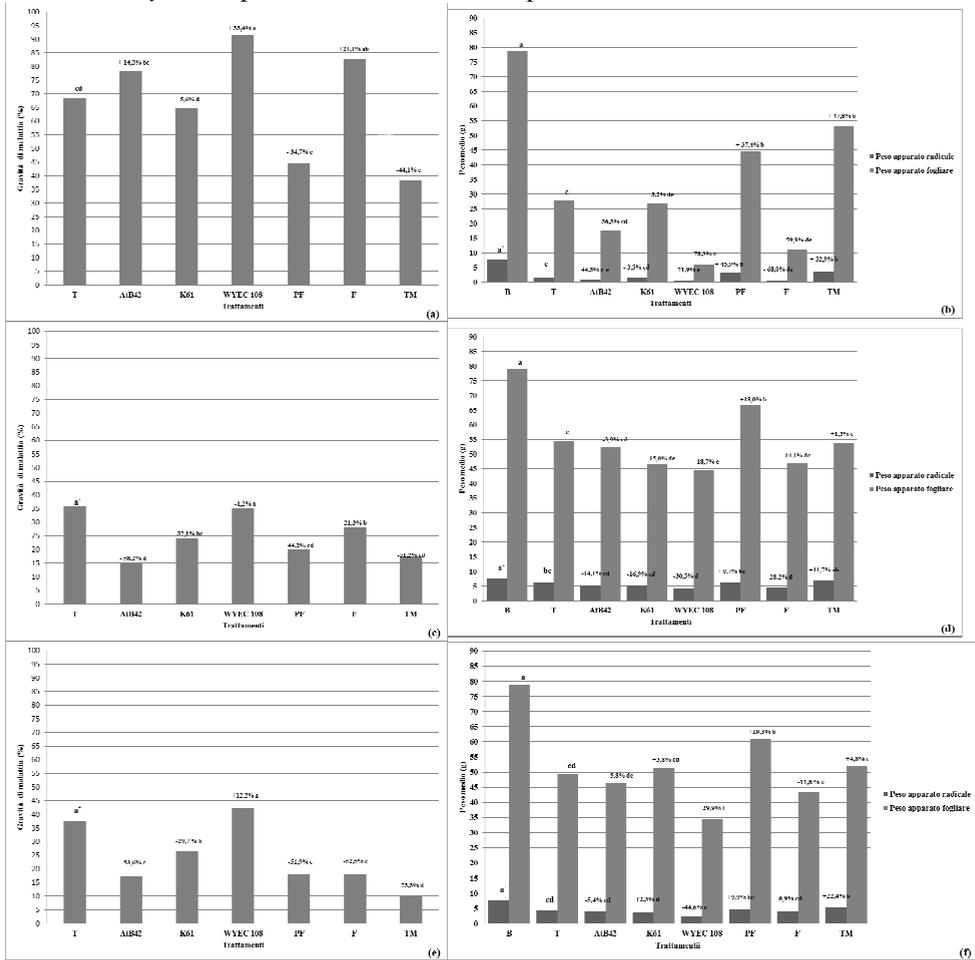
Al termine della prova in terreno inoculato con *Pythium* sp. le piante di pomodoro coltivate su terreno non trattato presentavano circa il 68,5% dell'apparato radicale affetto da marciume. Solo i trattamenti con tiofanate metile o propamocarb+fosetil AI hanno determinato riduzioni significative di gravità della malattia (Figura 4a). Analogamente, tali trattamenti hanno determinato incrementi significativi di biomassa delle piante. Incrementi simili sono stati determinati dai trattamenti con propamocarb+fosetil AI (Figura 4b). I trattamenti con flutolanil e *S. lydicus* WYEC 108, al contrario, hanno determinato incrementi significativi di gravità della malattia (Figura 4a) e decrementi significativi della biomassa delle piante, rispetto al testimone inoculato e non trattato (Figura 4b). Nessun risultato significativo è stato ottenuto, infine, a seguito dei trattamenti con *Streptomyces* sp. AtB-42 e *S. griseoviridis* K61, sia in termini di riduzione di gravità di malattia (Figura 4a) sia in termini di incrementi di biomassa delle piante (Figura 4b).

In terreno trattato con *F. solani*, le piante di pomodoro coltivate su terreno non trattato presentavano circa il 36,5% dell'apparato radicale affetto da marciume (Figura 4c). Rispetto al testimone inoculato e non trattato, riduzioni significative di gravità della malattia sono state ottenute a seguito dei trattamenti con *Streptomyces* sp. AtB42, tiofanate metile, propamocarb+fosetil AI, *S. griseoviridis* K61 e flutolanil. Nessun risultato significativo è stato ottenuto a seguito dei trattamenti con *S. lydicus* WYEC 108 (Figura 4c). Tuttavia, solo i trattamenti con propamocarb+fosetil AI hanno determinato incrementi significativi di peso dell'apparato fogliare delle piante (Figura 5b). I trattamenti con flutolanil e *S. lydicus* WYEC 108, invece, hanno determinato decrementi significativi di biomassa delle piante (Figura 4d). Nessun risultato significativo è stato ottenuto, infine, a seguito dei trattamenti con tiofanate metile, *Streptomyces* sp. AtB-42 e *S. griseoviridis* K61 (Figura 4d).

In terreno inoculato con *R. solani* le piante di pomodoro coltivate su terreno non trattato presentavano circa il 37,5% dell'apparato radicale affetto da marciume. Rispetto al testimone inoculato e non trattato, riduzioni significative di gravità della malattia sono state ottenute a seguito dei trattamenti con tiofanate metile, *Streptomyces* sp. AtB42, flutolanil, propamocarb+fosetil AI e *S. griseoviridis* K61 (Figura 4e). Tuttavia, solo i trattamenti con tiofanate metile o propamocarb+fosetil AI hanno determinato incrementi significativi di biomassa delle piante. Ancora una volta, i trattamenti con *S. lydicus* WYEC 108, rispetto al testimone inoculato e non trattato, hanno determinato decrementi significativi di peso

dell'apparato radicale e fogliare delle piante. Nessun risultato significativo è stato ottenuto, infine, a seguito dei trattamenti con flutolanil, *Streptomyces* sp. AtB-42 e *S. griseoviridis* K61 (Figura 4f).

Figura 4. Effetti di trattamenti con fungicidi chimici e microrganismi benefici contro le infezioni di *Pythium* sp., *F. solani* e *R. solani* su pomodoro.



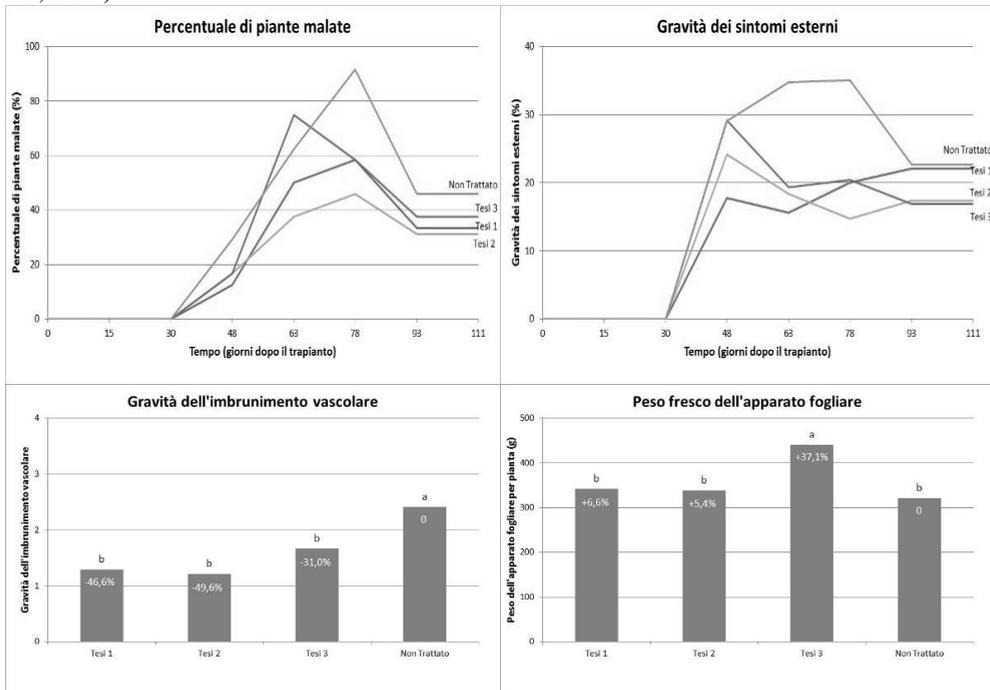
\* Barre con lettera uguale non sono significativamente differenti in base al test di Duncan ( $P < 0,05$ ). I valori riportati sulle barre indicano la variazione percentuale rispetto al testimone inoculato e non trattato

B: Testimone non inoculato e non trattato; T: Testimone inoculato e non trattato; AtB42: *Streptomyces* sp. AtB-42; K61: *S. griseoviridis* K61; WYEC 108: *S. lydicus* WYEC 108; PF: propamocarb+fosetil Al; F: flutolanil; TM: tiofanate metile

## Prove di lotta su carciofo

I sintomi fogliari di verticilliosi sono apparsi 48 gdt e, sul testimone non trattato, la loro gravità (percentuale di foglie avvizzite), nonché l'incidenza (percentuale di piante malate), è aumentata fino a 78 gdt dopodiché è diminuita, probabilmente come conseguenza di una più veloce attività vegetativa delle piante e di una rapida senescenza delle foglie più vecchie (Figura 5). Al termine della prova, cioè 111 gdt, l'imbrunimento vascolare osservato sulle sezioni trasversali del fusto è risultato significativamente più basso nelle tre tesi trattate con tiofanate metile rispetto al testimone non trattato. In particolare nelle piante della tesi 2 è stato osservata una riduzione della gravità dell'imbrunimento vascolare del 49,6%, in quelle della tesi 1 del 46,6% e in quelle della tesi 3 del 31% (Figura 5). Il peso fresco dell'apparato fogliare delle piante è risultato superiore nelle tesi trattate rispetto al testimone non trattato, sebbene nelle tesi 1 e 2 non ci sia stata evidenza statistica, come invece nella tesi 3, le cui piante hanno mostrato un incremento in peso del 37,1% (Figura 5).

Figura 5. Effetto di applicazioni al terreno di Progressione nel tempo dell'incidenza (percentuale di piante malate) e della gravità dei sintomi esterni della verticilliosi del carciofo i verticilliosi su piante di carciofo diversamente trattate con tiofanate metile (Tesi 1, 2 e 3).



gdt = giorni dopo il trapianto. I valori riportati sulle barre indicano la riduzione percentuale rispetto al testimone non trattato. Barre con lettera uguale non sono significativamente differenti in base al test di Duncan (peso fresco dell'apparato fogliare) o di Nemenyi (gravità dell'imbrunimento vascolare).

## CONCLUSIONI

I risultati ottenuti in queste prove dimostrano l'efficacia di tiofanate metile, somministrato al terreno e mediante immersione radicale, nella lotta contro malattie radicali del pomodoro e contro la verticilliosi del carciofo. Due applicazioni al terreno e una per immersione radicale di tiofanate metile hanno ridotto la gravità delle infezioni di *Pythium* sp., *F. solani* e *R. solani* rispettivamente del 44%, 51% e 73%. Inoltre esse hanno ridotto del 66% la moria delle piante causata da *Pythium* sp. e determinato un incremento del 50% della biomassa delle piante inoculate con questo patogeno. Gli stessi trattamenti hanno incrementato anche la biomassa radicale, ma non quella fogliare, delle piante coltivate su terreno inoculato con *R. solani* fino al 20% circa. Tali livelli di protezione delle piante sono stati talvolta persino superiori, sebbene non significativamente, rispetto a quelli ottenuti con propamocarb+fosetil Al, utilizzato come fungicida di riferimento in queste prove.

Tra i ceppi microbici saggiati, *Streptomyces* sp. AtB-42 ha ridotto le infezioni di *F. solani* e *R. solani* rispettivamente del 58% e 54%, livelli paragonabili a quelli ottenuti con tiofanate metile contro *F. solani* superiori a quelli ottenuti con *S. griseoviridis* ceppo K61, quest'ultimo utilizzato in queste prove come prodotto commerciale di riferimento. Le riduzioni di sviluppo costantemente osservate sulle piante trattate con *S. lydicus* WYEC 108, persino rispetto al testimone non inoculato e non trattato, fanno ipotizzare un possibile effetto di fitotossicità del formulato alle dosi impiegate.

Su carciofo, tre somministrazioni post-trapianto con 0,65 L/ha di tiofanate metile, precedute dall'immersione delle radici nella sospensione del fungicida al trapianto, hanno costituito la strategia di lotta più valida, poiché hanno determinato il 35-40% di riduzione della verticilliosi e il 10% di incremento di biomassa fogliare. Il raddoppiamento della dose o l'aumento del numero di trattamenti con tiofanate metile non hanno prodotto significativi incrementi della protezione delle piante dalla verticilliosi.

## LAVORI CITATI

- Bubici G, Marsico AD, D'Amico M, Amenduni M, Cirulli M. (2013). Evaluation of *Streptomyces* spp. for the biological control of corky root of tomato and Verticillium wilt of eggplant. *Applied Soil Ecology* 72, 128-134
- Colella C, Amenduni M, D'Amico M, Cirulli M (2001). Efficacia del bio-antiparassitario ottenuto da compost di sansa d'oliva nella lotta contro la suberosi radicale del pomodoro e la verticilliosi del carciofo. *Atti progetto POM B-10 "Sviluppo semi-industriale di matrici organiche da sansa di oliva pre-condizionate con microrganismi antagonisti di patogeni radicali di piante orticole"* Bari, 20 novembre 2001, pp.55-64
- Perez L.M., Besoain X., Reyes M., Pardo G., Montealegre J., 2002. The expression of extracellular fungal cell wall hydrolytic enzymes in different *Trichoderma harzianum* isolates correlates with their ability to control *Pyrenochaeta lycopersici*. *Biological Research* 35 (3-4), 401-410