

● IMPIEGO IN FERTIRRIGAZIONE SU MELONE IN PIENO CAMPO E POMODORO IN SERRA

Pythium oligandrum efficace sui patogeni tellurici in orticoltura

di R. Zago, P. Zazzetta,
D. D'andrea, S. Alessandri

In contesti di successione monocolturale anche nello stesso anno, con impoverimento della sostanza organica e mancata eliminazione dei residui colturali, si manifestano, frequentemente e con sempre maggiore intensità malattie originate da diversi patogeni tellurici quali *Fusarium* spp, *Pythium* spp, *Phitophthora* spp, *Sclerotinia* spp, *Rhizoctonia* spp.

Essi sono in grado di provocare danni considerevoli alle colture orticole con gravi ripercussioni sulle rese, quantitative e qualitative. L'intensificazione dei processi produttivi porta a un crescente inoculo di patogeni nel suolo, a una diminuzione della «fertilità biologica» per cui l'apparato radicale della coltura trova sempre maggiore competizione per lo spazio e i nutrienti.

Impiego di *Phytium oligandrum*

Phytium oligandrum è un microrganismo antagonista oomicete che possiede un effetto diretto attraverso il controllo di agenti patogeni (micoparassitismo) e/o effetti indiretti sulle piante, mediati dal fungo stesso, quali induzione di resistenza e promozione della crescita (Alegi e Cromy, 2018).

In alcuni studi è stato dimostrato che il micoparassitismo operato da *P. oligandrum* è parzialmente associato alla competizione per i nutrienti: in laboratorio una delle due attività sembra prevalere sull'altra a seconda delle condizioni sperimentali e del tipo di isolati utilizzati (Martin e Hancock, 1986). Tuttavia, Benhamou et al., (2012) riferiscono che studi francesi e giapponesi su *P. oligandrum* descrivono il micoparassitismo e/o la resistenza indotta come le principali modalità di azione. Pertanto, la competizione per lo spazio e i nutrienti è probabilmente un meccanismo minore utilizzato per il controllo biologico da parte del fungo antagonista.

IN
breve

NEL BIENNIO 2018-2019 sono state condotte, in Marche, Abruzzo e Sicilia, delle prove su melone e pomodoro per verificare l'efficacia di *P. oligandrum* (Polyversum) distribuito nel terreno attraverso la fertirrigazione (drip irrigation) nei confronti dei principali patogeni tellurici (*Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phitophthora*, *Sclerotiniam*, ecc.). Le sperimentazioni hanno fornito interessanti risultati nel contenimento di tali patogeni e notevoli effetti positivi sulla fisiologia della pianta che hanno migliorato gli aspetti quali-quantitativi della produzione.

Il coinvolgimento di *P. oligandrum* nella stimolazione della crescita delle piante è stato anche oggetto di studi condotti da vari autori e associato alla produzione di composti auxinici. Le Floch et al. (2003b) ha riferito che la via della triptamina esistente nelle ife di oomiceti. *P. oligandrum* è in grado di metabolizzare un composto auxinico, la triptamina (TNH₂), da triptofano ad acido indolacetico (IAA). TNH₂ viene assorbito dal sistema radicale principa-



Attacco su testimone non trattato

le e successivamente è stato osservato lo sviluppo delle radici secondarie. In un esperimento di 6 mesi fatto su una coltura senza suolo di pomodoro (Le Floch et al., 2003a) si è evidenziato un aumento della resa dopo la colonizzazione delle radici da parte di *P. oligandrum*. Infine, esperienze recenti fatte in ambiente controllato hanno evidenziato che vasetti contenenti semi di pomodoro, irrorati 2 volte con una soluzione contenente *P. oligandrum* (alla semina e dopo 7 giorni), hanno generato piante con un apparato radicale più sano e molto più sviluppato delle piante non trattate (studi interni, 2017).

In questo lavoro vengono presentate esperienze su melone e pomodoro in cui *P. oligandrum* (Polyversum) è stato distribuito nel terreno attraverso la fertirrigazione (drip irrigation) alle stesse dosi di etichetta delle applicazioni fogliari (100, 200, 300 g/ha).

Prove su melone in pieno campo

Martinsicuro (2018). I primi sintomi ascrivibili a *Pythium* spp. sono stati osservati il 17 agosto (28 giorni dopo il trapianto). La malattia ha avuto un decorso lento e ha interessato solo poche piante all'interno del campo sperimentale. Tuttavia, oltre ai dati sulla malattia, sono stati osservati risulta-

Come sono state impostate le prove

Nel biennio 2018-2019 sono state condotte 5 prove in diversi areali agricoli (tabella A). La prova di Ispica del 2019 su pomodoro in coltura protetta è stata condotta dal Centro di saggio Sata - Sezione operativa di Ragusa, mentre tutte le altre dal Centro di saggio Res Agraria di Tortoreto Lido (Teramo).

Il protocollo delle prove è stato unico per tutte le esperienze e le tesi a confronto sono riportate in tabella B.

È stato adottato lo schema sperimentale dei blocchi randomizzati con 4 o 5 repliche in ottemperanza alle Linee EPPO. Le applicazioni sono state effettuate tramite impianto di fertirrigazione (drip irrigation), iniziandole dopo il trapianto e mantenendo un intervallo di 6-8 giorni per le tesi a base di *Pythium oligandrum*

e *Bacillus amyloliquefaciens* e uno di 10 giorni per tiofanate metil. I prodotti sono stati distribuiti con un volume di acqua da 10.000 a 30.000 L/ha, in funzione della tipologia di terreno e dell'impianto di fertirrigazione.

Durante il decorso della sperimentazione sono stati valutati, su 10 piante per parcella, alcuni parametri che riguardavano vigore delle piante, dimensioni dell'apparato radicale, green index, numero, pezzatura e uniformità di maturazione dei frutti, la resa produttiva, i gradi Brix. Inoltre, al manifestarsi delle malattie di origine tellurica, su un campione di 10-20 piante per parcella sono stati condotti rilievi per valutare la diffusione (incidenza) e la gravità della malattia. Nella prova su pomodoro

a Ispica, dove vi è stato un attacco importante di *Fusarium oxysporum*, è stata misurata anche la lunghezza dell'imbrunimento vascolare partendo dal colletto della pianta.

I dati dei rilievi sono stati oggetto di analisi della varianza (Anova) utilizzando il test di separazione delle medie Student-Newman-Keuls (SNK) o il test Least Significant Difference (LSD) con $p \leq 0,05$.

Per ogni prova sono stati registrati i dati meteorologici (temperature giornaliere dell'aria e temperatura media giornaliera del suolo, umidità relativa, precipitazioni) attraverso capannine meteorologiche presenti nel territorio delle prove o da registratori installati all'interno delle serre. ●

TABELLA A - Dettagli delle prove

Anno	Località	Coltura (1)	Cultivar	Data trapianto 2018	Sesto di impianto (m)
2018	Martinsicuro (Teramo)	Melone (PC)	Rugoso di Cosenza	20-7	1,5 × 1,0
2018	Campofilone (FM)	Pomodoro (CP)	Optima	3-8	0,43 × 0,57
2019	Ispica (Ragusa)	Pomodoro (CP)	501 F1	4-7	0,75 × 0,40
2019	Martinsicuro (TE)	Melone (PC)	Amarillo	1-7	1,5 × 1,0
2019	Campofilone (FM)	Pomodoro (CP)	Cobra	31-7	0,85 × 0,55

(1) CP = coltura protetta; PC = pieno campo

TABELLA B - Prodotti impiegati e protocollo delle prove condotte nel biennio 2018-2019

Formulato	Sostanza attiva (g/L o %)	Form.	Dose (kg o L/ha)	Applicazioni (n.)
Testimone non trattato	-	-	-	-
Polyversum	<i>Pythium oligandrum</i> (17,5)	WP	0,1	4
Polyversum	<i>Pythium oligandrum</i> (17,5)	WP	0,2	4
Polyversum	<i>Pythium oligandrum</i> (17,5)	WP	0,3	4
Amylo-X LC	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ceppo D747 (50 g/L)	L	4,0	4
Enovit metil FL	Tiofanate metil (500 g/L)	SC	1,7	3 (1)

(1) Nella prova di Ispica su pomodoro sono stati eseguiti 4 interventi. WP = polvere bagnabile; L = liquido; SC = sospensione concentrata.

ti interessanti sul vigore delle piante e sulla resa (tabella 1). Non è stato osservato alcun sintomo relativo ad altre malattie di origine tellurica e non si



Prova su melone (Martinsicuro 2018)

sono verificati sintomi di fitotossicità ascrivibili ai prodotti in prova.

Martinsicuro (2019). Nessun sintomo di malattia è stato riscontrato durante il ciclo colturale. Tuttavia, sono stati osservati risultati interessanti su parametri relativi alla fisiologia della pianta e sulla resa (tabella 2). Anche in questa prova non si sono verificati sintomi di fitotossicità ascrivibili ai prodotti utilizzati.

Prove su pomodoro in coltura protetta

Campofilone (2018). Al 17 agosto (14 giorni dopo il trapianto), sono stati osservati i primi sintomi ascrivibili a *Pythium* spp. Tuttavia la malattia ha mantenuto livelli bassi di incidenza

nonostante il sito ne fosse storicamente interessato. In tabella 2 sono stati riassunti alcuni dati significativi delle valutazioni sul vigore delle piante, delle radici e l'incidenza di malattia a fine prova. Non si sono verificati sintomi di fitotossicità ascrivibili ai prodotti in prova (tabella 3).

Ispica (2019). Sintomi ascrivibili a *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* (FORL) sono stati riscontrati già 12 giorni dopo il trapianto. La malattia ha raggiunto elevati livelli di incidenza sia come piante collassate che come piante che presentavano imbrunimenti vascolari (rilievo a fine ciclo colturale, tabella 4). Non si sono verificati sintomi di fitotossicità ascrivibili ai prodotti in prova. Anche in questo caso si sono osservati interessanti ef-

TABELLA 1 - Risultati di efficacia e qualitativi nella prova su melone in pieno campo a Martinsicuro nel 2018

Tesi	Date trattamenti	Vigore pianta (%)		Resa (kg/parcella)	Piante infette da <i>Pythium</i> spp. (%)
		30 ago.	14 set.	26 set.	26 set.
Testimone	–	100 b	100 b	3,7 b	1,5 a
<i>P. oligandrum</i> (0,1 L)	10-8; 17-8; 24-8; 31-8	103,5 ab	106,5 ab	5,9 ab	0,5 b
<i>P. oligandrum</i> (0,2 L)	10-8; 17-8; 24-8; 31-8	102,0 ab	104,8 ab	5,6 ab	0,2 b
<i>P. oligandrum</i> (0,3 L)	10-8; 17-8; 24-8; 31-8	105,6 a	109,5 a	9,1 a	0 b
<i>B. amyloliquefaciens</i>	10-8; 17-8; 24-8; 31-8	102,7 ab	105,7 ab	5,9 ab	0 b
Tiofanate metil	10-8; 20-8; 30-8	103,5 ab	109,5 a	5,4 ab	0 b

(†) Vigore delle piante espresso su scala percentuale con testimone non trattato uguale a 100. I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro al test Student-Newman-Keuls con $p \leq 0,05$.

TABELLA 2 - Risultati qualitativi nella prova su melone in pieno campo a Martinsicuro nel 2019

Tesi	Date trattamenti	Green index (0-1)		Frutti commerciabili (n./5 piante)	Vigore radici (%)
		15 lug.	8 ago.	12 set.	12 set.
Testimone	–	0,5 b	0,7 b	9 b	100 b
<i>P. oligandrum</i> (0,1 L)	1-7; 8-7; 15-7; 22-7	0,5 b	0,7 ab	19 a	100 b
<i>P. oligandrum</i> (0,2 L)	1-7; 8-7; 15-7; 22-7	0,6 ab	0,7 ab	20 a	102 b
<i>P. oligandrum</i> (0,3 L)	1-7; 8-7; 15-7; 22-7	0,7 a	0,8 a	21 a	104 a
<i>B. amyloliquefaciens</i>	1-7; 8-7; 15-7; 22-7	0,7 a	0,7 ab	18 a	104 a
Tiofanate metil	1-7; 11-7; 21-7	0,6 b	0,7 ab	17 a	100 b

(†) Vigore dell'apparato radicale espresso su scala percentuale con testimone non trattato uguale a 100. I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro al test Student-Newman-Keuls con $p \leq 0,05$.

TABELLA 3 - Risultati di efficacia e qualitativi nella prova su pomodoro in serra a Campofilone nel 2018

Tesi	Date trattamenti	Vigore pianta (%)			Vigore radici (%)	Piante infette da <i>Pythium</i> spp (%)
		17 ago.	30 ago.	24 set.	3 ott.	24 set.
Testimone	–	100 c	100 d	100 c	100 c	2,0 a
<i>P. oligandrum</i> (0,1 L)	10-8; 17-8; 24-8; 31-8	100 c	100 d	101,25 c	100,25 c	0,75 b
<i>P. oligandrum</i> (0,2 L)	10-8; 17-8; 24-8; 31-8	102 b	107 a	110 a	106 a	0,25 b
<i>P. oligandrum</i> (0,3 L)	10-8; 17-8; 24-8; 31-8	105 a	105 b	111,25 a	106,25 a	0 b
<i>B. amyloliquefaciens</i>	10-8; 17-8; 24-8; 31-8	105 a	103 c	111,25 a	106,25 a	0 b
Tiofanate metil	10-8; 20-8; 30-8	105 a	103 c	105,75 b	105 b	0 b

(†) Vigore delle piante e dell'apparato radicale espresso su scala percentuale con testimone non trattato uguale a 100. I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro al test Student-Newman-Keuls con $p \leq 0,05$.

fetti sul vigore delle piante (tabella 4).

Campofilone (2019). All'interno del campo sperimentale, 16 giorni dopo il trapianto (16 agosto) sono stati osservati sintomi ascrivibili a *Pythium* spp.

La malattia ha raggiunto livelli significativamente più alti nel testimone non trattato rispetto a tutte le tesi trattate. Sono stati osservati, anche in questo caso, interessanti effetti sulla fisiologia della pianta (tabella 5) e non si sono



Prova su pomodoro (Ispica 2019)



Prova melone: piante trattate

verificati sintomi di fitotossicità riconducibili ai prodotti utilizzati.

Effetto positivo su produzione e qualità

I campi prova erano stati volutamente scelti con caratteristiche di elevata «stanchezza del terreno», nell'intento di mettere i formulati da saggiare nelle migliori condizioni per potere esprimere il loro valore. La moria delle piante sul testimone non trattato, ascrivibile agli attacchi dei funghi presenti nel terreno, è stata molto variabile ma nelle prove dove è stata apprezzabile *P. oligandrum* ha dimostrato un effetto dose crescente, rilevando una spiccata attività fungicida, al pari o maggiore degli standard biologico e chimico presi a confronto.

In ogni caso in tutte le 5 esperienze, è emerso l'effetto positivo di *P. oligandrum* su tutta una serie di parametri produttivi e qualitativi, quali vigore

TABELLA 4 - Risultati di efficacia nei confronti di *F. oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* e qualitativi nella prova su pomodoro in serra a Ispica nel 2019

Tesi	Date trattamenti	Piante collassate (%)		Piante con imbrunimento vascolare (%)	Lunghezza imbrunimento vascolare (cm)	Vigore pianta (°)	
		24 lug.	14 ott.			4 set.	26 set.
Testimone	-	28,8 a	82,5 a	80,7 a	8,0 a	7,4 b	6,7 b
<i>P. oligandrum</i> (0,1 L)	5-7; 11-7; 19-7; 24-7	18,8 ab	61,3 ab	62,4 ab	5,8 ab	8,4 a	8,2 a
<i>P. oligandrum</i> (0,2 L)	5-7; 11-7; 19-7; 24-7	10,0 ab	60,0 ab	63,0 ab	6,6 ab	9,1 a	9,0 a
<i>P. oligandrum</i> (0,3 L)	5-7; 11-7; 19-7; 24-7	2,5 b	46,3 b	55,0 b	4,1 b	9,1 a	9,0 a
<i>B. amyloliquefaciens</i>	5-7; 11-7; 19-7; 24-7	12,5 ab	45,0 b	51,2 b	3,9 b	9,1 a	9,0 a
Tiofanate metil	5-7; 11-7; 19-7; 24-7	23,8 ab	55,0 b	46,0 b	3,1 b	8,5 a	8,2 a

(°) Vigore delle piante espresso su scala percentuale con testimone non trattato uguale a 100. I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro al test Student-Newman-Keuls con $p \leq 0,05$.

TABELLA 5 - Risultati di efficacia e qualitativi nella prova su pomodoro in serra a Campofilone nel 2019

Tesi	Date trattamenti	Vigore pianta (°)	Vigore radici (°)	Produzione totale (kg/ parcella)	Piante infette da <i>Pythium</i> spp. (%)
		20 sett.	11 ott.	4 ott.	11 ott.
Testimone	-	100 c	100 c	4,71 c	27,5 a
<i>P. oligandrum</i> (0,1 L)	2-8; 9-8; 16-8; 23-8	100 c	101,5 b	10,0 ab	3,75 c
<i>P. oligandrum</i> (0,2 L)	2-8; 9-8; 16-8; 23-8	102 ab	102 b	11,7 a	0 c
<i>P. oligandrum</i> (0,3 L)	2-8; 9-8; 16-8; 23-8	103 a	104 a	13,3 a	0 c
<i>B. amyloliquefaciens</i>	2-8; 9-8; 16-8; 23-8	101,2 bc	101,5 b	13,0 a	5,0 c
Tiofanate metil	2-8; 12-8; 22-8	100 c	100 c	8,0 b	13,7 b

(°) Vigore delle piante e dell'apparato radicale espresso su scala percentuale con testimone non trattato uguale a 100.

I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro al test Student-Newman-Keuls con $p \leq 0,05$.

delle piante, dimensioni dell'apparato radicale, green index, numero, pezzatura e uniformità di maturazione dei frutti, la resa produttiva, i gradi Brix.

Questa duplice attività è stata confermata anche in altri studi sull'antagonismo di *P. oligandrum* che hanno rivelato l'esistenza di un processo complesso che dipende dalle specie bersaglio coinvolte: un **effetto diretto attraverso il controllo degli agenti patogeni (micoparassitismo) accompagnato da effetti indiretti, mediati dal fungo stesso, quali induzione di resistenza e promozione della crescita.**

sistenza e promozione della crescita.

Alla luce di queste nuove esperienze il prodotto si conferma essere uno strumento flessibile ed efficace da utilizzare in **specifiche strategie di prevenzione delle malattie, sia attraverso applicazioni fogliari che in drip irrigazione e può essere una valida alternativa e/o un partner di soluzioni chimiche e non chimiche per la protezione delle colture, anche nei confronti dei funghi che vivono nel terreno.**

La possibilità di impiegare contro le micosi telluriche delle colture orticole



Attacco di *Fusarium* su testimone non trattato

anche in fertirrigazione *P. oligandrum*, rappresenta sicuramente una interessante opportunità poiché, indirizzando la distribuzione del prodotto nell'area effettivamente perlustrata dalle radici, si migliorano anche l'efficienza e gli effetti positivi del trattamento.

L'assenza di un residuo definito, associato al minore impatto rispetto alle soluzioni chimiche sulla biodiversità della microflora e alla possibilità di applicazione senza intervallo di sicurezza, lo rendono uno strumento fondamentale per moderni e sostenibili programmi di difesa sia biologica sia integrata.

Rosario Zago

Sata - Quargnento (Alessandria)

Paolo Zazzetta, Daniele D'andrea

Res Agraria - Tortoreto Lido (Teramo)

Stefano Alessandri

Gowan Italia - Faenza (Ravenna)

Lavoro in corso di pubblicazione sugli atti delle Giornate fitopatologiche 2020.

V Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: www.informatoreagrario.it/bdo

Pythium oligandrum efficace sui patogeni tellurici in orticoltura

LAVORI CITATI

Alegi S., Chromy Z., Pythium oligandrum, nuovo biofungicida per il controllo di botrite e sclerotinia su vite, fragola e orticole. Atti Giornate Fitopatologiche, 2018,2.

Benhamou N, le Floch G, Vallance J, Gerbore J, Grizard D, Rey P., 2012. Pythium oligandrum: an example of opportunistic success. Microbiol 158, 2679–2694.

Le Floch G, Rey P, Déniel F, Benhamou N, Picard K, Tirilly Y., 2003a. Enhancement of development and induction of

resistance in tomato plants by the antagonist, Pythium oligandrum. Agron 23(5–6), 455–460.

Le Floch G, Rey P, Benizri E, Benhamou N, Tirilly Y., 2003b. Impact of auxin-compounds produced by the antagonistic fungus Pythium oligandrum or the minor pathogen Pythium group F on plant growth. Plant Soil 257(2), 459–470.

Martin FN, Hancock JG, 1986. Association of chemical and biological factors in soils suppressive to Pythium ultimum. Phytopathol 76 (11), 1221–1231.

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.