

ULTERIORI ACQUISIZIONI SPERIMENTALI SULL'IMPIEGO DI IPRODIONE (DEVGUARD® 500 SC) PER IL CONTENIMENTO DEI NEMATODI GALLIGENI SU SOLANACEE IN AMBIENTE PROTETTO

A.R. FINLAY¹, A. GUARNONE², R. BUCCHI³, T. FOLINI³

¹Devgen nv, Technologiepark 30, Gent-Zwijnaarde 9052, Belgium

²Cheminova Agro Italia -Via F.lli Bronzetti 32/28-24124 Bergamo

³AGRI 2000-Via Marabini, 14/A - Castel Maggiore (BO)

alessandro.guarnone@cheminova.com

RIASSUNTO

Si riportano i risultati di una pluriennale sperimentazione di prove condotte su solanacee in ambiente protetto volte a valutare l'efficacia sui nematodi galligeni del genere *Meloidogyne* di una particolare formulazione di iprodione (Devguard® 500 SC). Le prove sono state realizzate in terreni gravemente ed uniformemente infestati da galligeni, veicolando il formulato nell'acqua di irrigazione, utilizzando l'impianto di fertirrigazione (drip irrigation) presente normalmente nelle aziende. La dose di 12 l/ha del prodotto è stata somministrata attraverso 6 interventi frazionati di 2 l/ha ciascuno, iniziando le applicazioni dal post trapianto della coltura e, ripetendo i trattamenti ad un intervallo di 14 giorni. Devguard 500 SC ha fornito complessivamente risultati analoghi agli altri formulati in prova e, rispetto ai test non trattati, un significativo incremento delle rese delle colture e una riduzione del danno radicale.

Parole chiave: *Meloidogyne incognita*, fertirrigazione, iprodione, pomodoro, peperone

SUMMARY

FURTHER EXPERIMENTAL RESULTS OF A IPRODION BASED FORMULATE (DEVGUARD® 500 SC) USED TO MANAGE ROOT-KNOT NEMATODES ON SOLANACEOUS CROPS IN GREEN HOUSE CONDITION

The results of long term programme of field efficacy trials with a specific iprodion based formulate (Devguard® 500 SC) on solanaceous in greenhouse are reported. The product was tested on melon and cucumber in green house, since post trasplanting through drip irrigation system, with six split applications every 14 days, at the total dose rate of 12 l/ha. Trials results have shown a good efficacy of the product in protecting and reducing nematodes damage on roots. This determined significant production increases compared to the untreated check and equal to the standard references.

Keywords: *Meloidogyne incognita*, drip irrigation, iprodione, tomato, pepper

INTRODUZIONE

La lotta chimica resta il metodo più utilizzato e senz'altro più efficace per limitare i danni, spesso ingenti, causati dai nematodi. Il processo di revisione europea degli agrofarmaci ha drasticamente ristretto la gamma dei prodotti disponibili per il controllo di questi temibili parassiti e in particolare dei fumiganti di sintesi (Di Silvestro e D'Ascenzo, 2011). L'attività di ricerca degli ultimi anni si è particolarmente indirizzata all'esame di nuove soluzioni fitoiatriche ecocompatibili (estratti vegetali, prodotti microbiologici etc.) nel rispetto dell'ambiente, della sicurezza alimentare e della salute dell'operatore. In questo ambito, la società belga Devgen ha scoperto l'azione nematostatica della molecola iprodione nei confronti dei nematodi galligeni del genere *Meloidogyne*, e ne ha sviluppato una formulazione specifica per consentirne l'impiego in fertirrigazione (Jupp *et al.*, 2011; Finlay *et al.*, 2010). Il

prodotto, denominato Devguard® 500 SC contiene iprodione (500 g/l) in sospensione concentrata (SC) ed è in corso di registrazione in Italia. La dose di impiego consigliata è di 12 l/ha, distribuiti in sei trattamenti frazionati da 2 l/ha cadauno, a partire dal post trapianto della coltura (Finlay *et al.*, 2012).

MATERIALI E METODI

Dal 2006 al 2011 sono state effettuate 27 prove di efficacia su colture protette di solanacee, e precisamente pomodoro e peperone. Tutte le prove sono state realizzate in Italia nelle Regioni vocate alla coltivazione delle ortive (tabella 1) ed eseguite da Centri di Saggio ufficialmente riconosciuti (direttiva 93/71/CEE).

Tabella 1. Distribuzione per regione e per coltura del numero di prove effettuate nei quattro anni di sperimentazione.

Anno	N° prove	Numero di prove per coltura e regione	
		Pomodoro	Peperone
2006	(1)	(1) Puglia	-
2007	(5)	(2) Emilia Romagna	(2) Emilia Romagna, (1) Puglia
2008	(7)	(2) Emilia Romagna, (2) Sicilia	(1) Emilia Romagna, (1) Puglia, (1) Sicilia
2011	(14)	(1) Veneto, (2) Lazio, (2) Campania, (3) Sicilia	(2) Lazio, (2) Campania, (2) Sicilia
(Totale 27)		(15)	(12)

Gi studi sono stati eseguiti secondo le buone pratiche sperimentali, in accordo con le indicazioni delle linee guida generali EPPO PP 1/135(3), PP 1/152(3), e la linea guida specifica CEB M044 “Méthode d’Essai d’Efficacité pratique de nematicides destinés à lutter contre *Meloidogyne* sp. en culture de tomate.”

Le prove sono state effettuate in serre fredde costituite generalmente da tunnel ricoperti da un film di polietilene. I trapianti sono stati eseguiti a mano, con un investimento medio parcellare di 20 piantine allo stadio di 4 foglie vere.

I siti sperimentali sono stati selezionati in base alla omogenea distribuzione del fitoelminta, valutata attraverso accertamenti di danno arrecato dai nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.), sulla coltura precedente alla sperimentazione. Lo schema sperimentale adottato era quello classico a blocchi randomizzati (RCB) con 4-6 repliche.

L’iprodione (Devguard 500 SC) è stato comparato a tre nematocidi commerciali, a base di oxamyl (100 g/l), fenamiphos (240 g/l) e azadiractina (10 g/l), applicati in accordo con i disciplinari regionali e le raccomandazioni in etichetta.

La dose complessiva di impiego di 12 l/ha, proposta nelle varie prove, è stata distribuita frazionata in sei applicazioni da 2 l/ha ciascuna, secondo un programma ad azione preventiva iniziando le applicazioni tre giorni dopo il trapianto, in modo da coprire la fase critica di sviluppo della coltura fino alla raccolta.

Le tabelle 2 e 3 mostrano i dettagli dei trattamenti dei prodotti formulati (p.f.) e relative sostanze attive (s.a.) utilizzati nei vari test sperimentali. I dosaggi impiegati sono gli stessi in entrambe le colture oggetto di studio.

Tabella 2. Dettaglio dei trattamenti delle prove effettuate nel triennio 2006-2008

Trattamento			
s.a. e concentrazione nel formulato	Iprodione 500 g/l	Oxamyl 100 g/l	Fenamiphos 240 g/l
Dose ad ettaro: p.f.(s.a.)	2 l (1000 g)	10 l (1000 g)	21 l (5040 g)
N° totale di applicazioni	5-6	5-6	2
Dose totale p.f. ad ettaro	12 l	50-60 l	42 l
Prima appl.: n° giorni dal trapianto	+ 3	+ 3	+ 3
Intervallo di applicazione (giorni)	14	10-14	14

Tabella 3. Dettaglio dei trattamenti delle prove effettuate nel 2011

Trattamento			
s.a. e concentrazione nel formulato	Iprodione 500 g/l	Oxamyl 100 g/l	Azadiractina 10 g/l
Dose ad ettaro: p.f.(s.a.)	2 l (1000 g)	10 l (1000 g)	6 l (60 g)
N° totale di applicazioni	6	3	6
Dose totale p.f. ad ettaro	12 l	30 l	36 l
Prima appl.: n° giorni dal trapianto	+ 3	+ 3	+ 3
Intervallo di applicazione (giorni)	14	10	14

I volumi d'acqua impiegati sono stati mantenuti inferiori alla capacità di campo, iniziando con gradualità da 2 l/m² al trapianto, aumentando fino a 5 l/m² in prossimità della raccolta; ciò in accordo con le necessità colturali e con lo scopo di mantenere una sufficiente ed uniforme concentrazione del prodotto nella rizosfera della pianta.

L'applicazione è stata effettuata distribuendo la soluzione con l'iprodione, disciolto in acqua in contenitori solitamente utilizzati per la fertirrigazione, attraverso l'impianto aziendale di irrigazione a goccia, integrato con un collettore sperimentale e una motopompa a 4 tempi (mod. Honda WX10).

Nel corso della sperimentazione sono stati effettuati in ciascuna prova i seguenti rilievi parcellari:

- indice medio di infestazione radicale (IMI), calcolato su 10 apparati radicali scelti a caso alla fine di ogni prova dalle singole parcelle, utilizzando una scala di riferimento da 0 a 5 (Lamberti, 1971), dove 0 corrisponde all'assenza di galle e 5 al massimo danno dell'apparato radicale;

- carica nematologica media parcellare all'inizio e alla fine dello studio. Le larve di secondo stadio (L₂) sono state estratte con il metodo del filtro di cartalana (Oostenbrink, 1960) e sono stati quindi effettuati i conteggi del numero di individui contenuti in campioni di suolo del peso di 200 g a parcella. Dato questo, spesso non rilevato, non riportato nelle allegate tabelle per esigenze editoriali di spazio;

- peso dei frutti commerciabili e calcolo della resa ad ettaro. Anche in questo caso il peso dei frutti non è stato riportato per i motivi di cui sopra;

- vigoria generale della coltura;

- fitotossicità del prodotto nei confronti della coltura.

I dati delle prove sono stati sottoposti ad analisi della varianza (test LSD, $p = 0,05$), tramite il programma informatico ARM 7 (Agricultural Research Manager database, Gylling Data Management, Inc.).

L'efficacia dei trattamenti, è stata valutata sulla base delle produzioni ad ettaro e relativi scarti percentuali rispetto ai testimoni non trattati, e la riduzione del danno radicale (IMI).

RISULTATI

Pomodoro

Un quadro riassuntivo delle 15 prove effettuate è di seguito riportato. La tabella 4 mostra i dettagli delle sperimentazioni condotte ed in particolare evidenzia gli IMI rilevati alla fine dei singoli test che, a parte alcune eccezioni, sono risultati alquanto elevati (generalmente tra 4 e 5), a testimonianza che le prove sono state condotte in terreni che presentavano una popolazione generalmente severa e che iprodione ha contenuto, in maniera significativa, il danno sull'apparato radicale.

Tabella 4. Prove effettuate su pomodoro: valori di danno radicale (IMI) rilevati sui testimoni non trattati e sulle tesi trattate con iprodione (Ipr.)

Codice prova:	Regione	Varietà	Data trapianto	Periodo e numero delle raccolte		IMI	
						Testimone	(Ipr.)
06-055	Puglia	Cuore di bue	28/8/06	4/10- 5/12	5	4,0 a*	2,9 b
07-076	Emilia Romagna	San Marzano	30/5/07	19/7 - 5/9	6	3,3 a	2,3 b
07-099	Emilia Romagna	Costoluto	8/6/07	10/7 - 25/8	6	4,3 a	3,8 b
08-017	Sicilia	Panarea	19/4/08	9/7 - 4/8	4	4,9 a	3,8 b
08-041	Emilia Romagna	Cyrano	26/6/08	5/8 - 12/9	5	4,6 a	3,7 b
08-045	Emilia Romagna	Tondo Cobra	18/7/08	22/9 - 4/11	4	4,0 a	3,1 b
08-076	Sicilia	Panarea	25/4/08	22/6 - 23/8	4	4,0 a	3,2 b
11-004	Sicilia	Creativo	18/2/11	24/5 - 24/6	4	1,9 a	1,2 b
11-005	Sicilia	Marinda	19/2/11	6/5 - 3/6	4	4,6 a	3,1 b
11-309	Sicilia	Genio	17/3/11	9/6 - 27/6	4	4,3 a	2,3 b
11-011	Campania	Tabare	4/3/11	23/5 - 14/6	4	4,4 a	3,3 b
11-012	Campania	Lancelot	18/2/11	20/5 - 8/6	4	2,4 a	1,1 b
11-021	Lazio	Icram	18/3/11	28/6 - 21/7	4	3,4 a	2,9 b
11-022	Lazio	Portente	4/4/11	28/6 - 21/7	4	5,0 a	3,9 b
11-026	Veneto	Liguria V8	23/4/11	22/6 - 21/7	4	2,9 a	2,0 b
Media						3,9	2,8

* Medie seguite da lettere uguali sulla stessa riga non sono significativamente differenti tra loro in base al test LSD ($p=0,05$)

La tabella 5 riporta le rese medie ad ettaro ottenute in tre anni di sperimentazione (2006-2008) con i formulati messi a confronto e i relativi incrementi percentuali rispetto al testimone.

La tabella 6 riporta i dati delle otto prove relative all'anno 2011.

Da una valutazione dei risultati delle 15 prove (tabelle 5 e 6), è emerso altresì che i trattamenti con Devguard 500 SC hanno incentivato le rese medie dal 24 al 44%. Nella maggior parte dei casi, inoltre, i risultati ottenuti con iprodione (500 g/l SC) sono stati statisticamente paragonabili a quelli conseguiti con i tre formulati commerciali, a base di oxamyl, fenamiphos e azadiractina, messi a confronto.

Tabella 5. Effetto dei trattamenti sulla produzione media ad ettaro (t/ha) di pomodoro e incremento percentuale rispetto al testimone in tre anni di sperimentazione (2006-2008)

Trattamento	Testimone	Iprodione 500 g/l		Oxamyl 100 g/l		Fenamiphos 240 g/l	
Dose ad ettaro s.a. (N° di applicazioni)	non trattato	1000 g (X 6)		1000 g (X 5-6)		5040 g (X 2)	
Codice prova	Media (t/ha)	Media (t/ha)	Incr. (%)	Media (t/ha)	Incr. (%)	Media (t/ha)	Incr. (%)
06-055	42,8 b *	79,1 a	84,8	86,3 a	101,7	-	-
07-076	88,2 b	126,9 a	43,9	127,5 a	44,6	-	-
07-099	76,9 b	106,8 a	38,9	113,1 a	47,1	-	-
08-017	62,4 b	75,7 a	21,2	75,7 a	21,3	74,9a	20,0
08-041	22,2 b	40,1 a	80,5	38,5 a	73,5	-	-
08-045	39,9 b	48,5 a	21,7	50,0 a	25,4	49,0 a	22,9
08-076	51,5 b	64,5 a	25,2	63,2 a	22,9	64,5 a	25,3
Resa media (7 prove):	55,6	76,0	44	79,2	48	62,8	23

*Medie seguite da lettere uguali sulla stessa riga non sono significativamente differenti tra loro in base al test LSD (p=0,05)

Tabella 6. Effetto dei trattamenti sulla produzione media ad ettaro (t/ha) di pomodoro e incremento percentuale rispetto al testimone nelle prove condotte nel 2011

Trattamento	Testimone	Iprodione 500 g/l		Oxamyl 100 g/l		Azadiractina 10 g/l	
Dose ad ettaro s.a. (N° di applicazioni)	non trattato	1000 g (X 6)		1000 g (X 3)		60 g (X 6)	
Codice prova	Media (t/ha)	Media (t/ha)	Incr. (%)	Media (t/ha)	Incr. (%)	Media (t/ha)	Incr. (%)
11-004	73,7 c*	95,5 ab	29,5	96,9 a	31,4	89,1 b	20,9
11-005	26,2 c	32,6 a	24,4	33,1 a	26,2	30,3 b	15,6
11-309	35,2 b	49,4 a	40,3	51,4 a	46,0	47,0 a	33,6
11-012	17,7 b	20,1 a	13,9	21,0 a	19,2	20,4 a	15,6
11-013	32,4 c	41,2 ab	27,1	43,2 a	33,2	37,6 b	15,9
11-021	22,5 c	30,4 a	35,0	29,7 a	31,8	26,1 b	15,7
11-022	35,9 b	41,6 a	16,0	42,4 a	18,3	39,4 ab	9,8
11-026	11,4 b	13,9 a	21,9	13,1 a	14,6	14,1 a	23,3
Resa media (8 prove):	32,3	40,4	24	41,3	26	38,2	18

* Medie seguite da lettere uguali sulla stessa riga non sono significativamente differenti tra loro in base al test LSD (p=0,05)

Peperone

Un quadro riassuntivo delle 12 prove effettuate è riportato di seguito. La tabella 7 mostra tutte le informazioni utili sulle prove condotte ed in particolare evidenzia che gli IMI rilevati alla fine delle singole sperimentazioni sono risultati, pur se più contenuti rispetto alle prove condotte su pomodoro, alquanto elevati (generalmente tra 3,5 e 4), a testimonianza che anche in questo caso le prove sono state condotte in terreni che presentavano una carica abbastanza elevata e che iprodione ha ridotto in maniera significativa il danno sull'apparato radicale. Il minore grado di attacco potrebbe essere conseguenza anche di una minore suscettibilità del peperone rispetto al pomodoro.

Tabella 7. Prove effettuate su peperone: valori finali di danno radicale rilevati sui testimoni non trattati e sulle tesi trattate con iprodione (Ipr.)

Codice prova:	Regione	Varietà	Data trapianto	Periodo e numero delle raccolte		IMI	
						Testimone	(Ipr.)
07-081	Emilia Romagna	Quadrato d'Asti	31/5/07	18/7 - 31/8	5	3,2a*	2,5b
07-083	Emilia Romagna	Quadrato d'Asti	30/5/07	10/7 - 21/8	5	2,7a	2,2b
07-085	Puglia	Quadrato d'Asti	9/5/07	20/6 - 10/8	6	3,7a	3,3b
08-019	Sicilia	Nadina	19/4/08	19/6 - 28/7	4	4,0a	3,2b
08-042	Puglia	Quadrato d'Asti	16/5/08	2/7 - 14/8	5	3,5a	2,8b
08-048	Emilia Romagna	Linares	20/6/08	30/7 - 14/10	7	3,3a	3,1a
11-002	Sicilia	Airone	28/1/11	17/5 - 28/6	4	2,9a	2,4b
11-003	Sicilia	Raggio	17/3/11	24/5 - 15/6	4	3,6a	2,5b
11-010	Campania	Eppo	15/2/11	11/5 - 20/5	4	3,4a	2,2b
11-011	Campania	Lapillo	5/3/11	23/5 - 21/6	4	3,9a	2,7b
11-019	Lazio	Peppone	4/4/11	29/6 - 21/7	4	3,0a	1,9b
11-020	Lazio	Navarro	23/3/11	29/6 - 21/7	4	3,7a	2,4b
Media						3,4	2,6

* Medie seguite da lettere uguali sulla stessa riga non sono significativamente differenti tra loro in base al test LSD (p=0.05)

Le tabelle 8 e 9 riportano le rese medie ad ettaro ottenute con i formulati messi a confronto e i relativi incrementi percentuali rispetto al testimone. Dai risultati è emerso che in tutte le prove Devguard 500 SC ha avuto un effetto positivo, oltre che sugli indici medi di infestazione (IMI), sulle rese che, rispetto al non trattato, hanno fatto registrare incrementi medi del 42% nelle prove effettuate nel biennio 2007-2008 e del 24% nelle prove del 2011. Inoltre, l'efficacia di iprodione (500 g/l SC) nella maggior parte dei casi è risultata statisticamente paragonabile ai prodotti commerciali, a base di oxamyl, fenamiphos e azadiractina, utilizzati come test di confronto.

Tabella 8. Effetto dei trattamenti sulla produzione media ad ettaro (t/ha) di peperone e incremento percentuale rispetto al testimone nelle prove condotte nel biennio 2007-2008

Trattamento	Testimone	Iprodione 500 g/l		Oxamyl 100 g/l		Fenamiphos 240 g/l	
Dose ad ettaro s.a. (N° di applicazioni)	non trattato	1000 g (X 6)		1000 g (X 5-6)		5040 g (X 2)	
Codice prova	Media (t/ha)	Media (t/ha)	Incr. (%)	Media (t/ha)	Incr. (%)	Media (t/ha)	Incr. (%)
07-081	70,0 b*	90,5 a	29,3	100,0 a	42,9	-	-
07-083	42,4 b	55,2 a	30,2	62,2 a	46,5	-	-
07-085	15,9 b	28,1 a	76,6	25,5 a	59,8	-	-
08-019	54,5 b	70,3 a	28,9	70,3 a	28,9	61,1 b	12,1
08-042	15,8 b	20,5 a	29,5	21,7 a	37,2	-	-
08-048	27,2 b	43,0 a	58,2	36,8 a	35,4	41,4 a	52,5
Resa media (6 prove):	37,6	51,3	42	52,8	42	51,3	32

* Medie seguite da lettere uguali sulla stessa riga non sono significativamente differenti tra loro in base al test LSD (p=0,05)

Tabella 9. Effetto dei trattamenti sulla produzione media ad ettaro (t/ha) di peperone e incremento percentuale rispetto al testimone nelle prove condotte nel 2011

Trattamento	Testimone	Iprodione 500 g/l		Oxamyl 100 g/l		Azadiractina 10 g/l	
Dose ad ettaro s.a. (N° di applicazioni)	non trattato	1000 g (X 6)		1000 g (X 3)		60 g (X 6)	
Codice prova	Media (t/ha)	Media (t/ha)	Incr. (%)	Media (t/ha)	Incr. (%)	Media (t/ha)	Incr. (%)
11-002	42,4 b	55,7 a	31,2	59,5 a	40,3	56,4 a	33,0
11-003	15,2 b	20,1 a	32,3	21,4 a	40,8	20,5 a	34,6
11-010	21,6 b	26,1 a	21,0	25,9 a	20,1	25,7 a	19,2
11-011	30,6 b	36,3 a	18,3	36,7 a	19,9	34,8 a	13,7
11-019	23,2 c	27,6 a	19,1	27,8 a	19,9	25,7 b	10,9
11-020	24,8 b	30,4 a	22,4	30,2 a	21,5	30,0 a	20,9
Resa media (6 prove):	26,3	32,7	24	33,6	27	32,2	22

Medie seguite da lettere uguali sulla stessa riga non sono significativamente differenti tra loro in base al test LSD (p=0,05)

CONCLUSIONI

Devguard 500 SC ha dimostrato, secondo le modalità applicative descritte, una chiara positiva attività nei confronti dei nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.) su pomodoro e peperone in coltura protetta. Dall'analisi dei dati si evince un chiaro incremento quantitativo della produzione, e un aumento del vigore vegetativo delle piante trattate rispetto a quello delle piante non trattate. Ha altresì evidenziato una discreta azione nel ridurre il grado di infestazione degli apparati radicali.

Nel caso in cui sussista un alto livello di infestazione iniziale da parte dei nematodi galligeni, sembra opportuno ipotizzare una strategia di difesa integrata; in altre parole sembra essere necessario integrare l'iprodione con altri mezzi a sostegno, la cui scelta dovrà essere effettuata caso per caso e sulla base della particolare situazione aziendale.

LAVORI CITATI

- Di Silvestro D., D'Ascenzo D., 2011. Impatto della revisione europea sulla lotta ai nematodi. *L'Informatore Agrario*, 67, (33), 63-67.
- Finlay A.R., Maertens L., Meier D.J., Jupp D.A., Bogaert T., 2010. Discovery, development and international commercialization of a new nematicide (Devguard® 500 SC, Enclosure®) for high value agricultural crops. 30th International Symposium of the European Society of Nematologist, Vienna, 19-23/9/2010 (abstract).
- Finlay A.R., Guarnone A., Bucchi R., Folini T., 2012. Devguard 500® SC : specifica formulazione a base di iprodione per il contenimento dei nematodi galligeni su cucurbitacee in ambiente protetto. *Atti Giornate Fitopatologiche*, (in corso di stampa).
- Jupp D., Finlay R., Maertens L., Meier D., 2011. The development of Devguard® (iprodione) as a nematicide. 20th Nematological Society of Southern Africa. Stellenbosh-South Africa (abstract).
- Lamberti F., 1971. Primi risultati di prove di lotta nematocida su tabacchi levantini in provincia di Lecce. *Il tabacco*, 35, 5-10.
- Oostenbrink M., 1960. Estimating nematode populations by some selected methods. *Nematology* (J.N. Sasser e W.R. Jenkins Ed.) Univ. N. Caroline Press. Chapell Hill, 85-102.