

NEMATHORIN L: NUOVA FORMULAZIONE LIQUIDA DI FOSTHIAZATE

P. CESTARI, N. PRENCIPE, M. VERDERAME, S. GRECO
Syngenta Crop Protection - Via Gallarate, 139, 20151 Milano
paolo.cestari@syngenta.com

RIASSUNTO

I nematodi fitoparassiti sono un problema chiave, soprattutto nel sud-Italia in terreni sabbiosi e in ambiente protetto, nella difesa delle colture orticole specializzate. La situazione è aggravata dai recenti divieti di impiego e dalle incertezze sul destino di molti nematocidi ad azione fumigante e non. In questo lavoro si riportano i risultati della sperimentazione svolta con un nuovo formulato concentrato emulsionabile a base di fosthiazate, idoneo ad essere distribuito tramite irrigazione per manichetta. Nelle prove, svolte nel biennio 2005 e 2006, fosthiazate, alla dose di 10 L/ha di formulato applicato in pre-trapianto della coltura, ha fornito un controllo dei nematodi galligeni *Meloidogyne* spp tendenzialmente superiore e comunque mai inferiore a quello dello standard oxamyl applicato con trattamenti frazionati in post-emergenza della coltura secondo le modalità riportate in etichetta. È stato inoltre verificato che le applicazioni di fosthiazate in pre-trapianto risultano più efficaci di quelle in post-trapianto e che la dose di 10 L/ha è la più idonea per il controllo del patogeno. Sulle colture in prova (pomodoro, melanzana e melone) non sono stati osservati problemi di fitotossicità ascrivibili al prodotto.

Parole chiave: fosthiazate, oxamyl, nematodi, *Meloidogyne*

SUMMARY

NEMATHORIN L: NEW LIQUID FORMULATION OF FOSTHIAZATE

Nematodes are a key problem in the specialized vegetables due to the ban or severe restriction of several nematocides and fumigants. In this work are presented trials with a new liquid formulation of fosthiazate designed to be applied by drip irrigation. In the trials, done during 2005 and 2006, fosthiazate applied pre-transplanting at a rate of 10 L/ha showed a good control of the nematode *Meloidogyne* spp, equal or better than standard oxamyl applied according with its label recommendation (Post-transplanting split application). It was also identified that pre-transplanting is the best time of application for fosthiazate and 10 L/ha is the best efficacy rate. In the crops tested, tomatoes, eggplant and melon, fosthiazate was always selective for the crop.

Keywords: fosthiazate, oxamyl, nematodes, *Meloidogyne*

INTRODUZIONE

Il divieto di impiego e le incertezze sul destino di diversi nematocidi ad azione fumigante e non stanno obbligando le aziende ad indirizzo orticolo, in particolare quelle che per decenni hanno impiegato il bromuro di metile, a mettere a punto alternative di difesa dai parassiti del terreno. La tendenza è quella di utilizzare strategie di controllo con presidi fitosanitari selettivi e a basso impatto ambientale integrate da altri mezzi (solarizzazione, biofumigazione, mezzi biologici, impiego di varietà dotate di resistenze diverse, ecc.). In particolare negli ultimi anni si è assistito a una forte crescita nell'utilizzo di piante innestate, resistenti ai nematodi e a

numerosi patogeni fungini. Questa soluzione non è però sempre affidabile, infatti i risultati attesi possono essere anche deludenti come dimostrato dagli innesti di melanzana su pomodoro che hanno evidenziato una forte disaffinità con morte di piante e scarsa resa delle colture (Donzella *et al.*, 2004).

Tra i nematocidi disponibili sul mercato si segnala Nemathorin, p.a. fosthiazate al 10%, commercializzato in formulazione granulare per l'uso in pieno campo su pomodoro e patata (Nieto *et al.*, 1988). Appartiene alla famiglia chimica dei fosfororganici e si caratterizza per elevata attività nematocida e buona persistenza d'azione. È attivo sia sui nematodi galligeni (*Meloidogyne incognita* (Kofoid *et White*) Chitw., *M. javanica* (Treub) Chitw. e *M. arenaria* (Neal) Chitw.) che su quelli cisticoli (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens e *G. pallida* (Stone) Behrens).

Lo sviluppo dell'irrigazione tramite manichetta, oramai generalizzato in tutta l'orticoltura specializzata, ha spostato la preferenza delle aziende agricole verso l'impiego di formulati liquidi che, tramite l'irrigazione, possono essere applicati in modo semplice, uniforme, rapido e più sicuro per l'operatore. Per questi motivi, attraverso l'insieme delle riportate prove sperimentali, si è voluto dare un contributo all'acquisizione di alcuni parametri relativi all'applicazione e della performance fitoiatrica della formulazione liquida del fosthiazate che è in fase di registrazione. Il prodotto, in formulazione concentrato emulsionabile, contiene 150 g/L di principio attivo. La dose proposta è di 10 L/ha per impiego in pre-trapianto su pomodoro, melanzana e melone.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione, a carattere biennale, è stata impostata in serre non riscaldate con copertura in polietilene, dove gli apparati radicali della coltura precedente, a fine ciclo, presentavano un'omogenea infestazione di nematodi galligeni del genere *Meloidogyne*.

Fosthiazate (in formulazione EC), nelle tre prove del 2005, di cui una su melone (*Cucumis melo* L.) e due su pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) è stato impiegato tramite manichetta prima del trapianto a due dosaggi diversi (5 e 10 L/ha) e in post-trapianto precoce al dosaggio di 10 L/ha; nel 2006 sono state effettuate altre tre prove, su pomodoro, melone e melanzana (*Solanum melongena* L.) con applicazione unica di fosthiazate in pre-trapianto (5 e 10 L/ha).

Lo standard di riferimento oxamyl (in formulazione SC), in entrambe le annate agrarie è stato anch'esso applicato via manichetta subito dopo il trapianto (4 applicazioni al dosaggio di 10 L/ha ciascuna distanziate di circa 10 giorni).

In tutte le prove è stata inoltre allestita una tesi testimone non trattata nella quale, come nelle altre tesi, nel corso dei necessari interventi fitoiatrici non è stato impiegato alcun agrofarmaco con meccanismo d'azione collaterale nematocida.

Lo schema sperimentale adottato, cinque tesi nel 2005 e 4 nel 2006, è stato quello dei blocchi randomizzati con 4 ripetizioni.

La distribuzione, sia del fosthiazate che dell'oxamyl, è stata fatta utilizzando un segmento d'ala gocciolante posto parallelamente all'impianto di irrigazione e lungo quanto il filare della parcella. Il tratto d'ala gocciolante, fornito di gocciolatori autocompensanti, presentava l'estremità posteriore occlusa da un tappo e quella anteriore collegata ad una pompa a spalla, del tipo "Echo" che, alla pressione di circa 1 atmosfera, regolava l'immissione nel terreno del quantitativo d'acqua, con o senza il nematocida programmato.

Nelle parcelle testimone, in concomitanza degli interventi con fosthiazate e oxamyl e utilizzando lo stesso sistema, è stata data acqua di pari volume a quelle trattate con i nematocidi.

I rilievi sono stati fatti sulle produzioni parcellari cumulative ottenute nelle varie tesi, sugli indici medi di infestazione (IMI) e sulle cariche nematologiche.

Gli IMI sono stati calcolati su 10 piante estirpate a caso, a fine prova, dalle singole parcelle adottando la classica scala di riferimento (Lamberti, 1971) comprendente valori da 0 a 5 dove, al valore 0 corrisponde assenza di galle e 5 alla massima infestazione presente nel campo. I punteggi parcellari attribuiti sono stati introdotti nella formula:

$$IMI = \frac{\text{Somatoria di punti del campione}}{\text{numero di piante del campione}}$$

Le cariche nematologiche medie parcellari (numero di forme libere) sono state rilevate su campioni di 10 ml di terreno ricavati dal rimescolamento del terreno raccolto dai numerosi carotaggi parcellari effettuati a fine prova. Le forme libere (larve di secondo stadio e maschi) sono state estratte con il metodo del filtro di cartalana (Oostenbrink, 1960).

Il quadro d'insieme dei principali dettagli delle prove sono stati riportati nelle tabelle 1 e 2.

In tutte le prove il programma di concimazioni, irrigazioni e di difesa è stato applicato sull'intera superficie sperimentale ed in ottemperanza alle norme tecniche di coltivazione. È stata, altresì, eseguita l'indagine statistica mediante l'analisi della varianza.

Tabella 1. Dati riassuntivi del programma di lavoro nell'anno 2005

Areale della prova	Giugliano (NA)	Giugliano (NA)	Marina di Ragusa (RG)
Coltura	melone cv Proteo	pomodoro cv PS 1296	pomodoro cv Letizia
Misura parcelle	circa 17 m ²	circa 17 m ²	circa 20 m ²
Data trapianto	10 settembre	8 settembre	20 maggio
Data fine prova	19 gennaio	2 dicembre	11 novembre
Dosaggi dei formulati di nematocidi ed epoche di applicazione	<p>Tesi 1 - fosthiazate 5 L/ha in pre-trapianto (8 settembre)</p> <p>Tesi 2 - fosthiazate 10 L/ha in pre-trapianto (8 settembre)</p> <p>Tesi 3 - fosthiazate 10 L/ha in post-trapianto (15 settembre)</p> <p>Tesi 4 - oxamyl 10 L/ha 4 applicazioni post-trapianto (15 settembre, 3, 17 e 27 ottobre)</p> <p>Tesi 5 - testimone non trattato</p>	<p>Tesi 1 - fosthiazate 5 L/ha in pre-trapianto (2 settembre)</p> <p>Tesi 2 - fosthiazate 10 L/ha in pre-trapianto (2 settembre)</p> <p>Tesi 3 - fosthiazate 10 L/ha in post-trapianto (13 settembre)</p> <p>Tesi 4 - oxamyl 10 L/ha 4 applicazioni post-trapianto (13 e 25 settembre, 5 e 15 ottobre)</p> <p>Tesi 5 - testimone non trattato</p>	<p>Tesi 1 - fosthiazate 5 L/ha in pre-trapianto (18 maggio)</p> <p>Tesi 2 - fosthiazate 10 L/ha in pre-trapianto (18 maggio)</p> <p>Tesi 3 - fosthiazate 10 L/ha in post-trapianto (25 maggio)</p> <p>Tesi 4 - oxamyl 10 L/ha 4 applicazioni post-trapianto (25 maggio, 6, 16 e 27 giugno)</p> <p>Tesi 5 - testimone non trattato</p>

Tabella 2. Dati riassuntivi del programma di lavoro nell'anno 2006

Areale della prova	Cepagatti (PE)	Eboli (SA)	Marina di Ragusa (RG)
Coltura	melone cv Baggio	pomodoro cv Incas	melanzana cv Tosca
Misura parcelle	circa 17 m ²	circa 19 m ²	circa 15 m ²
Data trapianto	23 maggio	22 giugno	30 maggio
Data fine prova	12 settembre	18 ottobre	28 settembre
Dosaggi dei formulati di nematocidi ed epoche di applicazione	Tesi 1 - fosthiazate 5 L/ha in pre-trapianto (22 maggio)	Tesi 1 - fosthiazate 5 L/ha in pre-trapianto (20 giugno)	Tesi 1 - fosthiazate 5 L/ha in pre-trapianto (29 maggio)
	Tesi 2 - fosthiazate 10 L/ha in pre-trapianto (22 maggio)	Tesi 2 - fosthiazate 10 L/ha in pre-trapianto (20 giugno)	Tesi 2 - fosthiazate 10 L/ha in pre-trapianto (29 maggio)
	Tesi 3 - oxamyl 10 L/ha 4 applicazioni post-trapianto (30 maggio, 5 e 19 giugno, 3 luglio)	Tesi 3 - oxamyl 10 L/ha 4 applicazioni post-trapianto (29 giugno, 13 e 25 luglio e 4 agosto)	Tesi 3 - oxamyl 10 L/ha 4 applicazioni post-trapianto (5, 16, 28 giugno e 7 luglio)
	Tesi 4 - testimone non trattato	Tesi 4 - testimone non trattato	Tesi 4 - testimone non trattato

RISULTATI

L'insieme dei dati rilevati i due anni di sperimentazione, è riportato nelle tabelle 3, 4 e 5 per l'anno 2005 e 6, 7 e 8 per l'anno 2006

Le prove del 2005 avevano lo scopo di valutare la dose e l'epoca di impiego più valida per l'impiego del formulato liquido di fosthiazate. I risultati hanno messo in evidenza che il dosaggio ottimale di impiego è di 10 L/ha e che le applicazioni pre-trapianto sono più efficaci.

La risposta tecnica del fosthiazate evincibile dai risultati dei tre parametri considerati (produzioni, indici medi di infestazione e cariche ematologiche) è stata, inoltre, globalmente uguale o migliore di quella fornita da oxamyl (4 applicazioni post-trapianto).

Prove 2005

Tabella 3. Effetto dei trattamenti sulle produzioni, IMI e cariche nematologiche (Prova pomodoro Giugliano)

Tesi	Produzioni kg/pianta	Δ% sul testimone	IMI	Cariche nematologiche (n forme libere)
Fosthiazate 5 L/ha pre-trapianto	10,0 b	14,94	2,2 b	1.860 b
Fosthiazate 10 L/ha pre-trapianto	12,2 c	40,23	1,4 c	940 c
Fosthiazate 10 L/ha post-trapianto	9,6 b	10,34	2,0 b	630 d
Oxamyl 10 L/ha post-trapianto (4 appl.)	12,4 c	42,53	1,9 b	870 c
Testimone	8,7 a	-	2,8 a	3.100 a

I valori affiancati sulle colonne dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per P= 0,05

Tabella 4. Effetto dei trattamenti sulle produzioni, IMI e cariche nematologiche (Prova pomodoro Ragusa)

Tesi	Produzioni kg/pianta	$\Delta\%$ sul testimone	IMI	Cariche nematologiche (n forme libere)
Fosthiazate 5 L/ha pre-trapianto	8,6 b	21,13	2,2 b	2.400 b
Fosthiazate 10 L/ha pre-trapianto	10,2 c	43,66	1,4 c	1.110 c
Fosthiazate 10 L/ha post-trapianto	8,7 b	22,53	2,0 b	1.090 c
Oxamyl 10 L/ha post-trapianto (4 appl.)	10,4 c	46,48	1,9 b	1.210 c
Testimone	7,1 a	-	3,0 a	3.100 a

I valori affiancati sulle colonne dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per $P=0,05$

Tabella 5. Effetto dei trattamenti sulle produzioni, IMI e cariche nematologiche (Prova melone Giugliano)

Tesi	Produzioni kg/pianta	$\Delta\%$ sul testimone	IMI	Cariche nematologiche (n forme libere)
Fosthiazate 5 L/ha pre-trapianto	3,2 ab	14,28	2,8 a	2.620 b
Fosthiazate 10 L/ha pre-trapianto	4,4 c	69,23	1,6 b	980 d
Fosthiazate 10 L/ha post-trapianto	3,6 ab	28,57	2,5 ab	990 d
Oxamyl 10 L/ha post-trapianto (4 appl.)	3,9 b	39,29	1,8 b	1.470 c
Testimone	2,8 a	-	3,0 a	3.100 a

I valori affiancati sulle colonne dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per $P=0,05$

Nel secondo anno di prove (2006) il fosthiazate, anche attraverso le risposte tecniche globalmente più performanti di quelle ottenute con lo standard oxamyl, ha confermato la sua validità fitoiatrica ai fini del controllo dei nematodi galligeni del genere *Meloidogyne* al dosaggio di 10 L/ha e con applicazioni pre-trapianto.

In nessun campo sperimentale, in entrambi gli anni, la sua applicazione è stata causa di problemi, pur se lievi, di fitotossicità sulle colture.

Prove 2006

Tabella 6. Effetto dei trattamenti sulle produzioni, IMI e cariche nematologiche (Prova melone Cepagatti)

Tesi	Produzioni kg/pianta	$\Delta\%$ sul testimone	IMI	Cariche nematologiche (n forme libere)
Fosthiazate 5 L/ha pre-trapianto	3,1 b	10,71	2,7 b	2.740 b
Fosthiazate 10 L/ha pre-trapianto	3,9 c	39,29	1,1 c	830 d
Fosthiazate 10 L/ha post-trapianto	3,3 b	17,86	2,4 b	1.240 c
Oxamyl 10 L/ha post-trapianto (4 appl.)	3.5 bc	25,00	1,2 c	1.120 c
Testimone	2,8 a	-	3,6 a	3.670 a

I valori affiancati sulle colonne dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per $P=0,05$

Tabella 7. Effetto dei trattamenti sulle produzioni, IMI e cariche nematologiche (Prova pomodoro Eboli)

Tesi	Produzioni kg/pianta	$\Delta\%$ sul testimone	IMI	Cariche nematologiche (n forme libere)
Fosthiazate 5 L/ha pre-trapianto	7,1 b	12,70	1,9 ab	580 b
Fosthiazate 10 L/ha pre-trapianto	8,0 c	26,99	1,6 b	430 c
Fosthiazate 10 L/ha post-trapianto	7,2 b	14,29	2,0 ab	660 b
Oxamyl 10 L/ha post-trapianto (4 appl.)	7.3 b	15,87	1,7 b	420 c
Testimone	6,3 a	-	2,4 a	1.970 a

I valori affiancati sulle colonne dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per $P=0,05$

Tabella 8. Effetto dei trattamenti sulle produzioni, IMI e cariche nematologiche (Prova melanzana Ragusa)

Tesi	Produzioni kg/pianta	$\Delta\%$ sul testimone	IMI	Cariche nematologiche (n forme libere)
Fosthiazate 5 L/ha pre-trapianto	7,6 b	20,63	1,9 ab	3.130 b
Fosthiazate 10 L/ha pre-trapianto	8,2 b	30,16	0,9 b	1.810 c
Fosthiazate 10 L/ha post-trapianto	7,8 b	12,38	1,8 ab	2.870 b
Oxamyl 10 L/ha post-trapianto (4 appl.)	7.9 b	25,40	1,0 b	1.780 c
Testimone	6,3 a	-	2,9 a	4.240 a

I valori affiancati sulle colonne dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per $P=0,05$

CONCLUSIONI

Le prove condotte nel biennio di sperimentazione hanno consentito di stabilire che la difesa dei nematodi, per gli ingenti danni da loro prodotti, è fondamentale ai fini della salvaguardia delle produzioni. Anche a livello mondiale è noto che i danni da essi arrecati (diretti ed indiretti) sono ingentissimi. Una recente ed attendibile stima, che concorda con altre di diversa provenienza indica, per le tre colture saggiate, danni del 20,6% per il pomodoro del 16,9% per la melanzana e del 13,8% per il melone (Sasser e Freckman, 1987). Nell'Italia meridionale la situazione è molto più grave se si pensa che il pomodoro, a seguito delle infestazioni di *M. incognita*, che è la specie più comune e diffusa, può subire perdite di produzione di circa il 50% ed oltre nei periodi in cui le temperature sono molto elevate; in casi di attacchi molto gravi, soprattutto se precoci, le perdite possono anche raggiungere valori dell'80% fino alla totale soppressione del reddito (Lamberti e Basile, 1993).

Fosthiazate in tutte le prove si è dimostrato molto efficace, particolarmente se impiegato in pre-trapianto alla dose di 10 L/ha, con risultati tendenzialmente superiori e comunque mai inferiore a quelli dello standard oxamyl applicato con trattamenti frazionati in post-emergenza della coltura secondo le modalità riportate in etichetta. Le applicazioni pre-trapianto, molto probabilmente, danno risposte più performanti di quelle eseguite dopo il trapianto per il meccanismo d'azione prevalentemente di contatto che è proprio del p.a.; si ritiene infatti, sulla base dei dati rinvenibili in letteratura, che nella settimana successiva al trapianto l'azione dei diffusati radicali consenta l'ingresso nelle radici di un elevato numero di larve di secondo stadio che sfugge così all'azione di contatto continuando indisturbate il proprio ciclo.

Rispetto all'oxamyl, fosthiazate ha inoltre il vantaggio di mettere a disposizione del comparto orticolo, un nematocida che, con un unico intervento, è in grado di offrire una copertura dagli attacchi dei nematodi galligeni, anche su colture a ciclo lungo.

Non è da sottovalutare infine che ai fini del controllo dei nematodi galligeni, come ampiamente riportato in letteratura per altri nematocidi, in situazioni più difficili e con condizioni ambientali particolarmente adatte allo sviluppo dei nematodi, tale presidio fitosanitario potrebbe essere integrato da altri mezzi (solarizzazione, calore umido, microrganismi antagonisti, biofumigazione, ecc.). Queste integrazioni, nel concetto più generalizzato della lotta integrata, attraverso le giuste combinazioni, sono particolarmente valide anche per la difesa globale dei parassiti tellurici (Polizzi *et al.*, 2006) con i quali, molto spesso, i nematodi interagiscono (nematodi e batteri, nematodi e funghi diversi) determinando alterazioni aventi una complessa eziologia (Jenkins e Taylor, 1967; Powell, 1971) con effetti devastanti per la sinergia dei danni. Fra queste, relativamente al pomodoro, classico è l'esempio fornito dalla varietà Chesapeake, resistente a *Fusarium oxysporum* che a seguito dell'infestazione del nematode può perdere la resistenza all'infezione del micete (Jenkins e Coursen, 1957).

L'insieme di queste informazioni fanno sì che fosthiazate possa ben inserirsi in un programma di lotta integrata anche alla luce dei notevoli cambiamenti che si sono avuti nell'ultimo decennio; gli indirizzi attuali sono quelli di tendere al contenimento della popolazione dannosa entro limiti accettabili e non all'eradicazione che era il vano auspicio atteso dai fumiganti.

L'assoluta assenza di fitotossicità è, inoltre, altro aspetto di non poca importanza.

LAVORI CITATI

- Donzella G., Serges T., Colombo A., 2004. Risultati deludenti della melanzana innestata su pomodoro. *Informatore Agrario*, 46, 45-48.
- Jenkins W.R., Coursen B.W., 1957. The effect of root-knot nematods, *Meloidogyne incognita acrita* and *M. hapla* on *Fusarium* wilt of tomato. *Plant Dis. Repr.*, 41, 182-186.
- Jenkins W.R., Taylor D.P., 1967. Plant nematology. *Reinhold Pub. Corp. New-York, Amsterdam, London*, 17-270.
- Lamberti F., 1971. Primi risultati di prove di lotta nematocida su tabacchi levantini in provincia di Lecce. *Il Tabacco*, 738, 5-10.
- Lamberti F., Basile M., 1993. I nematodi parassiti del pomodoro. Bayer S.p.A. Divisione Agraria, Viale Certosa 126 Milano, pp.23.
- Nieto J., Guida G., Corbellini G., 1988. Fosthiazate (Nemathorin 10G) Nuovo nematocida granulare per colture ortive e tabacco. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 173-178.
- Oostenbrink M., 1960. Estimating nematode populations by some selected methods. *In: Nematology* (J.N. Sasser e W.R. Jenkins Ed.), Univ. N. Carolina Press, Chapell Hill., 85-102.
- Polizzi G., Vitale A., Castello I., 2006. Sicilia: come difendersi dai parassiti tellurici. *Colture protette*, 8, 26-29.
- Powell N.T., 1971. Interaction of plant parasitic nematodes with other disease causing agents. *In: Plant parasitic nematodes*. Ed. Zuckerman B.M., Mai W.F., Rhode R.A., 119-136.
- Sasser J.N., Freckman D.W., 1987. A World Perspective on Nematology: The Role of the Society. *In: "Vistas on Nematology"*. (J.A. Weech and D.W. Dickson Eds). E.O. Painter Printing Co., DeLeon Springs. Florida, 7-14.