

**EFFICACIA DI DUE NUOVE MISCELE A BASE DI OXATHIPIPROLIN  
(+MANDIPROPAMID, +AZOXYSTROBIN) PER IL CONTROLLO DI  
*PHYTOPHTHORA INFESTANS* SU POMODORO DA INDUSTRIA**

P. BORSA<sup>1</sup>, M. CAGNANO<sup>2</sup>, G. CAPUTO<sup>2</sup>, E. PASQUALINI<sup>3</sup>, F. CAVINA<sup>4</sup>, M. COATTI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Syngenta Italia – Via Gallarate, 139, 20151 Milano

<sup>2</sup>Agri 2000 Net – Via Marabini 14/a, 40013 Castel Maggiore (BO)

<sup>3</sup>Anadiag Italia – Strada Savonesa 9, Tortona

<sup>4</sup>Centro di Saggio Terremerse Soc. Coop. – Via Cà del Vento, 21, 48012 Bagnacavallo  
paolo.borsa@syngenta.com

**RIASSUNTO**

La peronospora (*Phytophthora infestans*) è una malattia molto pericolosa per il pomodoro e in annate favorevoli al patogeno, può compromettere anche totalmente la produzione. Tra le sostanze autorizzate per il suo contenimento, una delle più recenti è l'oxathiapiprolin, con un nuovo meccanismo d'azione e primo rappresentante di una nuova classe di fungicidi. In tre prove condotte negli anni 2018 e 2019 in diversi areali di coltivazione del pomodoro da industria, si è indagato sull'efficacia di un formulato di recente autorizzazione: Orondis Veg<sup>®</sup> (oxathiapiprolin 100 g/L), utilizzato in associazione estemporanea con mandipropamid (Orondis Ultra<sup>®</sup> Pack) o azoxystrobin (Orondis Evo<sup>®</sup> Pack). Le miscele sono state inserite in strategie mirate a massimizzare l'efficacia, programmate considerando le caratteristiche delle s.a., lo sviluppo fenologico della pianta e l'alternanza con altri prodotti a differente meccanismo d'azione. I risultati hanno messo in evidenza come le due miscele si integrino in un programma di difesa, proponendosi come un valido strumento per il controllo della peronospora del pomodoro.

**Parole chiave:** peronospora del pomodoro, orticole, Orondis Veg

**SUMMARY**

EFFICACY EVALUATION OF TWO NOVEL MIXTURES OF OXATHIPIPROLIN  
(+MANDIPROPAMID, +AZOXYSTROBIN) AGAINST LATE BLIGHT *PHYTOPHTHORA*  
*INFESTANS* ON INDUSTRIAL TOMATO

Late blight (*Phytophthora infestans*) is one of the most remarkable and dangerous diseases of tomato and can often lead to a complete loss of field production. Several active ingredients are already registered in Italy to control the disease and one of the latest introduced molecule is oxathiapiprolin, characterized by a unique mode of action and belonging to a new class of fungicides (piperidinyl thiazole isoxazoline). The efficacy of a recently authorized formulation of oxathiapiprolin (Orondis Veg<sup>®</sup> 100 a. i. g/L) in tank mixture with mandipropamid (Orondis Ultra<sup>®</sup> Pack) or azoxystrobin (Orondis Evo<sup>®</sup> Pack) was evaluated over two years (2018, 2019) in three Italian areas. The two mixtures applied within a strategy based on different products showed excellent control of the disease both on leaves and fruits. They can therefore be considered as an important tool in the control of industrial tomato late blight.

**Keywords:** vegetables, downy mildew, Orondis Veg

**INTRODUZIONE**

Oxathiapiprolin è una molecola di recente introduzione, a nuovo meccanismo d'azione e primo rappresentante di una nuova classe di fungicidi (piperidinil tiazolo isoxazoline, Classe FRAC 49). Oxathiapiprolin agisce attraverso l'inibizione della proteina legante l'ossisterolo, OSBP, che ha un ruolo attivo nel metabolismo dei lipidi. L'azione inibente ostacola la normale struttura del plasmalemma, altera le attività fisiologiche, oltre che la formazione di

lipidi più complessi essenziali per la sopravvivenza cellulare (Troisi et al., 2018). La sua attività è specifica per il controllo degli oomiceti quali ad esempio: peronospora, fitoftora, pseudoperonospora, Bremia. Presenta una notevole attività preventiva con devitalizzazione di zoospore e sporangi, curativa con blocco dello sviluppo miceliare entro la pianta durante l'infezione ed eradicante/antisporulante inibendo la produzione di spore e la loro vitalità (Pasteris, 2016).

La peronospora causata da *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, è la principale malattia del pomodoro oltre che della patata. Col tempo essa è diventata molto più distruttiva e, sebbene nuove varietà commerciali di pomodoro resistenti siano ora disponibili, il controllo si basa principalmente sulle applicazioni di agrofarmaci ad attività antiperonosporica specifica.

In accordo con le linee guida FRAC ([www.frac.info](http://www.frac.info)) la peronospora del pomodoro è classificata da medio ad alto rischio di insorgenza di resistenze a seconda della classe chimica cui appartiene la s.a. e in Italia, secondo il disciplinare di produzione nazionale 2019, per pomodoro sono disponibili tredici classi chimiche con diverse modalità di azione per il controllo di questa fitopatia; il rischio di resistenza per oxathiapiprolin è considerato da medio ad alto (azione su sito bersaglio singolo). Di conseguenza per il suo utilizzo in campo è necessario adottare opportune strategie anti-resistenza: evitare l'utilizzo del prodotto solo, utilizzare la dose riportata in etichetta, non applicarlo in forma curativa e/o eradicante e usarlo in miscela/alternanza con altri fungicidi aventi differente meccanismo d'azione (FAO, 2012).

In tale ambito l'obiettivo del presente lavoro è stato di indagare la capacità di contenere lo sviluppo in campo della peronospora del pomodoro, da parte di un formulato a base di oxathiapiprolin recentemente autorizzato: Orondis Veg<sup>®</sup> (oxathiapiprolin 100 g/L), miscelato in forma estemporanea con mandipropamid (250 g/L) o azoxystrobin (250 g/L). Lo studio è stato condotto inserendo le miscele all'interno di strategie di difesa mirate a massimizzare l'efficacia, programmate considerando sia le proprietà biologiche e chimiche delle s.a., sia lo stadio fenologico della pianta.

Di seguito si riportano i risultati più significativi della sperimentazione realizzata nel biennio 2018-2019 in alcuni dei principali areali di produzione italiani del pomodoro da industria.

## MATERIALI E METODI

Nel corso del biennio 2018-19 sono state condotte da parte di alcuni Centri di saggio prove sperimentali nei comprensori economici più importanti per la produzione di pomodoro da industria: piacentino, ferrarese, foggiano. I dati generali delle prove e i formulati utilizzati sono riportati nelle tabelle 1 e 2.

Tabella 1. Dati generali delle prove

Varietà di pomodoro da industria	Centro di Saggio	Località	Anno	Trapianto
H3402 (tondo)	Anadiag	Piacenza	2018	10/6
Simplex (tondo)	Terremere	Lagosanto (FE)	2019	10/4
Templar (allungato)	Agri 2000	Cerignola (FG)	2019	29/8

Tabella 2. Formulati utilizzati nelle prove

Formulato	Sostanza attiva (formulazione)	Concentrazione s.a.
Ridomil Gold R WG	Metalaxil-M + rame ossicloruro (WG)	2 % + 14,2 %
Orondis Ultra Pack (Orondis Veg + Pergado SC)	Oxathiapiprolin / Mandipropamid (OD / SC)	100 g/L / 250 g/L
Orondis Evo Pack (Orondis Veg + Ortiva)	Oxathiapiprolin / Azoxystrobin (OD / SC)	100 g/L / 250 g/L
Revus Top	Difenoconazole + mandipropamid (SC)	250 g/L + 250 g/L
Coprantol Hi Bio	Rame idrossido (WG)	20 %
Enervin Duo	Ametocradin + dimethomorph (SC)	300 g/L + 225 g/L
Enervin Top	Ametocradin + metiram (WG)	12 % + 44 %
Forum R 3B	Dimethomorph + rame tribasico (WP)	6 % + 24 %
Cabrio Top	Metiram + pyraclostrobin (WG)	55 % + 5 %
Cabrio Duo	Dimethomorph + pyraclostrobin (EC)	72 g/L + 40 g/L
Ranman Top	Cyazofamid (SC)	160 g/L
Signum	Pyraclostrobin + boscalid (WG)	6,7 % + 26,7 %

È stato adottato uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con quattro repliche. Ogni blocco prevedeva almeno due file di pomodoro, per una superficie complessiva di 15-20 m<sup>2</sup>.

Le applicazioni sono state eseguite con motopompa spalleggiata dotata di barra con ugelli, a seconda delle diverse prove, di tipo Teejet XR80015VS e Cone-hollow HC-04, con un volume di applicazione tra i 400 e 1000 L/ha in base allo sviluppo vegetativo della coltura. I trattamenti sono stati iniziati in modo preventivo circa tre settimane dopo il trapianto con una cadenza di 7-10 giorni. Le applicazioni sono state adattate alle standard pratiche locali a partire da BBCH 61 (prima infiorescenza: primo fiore aperto) fino a BBCH 84 (40% dei frutti maturi). L'efficacia delle due miscele a base di oxathiapiprolin + mandipropamid e oxathiapiprolin + azoxystrobin è stata valutata nell'ambito di una strategia, confrontata con una strategia standard.

Di seguito si riportano le tesi a confronto con le date dei trattamenti (tabelle 3, 4, 5).

Tabella 3. Prova di Piacenza 2018: prodotti utilizzati, dosi e trattamenti

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	N. e data trattamenti
1	Testimone non trattato	-	-
2	Ridomil Gold R WG	5	3: 4/7, 12/7, 1/8
	Orondis Ultra Pack (Orondis Veg + Pergado SC)	0,12 + 0,6	2: 22/7, 9/8
	Revus Top	0,6	1: 16/8
	Orondis Evo Pack (Orondis Veg + Ortiva)	0,12 + 0,8	1: 23/8
	Pergado SC + Coprantol Hi Bio	0,6 + 3	1: 30/8
	Coprantol Hi Bio	3	2 : 6/9, 13/9
3	Ridomil Gold R WG	5	3:4/7, 12/7, 1/8
	Forum R 3B	3,5	2 22/7, 9/8
	Cabrio Top	2	1: 22/7
	Cabrio Duo	2,5	1: 16/8
	Ranman Top	0,5	1: 23/8
	Enervin Duo	0,8	1: 30/8
	Coprantol Hi Bio	3	2 : 6/9, 13/9

Tabella 4. Prova di Lagosanto, 2019: prodotti utilizzati, dosi e trattamenti

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	N. e data trattamenti
1	Testimone non trattato	-	
2	Ridomil Gold R WG	5	3: 7/5, 16/5, 24/5
	Orondis Ultra Pack (Orondis Veg + Pergado SC)	0,12 + 0,6	2: 4/6, 14/6
	Orondis Evo Pack (Orondis Veg + Ortiva)	0,12 + 0,8	1: 21/6
	Revus Top	0,6	1: 28/6
	Coprantol Hi Bio	3	2: 5/7, 12/7
3	Enervin Duo	0,8	2: 7/5, 16/5
	Forum R 3B	3,5	1: 24/5
	Ranman Top	0,5	1: 4/6
	Cabrio Duo	2,5	1: 14/6
	Cabrio Top	2	1: 21/6, 28/6
	Coprantol Hi Bio	3	2: 5/7, 12/7

Tabella 5. Prova di Cerignola, 2019: prodotti utilizzati, dosi e trattamenti

Tesi	Formulato	Dose kg-L/ha	N. e data trattamenti
1	Testimone non trattato	-	-
2	Ridomil Gold R WG	5	3: 12/9, 19/9, 26/9
	Orondis Ultra Pack (Orondis Veg + Pergado SC)	0,12 + 0,6	1: 3/10
	Orondis Evo Pack (Orondis Veg + Ortiva)	0,12 + 0,8	2: 10/10, 17/10
	Revus Top	0,6	1: 24/10
3	Forum R 3B	3,5	3: 12/9, 19/9, 26/9
	Enervin Top	2	2: 3/10, 10/10
	Cabrio Duo	2,5	1: 17/10
	Signum	1,5	1: 24/10

Dalla comparsa dei sintomi sono stati eseguiti rilievi su 100 foglie e 50 frutti per parcella selezionandoli a caso solo nella parte centrale della stessa. I risultati, espressi come incidenza e severità della malattia su foglia e solo come incidenza su frutto, sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova con test di Duncan o SNK (Student Newman Keuls) ( $p \leq 0,05$ ) per la separazione delle medie. Il grado di azione percentuale dei trattamenti è stato calcolato secondo la formula di Abbott sui dati medi.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Prova di Piacenza, 2018

L'annata 2018 è stata caratterizzata da un inverno ed un inizio primavera molto secchi, con qualche precipitazione più abbondante durante il mese di maggio. Il periodo estivo è stato caldo con sporadici temporali. Nella prova i primi sintomi di infezione di peronospora su foglia sono stati riscontrati il 9 agosto, in corrispondenza della quinta applicazione, con un'incidenza del 14,8 % e una severità del 2,7% su testimone non trattato. La peronospora è aumentata durante il mese di settembre, anche grazie al clima più favorevole per il suo sviluppo. Al termine della prova il livello di infezione riscontrato era alto con una severità ed incidenza rispettivamente di 72,1% e 77% (tabella 6).

Tabella 6. Prova di Piacenza 2018: risultati dei rilievi su foglia

Tesi	9/8		30/8		13/9		20/9	
	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %
1	14,8 a*	2,7 a	13,8 a	7,1 a	67,3 a	51,3 a	77 a	72,1 a
2	11,3 a	1,7 b	5,3 b	1,7 b	8,8 b	3,4 b	11 b (86,5) **	3,8 b (95,1)
3	10 a	1,2 b	2 c	0,6 c	12,3 b	3,8 b	14,5 b (80,9)	5,4 b (92,2)

\*I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro per  $p \leq 0,05$  (Test SNK). \*\* Grado d'azione calcolato secondo la formula di Abbott

Considerato l'alto livello di infezione riscontrato al termine della prova, entrambe le tesi trattate hanno mostrato un elevato controllo della malattia con differenze significative rispetto al testimone non trattato. Il programma di protezione della tesi 2, in cui è stata saggiata la strategia con oxathiapiprolin miscelato con mandipropamide e azoxystrobin, ha ottenuto risultati migliori rispetto alla strategia standard, seppure non con differenza statistica.

### Prova di Lagosanto, 2019

Le condizioni climatiche sono state caratterizzate da un mese di maggio con temperature più basse rispetto alla media stagionale e un'alta piovosità, tale da permettere un ottimo sviluppo della peronospora, con i primi sintomi su foglia osservati il 14 giugno, e un'incidenza della malattia su testimone non trattato del 43,9% al primo rilievo (tabella 7).

Nella seconda valutazione (5 luglio), grazie alle piogge e all'elevata umidità relativa di giugno, la malattia è aumentata, sul testimone non trattato all'85% di incidenza e al 25,6% di severità sulle foglie; mentre sui frutti è stato riscontrato il 33% di incidenza. Nell'ultimo rilievo (19 luglio), la malattia, nel testimone non trattato, aveva raggiunto il 96% di incidenza sulle foglie con una severità del 35,7% e il 34% di frutti sintomatici.

Tabella 7. Prova di Lagosanto 2019: risultati dei rilievi su foglie e frutti

Tesi	14/6		5/7			19/7		
	Incidenza foglie %	Severità foglie %	Incidenza foglie %	Severità foglie %	Incidenza frutti %	Incidenza foglie %	Severità foglie %	Incidenza frutti %
1	43,9 a*	2,7 a	85 a	25,6 a	33 a	96 a	35,7 a	34 a
2	0 b (100) **	0 b (100)	0 b (100)	0 b (100)	0 b (100)	3,5 c (96,4)	0,2 c (99,6)	0 b (100)
3	0,5 b (98,9)	0 b (99,4)	13 b (84,7)	0,7 b (97,5)	0 b (100)	13 b (86,5)	0,8 b (97,8)	0 b (100)

\* I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro per  $p \leq 0,05$  (test Duncan). \*\* Grado d'azione calcolato secondo la formula di Abbott

Le due strategie hanno contenuto la diffusione della malattia con valori di efficacia molto elevati e già nel primo rilievo sono state osservate differenze statistiche rispetto al testimone non trattato, ma non tra le tesi trattate.

In termini di livello di malattia, la tesi 2 (trattata con oxathiapiprolin) ha fatto registrare i migliori risultati, con un grado di azione nell'ultimo rilievo pari a 96,4% su foglie e 99,6% su frutti, statisticamente differente rispetto ai valori osservati nello standard di confronto (tesi 3). Per quanto riguarda il controllo della malattia sui frutti, nelle tesi trattate non si è riscontrata peronospora (efficacia pari al 100%).

### Prova di Cerignola, 2019

Le condizioni climatiche sono state favorevoli per lo sviluppo della malattia in termini di temperatura e umidità. Il mese di ottobre è stato caratterizzato da nebbie mattutine con

temperature medie di 20-23 °C, che hanno consentito lo sviluppo ottimale della peronospora, con i primi sintomi su foglia osservati il 17 ottobre, incidenza sul testimone non trattato del 54,5% e 10,4% di severità (tabella 8). La seconda valutazione (24 ottobre), in concomitanza con l'ultima applicazione, ha evidenziato un buon controllo nelle tesi trattate, mentre nel testimone non trattato la malattia è aumentata considerevolmente con valori su foglie pari al 68% di incidenza e 17,5% di severità. Il 7 novembre è stato effettuato l'ultimo rilievo della malattia che, nel testimone non trattato, aveva raggiunto l'87,5% di incidenza sulle foglie con una severità del 33,7%. Tutti i trattamenti hanno garantito un buon controllo della malattia, differenziandosi con significativamente già dal primo rilievo rispetto al testimone. La tesi in cui è stata saggiata la strategia con oxathiapiprolin miscelato con mandipropamid e azoxystrobin (tesi 2), si è dimostrata molto efficace, risultando la migliore pur non differenziandosi statisticamente dalla tesi standard.

Tabella 8. Prova di Cerignola 2019: risultati dei rilievi su foglie

Tesi	17/10		24/10		31/10		7/11	
	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %	Incidenza %	Severità %
1	54,5 a	10,4 a	68 a	17,5 a	68 a	21,6 a	87,5 a	33,7 a
2	2,5 b (94,4) **	0,2 b (97,3)	5 b (91,6)	0,3 b (97,3)	5 b (91,6)	0,5 b (96,4)	15,5 c (81,1)	1 b (95,3)
3	8,5 b (82)	0,5 b (92,4)	11,5 b (81,6)	0,8 b (93,3)	11,5 b (81,6)	1,1 b (92,2)	19 c (77,1)	1,7 b (92)

\*I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro per  $p \leq 0,05$  (Test SNK). \*\* Grado d'azione calcolato secondo la formula di Abbott

### CONCLUSIONI

In questo studio biennale condotto nelle tre zone italiane più importanti per la produzione del pomodoro da industria, si è messo in evidenza come le nuove miscele a base di oxathiapiprolin, associato a mandipropamid o azoxystrobin, abbiano garantito livelli di efficacia rilevanti, anche a fronte di attacchi consistenti su testimone non trattato.

La sperimentazione ha mostrato come le miscele si integrino in un programma di difesa che tenga conto sia delle loro caratteristiche chimico-fisiche, sia dello stadio fenologico della pianta. L'utilizzo della miscela oxathiapiprolin + mandipropamid (Orondis Ultra Pack) dopo il blocco di trattamenti iniziali con prodotti sistemici, garantisce un controllo mirato della pianta e dei frutti in formazione, mentre la combinazione oxathiapiprolin + azoxystrobin (Orondis Evo Pack) utilizzata più avanti nella stagione estiva, permette un controllo combinato di peronospora e alternaria, patogeno quest'ultimo per cui è specificatamente registrato l'azoxystrobin. In aggiunta, le due combinazioni, appartenendo a classi chimiche differenti e avendo diversi meccanismi d'azione, risultano importanti anche per ostacolare l'insorgenza in campo di eventuali fenomeni di resistenza.

### LAVORI CITATI

FAO, 2012. *Guidelines on Prevention and Management of Pesticide Resistance*

Pasteris R., Hanagan M., Bisaha J., Finkelstein B., Hoffman L., Gregory V., Andreassi J., Sweigard J., Klyashchitsky B., Henry Y., Berger R., 2016. Discovery of oxathiapiprolin, a new oomycete fungicide that targets an oxysterol binding protein. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 24, 354-361.

Troisi M., Bonacini F., Dottorini P., Lodi G., Vergara L., 2018. Oxathiapiprolin: nuovo fungicida contro la peronospora della vite. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 3-10.