

ESPERIENZE DI LOTTA CONTRO I NEMATODI GALLIGENI IN COLTURA PROTETTA IN SICILIA CON DIMETIL DISOLFURO (ACCOLADE EC®)

S. LEOCATA¹, G. PIRRUCIO¹, A. SANTORI², A. MYRTA³, N. GRECO⁴

¹ARA s.r.l., Via Madonna delle lacrime, 70 - 95037 S. Giovanni la Punta (CT)

²Certis Europe B.V., Via Josèmaria Escrivà de Balaguer 6, 21047 Saronno (VA)

³Certis Europe B.V., Boulevard de la Woluwe, 60 - 1200 Brussels, Belgio

⁴Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante - CNR, Via Amendola 122D, 70126 Bari
santori@certiseurope.com

RIASSUNTO

E' stata valutata l'efficacia nematocida di un nuovo fumigante, a base di dimetil disolfuro (Accolade® 94 EC) nei confronti del nematode galligeno *Meloidogyne incognita*. Nel periodo 2012-2015 sono state effettuate in Sicilia cinque prove di lotta su melone, pomodoro e melanzana, in terreni fortemente infestati dal nematode. Dimetil solfuro è stato applicato mediante irrigazione a goccia, alle dosi di 300-500 L/ha di formulato commerciale e messo a confronto, in quattro prove, con 1,3 dicloropropene (Condorsis EC) e con due diverse strategie di lotta in post-trapianto. A fine prova, l'indice galligeno è stato molto basso nelle parcelle trattate con dimetil solfuro (0-3/10) e con il fumigante di confronto (0,1-4,2/10) e, invece, elevato (5,5-9,6/10) nelle parcelle testimoni non trattate. Gli incrementi produttivi rispetto al testimone sono risultati mediamente del 123% per le varie dosi di Accolade® EC (media di 5 prove) e del 104,6% per il fumigante standard (media di 4 prove). Poco soddisfacenti o insoddisfacenti sono stati, invece, i risultati conseguiti con le due strategie di lotta in post trapianto. Le prove hanno sempre evidenziato un'elevata efficacia nematocida di dimetil solfuro e indicano la dose di 400 L/ha di formulato come la più conveniente. Pertanto, si ritiene che l'impiego di questo nuovo fumigante possa rappresentare per il mercato italiano una nuova soluzione tecnica di alta efficacia nella lotta contro i nematodi galligeni.

Parole chiave: disinfezione del terreno, *Meloidogyne* spp., pomodoro, melanzana, melone

SUMMARY

ROOT-KNOTTING NEMATODE CONTROL WITH ACCOLADE EC® (DMDS) IN PROTECTED CROPS IN SICILY

The nematicidal efficacy of the new fumigant based on dimethyl disulfide was evaluated towards the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. In the period 2012-2015, 5 trials were carried out in Sicily on melons, tomatoes and eggplants in heavily-infested nematode soils. Dimethyl disulfide was applied through drip irrigation, at the rates of 300-500 L/ha, in comparison with the fumigant 1.3 dichloropropene (Condorsis EC) (4 trials) and two post-transplant control strategies. At the end of the crop cycles, the mean root-knot index was very low (0-3/10) in the plots treated with dimethyl disulfide and in those treated with the standard fumigant (0.1-4.2/10) and high in the untreated checks (5.5-9.6/10). Yield increases compared to untreated checks averaged 123% for dimethyl disulfide (average of 5 trials) and 104.6% (average of 4 trials) for the standard fumigant. The efficacy of the two post-transplant strategies proved unsatisfactory or little satisfactory. All trials demonstrate the high performance of the nematicide dimethyl disulfide and suggest that the rate of 400 L/ha of commercial product is the most appropriate. Therefore, soil fumigation with dimethyl disulfide appears as a new technical solution for the Italian market having high efficacy in the control of root-knot nematodes.

Keywords: soil disinfection, *Meloidogyne* spp., tomato, eggplant, melon

INTRODUZIONE

La coltivazione ripetuta di specie di piante ospiti dello stesso parassita nell'areale serricolo siciliano ha portato a un fortissimo aumento delle popolazioni nematociche al punto da rendere antieconomica la coltivazione delle numerosissime piante ospiti senza un appropriato intervento di lotta (Colombo, 2002). Fra questi parassiti del terreno, i nematodi galligeni del genere *Meloidogyne* sono i più dannosi a livello mondiale (Sasser e Freckman, 1987). Purtroppo essi sono presenti anche in Sicilia con prevalenza della specie *Meloidogyne incognita*. In taluni casi, la problematica è divenuta talmente rilevante da mettere in crisi la stessa eco-sostenibilità del "sistema serra" con conseguente scelta forzata di passaggio ad altre coltivazioni, ove possibile, di adozione di sistemi di coltura "fuori-suolo" o, in casi estremi, di abbandono della serra. Per tali motivi negli ultimi anni la ricerca è stata estremamente attiva nella individuazione di strategie integrate (chimiche, biologiche, agronomiche) che permettano una coltivazione eco-sostenibile delle produzioni in serra. L'uso dei fumiganti è da lungo tempo ritenuto pratica imprescindibile per garantire un buon esito delle colture protette, ma l'accresciuta attenzione per l'ambiente ne ha però notevolmente ridotto l'utilizzo, limitandolo a situazioni di estrema necessità. Il nuovo fumigante a base di dimetil disolfuro (Accolade® 94 EC) si colloca in questo contesto di fumigazione sostenibile grazie alla elevata efficacia sin qui dimostrata e al favorevole aspetto eco-tossicologico, rappresentando un prezioso e innovativo strumento da impiegare nelle nuove strategie di lotta integrata contro i nematodi. Il dimetil disolfuro (DMDS) è uno dei principali componenti biofumiganti derivanti dai residui di essenze alliacee e brassicacee, capace di controllare i patogeni del terreno (Arnault *et al.*, 2013). DMDS ha mostrato un'ottima attività nematocida e numerosi lavori sperimentali riportano la sua elevata efficacia nei confronti di molteplici specie di nematodi fitoparassiti quali quelle appartenenti ai generi *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Pratylenchus*, *Tylenchulus semipenetrans*, etc. (Coosemans, 2005; Curto *et al.*, 2014; Sasanelli *et al.* 2014).

Il presente lavoro riferisce dell'efficacia di dimetil disolfuro (Accolade 94 EC) nella lotta contro *M. incognita* su coltura di melone, pomodoro e melanzana in ambiente protetto in Sicilia.

MATERIALI E METODI

Le prove sperimentali

Cinque prove sperimentali sono state condotte in provincia di Ragusa e dintorni, l'areale più rappresentativo per le colture protette in Italia. Tutte le prove sono state realizzate in serre i cui terreni risultavano infestati da popolazioni naturali di nematodi galligeni e sono state individuate e selezionate a seguito di attento esame visivo delle radici delle colture precedenti che avevano mostrato il 100% degli apparati radicali infestati con indice galligeno compreso tra 3 e 9 su scala 0-10. Tutti i siti di prova presentavano terreno fortemente sabbioso, 80-91% di sabbia, e in tutte le prove l'esito dei trattamenti al terreno è stato confrontato con un testimone non trattato in grado di fornire indicazioni circa la naturale evoluzione dell'infestazione. Le sperimentazioni sono state condotte in accordo con le buone pratiche sperimentali (BPS/GEP) e le tesi a confronto sono state disposte secondo uno schema a blocchi totalmente randomizzati con cinque ripetizioni per pomodoro e quattro per melone e melanzana.

Applicazione dei nematocidi

Dopo gli usuali lavori di preparazione del terreno, in ciascuna serra è stato realizzato un sistema dedicato di irrigazione a goccia con tubi in polietilene ("chemigation system") tale da permettere anche la contemporanea distribuzione del prodotto in ciascuna ripetizione del disegno sperimentale.

Le singole parcelle avevano una superficie compresa tra 32 e 51 m², con manichette gocciolanti disposte lungo le file binate a distanza di 80-120 cm, come prassi per la zona, con gocciolatori distanziati di 15 cm e con portata di 4 L/h. Posizionato il sistema di irrigazione, dopo 2-4 giorni, è stata somministrata una abbondante irrigazione a tutta superficie (capacità di campo >50 %) per favorire la schiusa delle uova del nematode e una uniforme diffusione del fumigante nel profilo del suolo. Tutte le parcelle da fumigare sono state coperte con film barriera VIF (Virtually Impermeable Film) tipo Eco-Brom® Naturale della ditta Agriplast. I prodotti fumiganti sono stati distribuiti da personale specializzato (ditte SIS e BT Agroservizi) mediante idonee attrezzature a iniezione tramite pressione di azoto che permettono di gestire elettronicamente sia l'iniezione in linea del fumigante sia il flusso di acqua. In tutte le prove i prodotti fumiganti sono stati distribuiti con un volume di acqua pari a 25 L/m², seguito da un ulteriore volume di acqua pari a 4 L/m² per garantire la totale fuoriuscita del fumigante dal sistema di distribuzione. La durata totale di ciascuna applicazione è stata di circa 50-60 minuti.

Tabella 1. Caratteristiche salienti delle prove

Coltura	Melone Prova 1	Pomodoro Prova 2	Pomodoro Prova 3	Pomodoro Prova 4	Melanzana Prova 5
Località	Vittoria (RG)	Gela (CL)	Acate (RG)	Acate (RG)	Acate (RG)
Cultivar	Polis	Durinta	Durinta	Durinta	Birga
Tipo di terreno S-L-A*(%)	91 - 6 - 3	90 - 7 - 3	89 - 7 - 4	80 - 12 - 8	82 - 14 - 4
Coltura precedente	Pomodoro	Pomodoro	Pomodoro	Pomodoro	Melanzana
Superficie parcella (m ²)	32	45	51	40	42
Ripetizioni	4	5	5	5	4
Data applicazione	16/5/2012	12/7/2012	19/7/2012	20/9/2013	19/3/2015
T°C max suolo a 15 cm durante la copertura	33 - 43°C	37 - 48°C	39 - 47°C	32 - 37°C	n. r.
Dimetil disolfuro - DMDS (Accolade 94 EC) L/ha f.c.	300, 400	400	300, 400, 500	300, 400	400
1,3-dicloropropene - 1,3D (Condorsis EC) L/ha f.c.	140	140	180	140	-
Fosthiazate (Nemathorin 150 EC) L/ha f.c.	-	-	-	10	10
Oxamyl (Vydate 10L) L/ha f.c.	-	-	-	-	20-10 (x 3 appl.)
Abamectina (Tervigo) L/ha f.c.	-	-	-	5 (x 4 appl.)	-
Data trapianto	8/6/2012	9/8/2012	20/8/2012	15/10/2013	22/4/2015
Giorni dal trattamento.	23	28	32	25	34

*: S = sabbia, L = limo, A = argilla

Dimetil disolfuro (Accolade 94 EC) è stato somministrato alle dosi di 300, 400 e 500 L/ha di f.c. con una concentrazione in acqua che non ha mai superato lo 0,25%, mentre lo standard 1,3-dicloropropene (1,3D nome commerciale Condorsis EC) è stato utilizzato a 140 L/ha e 180 L/ha di f.c. come indicato in etichetta. Nelle prove in cui sono state poste a confronto anche strategie di post-trapianto, gli standard di riferimento utilizzati, fosthiazate (Nemathorin 150 EC, concentrazione 150 g/L) 10 L/ha di f.c. abbinato ad abamectina (Tervigo SC, concentrazione 20

g/L) 5 L/ha di f.c. oppure a oxamyl (Vydate 10 L, concentrazione 100 g/L, 20 L applicati al trapianto e ulteriori 3 applicazioni da 10 L/ha ciascuna) sono stati impiegati alle rispettive dosi riportate in etichetta. Dopo il trattamento fumigante la copertura di film barriera VIF è stata mantenuta per 14 giorni, seguita poi da almeno 7 giorni di arieggiamento prima di effettuare il trapianto (23-34 giorni dal trattamento) senza alcuna lavorazione del terreno. La temperatura minima del suolo, riscontrata sotto film plastico alla profondità di 15 cm, nelle varie prove è stata compresa tra 24 e 34 °C, mentre la temperatura massima è variata tra 37 e 48 °C.

Tabella 2. Prodotti impiegati nelle prove

s.a.	f. c.	Form.	Conc.	Dose/ha f.c.	Dose/ha s.a.	N° trattamenti
dimethyl disolfuro	Accolade 94 EC	EC	94,1%	400 L/ha	376,4 L/ha	1
1,3 Dicloropropene	Condorsis EC	EC	94%	140-180 L/ha	131,6 -169,2 L/ha	1
fosthiazate	Nemathorin 150 EC	EC	150 g/L	10 L/ha	1,5 kg/ha	1
abamectina	Tervigo	SC	20 g/L	5 L/ha	100 g/ha	4 (1 al trapianto e 3 successivi ogni 14 gg)
oxamyl	Vydate	SL	100 g/L	10 L/ha	1kg/ha	4 (1 20 L/ha al trapianto e 3 successive 10 L/ha ogni 10 gg)

I rilievi

Al fine di poter valutare l'effetto dei trattamenti sull'attacco dei nematodi alle radici, sono stati effettuati rilievi intermedi (tabelle 3-7) estirpando 8-12 piante per ripetizione e un rilievo a fine ciclo della coltura su 20-32 piante (4 e 16 piante rispettivamente per il melone). Le radici sono state osservate per determinare la percentuale di piante infette (frequenza) e stimare la severità dell'attacco secondo la scala 0-10 di Zeck, dove 0 = pianta indenne e 10 = apparato radicale completamente deformato, pianta morente (Zeck, 1971). L'indice medio di infestazione (IMI) è stato quindi calcolato mediante la formula di McKinney. In tutte le prove è stata valutata la produzione, rilevando a ciascuna raccolta il numero e il peso dei frutti su 20 piante contrassegnate nelle file centrali di ciascuna parcella (16 per melone) ed elaborando, infine, i dati cumulativi. I dati ottenuti sono stati sottoposti al test di Bartlett per l'omogeneità e quindi all'analisi della varianza (Anova). Le medie ottenute sono state poi confrontate mediante il test Student-Newman-Keuls (SNK) per $p \leq 0,05$. Sui parametri rilevati è stata applicata la formula di Abbott per calcolare la percentuale di controllo rispetto al testimone non trattato.

RISULTATI

Tutte le prove effettuate hanno evidenziato la notevole efficacia di dimetil disolfuro (Accolade 94 EC) nei confronti di *M. incognita*, che si è manifestata con un significativo contenimento della popolazione nematica anche in condizione di elevatissima infestazione del terreno. I rilievi effettuati sui testimoni a fine ciclo colturale hanno confermato quanto stimato in base all'esame degli apparati radicali delle colture precedenti, evidenziando un indice medio d'infestazione sulla quasi totalità delle piante compreso tra 5,5 e 9,6 in base alla scala Zeck 0-10 (tabelle 3-7).

Tabella 3. Prova 1, melone. Percentuale di piante infette (frequenza) e relativa percentuale di riduzione rispetto al testimone, Indice Medio di Infestazione e relativa percentuale di riduzione, Produzione totale (16 piante parcella) e relativo incremento percentuale rispetto al testimone

Tesi	28 GDT (4 piante)				60 GDT (16 piante)				Produzione kg (incremento su testimone)
	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	
Testimone non trattato	100 a(*)	-	1,6 a	-	95,3 a	-	5,5 a	-	22,9 b
DMDS 400	18,8 b	81,3	0,2 b	90,6	32,8 b	67,2	1,2 b	81,8	42,3 a (84,7)
DMDS 300	31,3 b	68,8	0,3 b	84,7	53,1 b	46,5	1,5 b	76,8	32,5 ab (41,9)
1,3 D 140	81,3 b	18,8	1,2 b	32,4	90,6 a	5,8	4,2 a	21,4	37,0 ab (61,6)

GDT: giorni dopo il trapianto; P.i.: piante infestate; Rid.: percentuale di controllo; IMI: indice medio d'infestazione (scala Zeck 0-10); (*)le medie della stessa colonna con lettere uguali non differiscono significativamente per $p \leq 0,05$ secondo il test di SNK

Tabella 4. Prova 2, pomodoro. Percentuale di piante infette (frequenza) e relativa percentuale di riduzione rispetto al testimone (controllo), Indice Medio di Infestazione e relativa percentuale di riduzione, Produzione totale (20 piante parcella) e relativo incremento percentuale rispetto al testimone

Tesi	70 GDT (8 piante)				130 GDT (32 piante)				Produzione kg (incremento su testimone)
	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	
Testimone non trattato	100 a(*)	-	6,5 a	-	100 a	-	8,4 a	-	32,3 b
DMDS 400	7,5 c	92,5	0,1 b	97,7	53,8 c	46,3	1,5 c	82,1	55,5 a (71,8)
1,3 D 140	30,0 b	70,0	0,4 b	92,3	92,5 b	7,5	3,0 b	63,9	56,1 a (73,7)

GDT: giorni dopo il trapianto; P.i.: piante infestate; Rid.: percentuale di controllo; IMI: indice medio d'infestazione (scala Zeck 0-10); (*) Vedi tabella 3

Tutti i dosaggi di dimetil disolfuro hanno mostrato sempre differenze statisticamente significative rispetto al testimone, sia riguardo la frequenza di piante infestate, sia riguardo all'indice medio d'infestazione delle radici. Tali esiti favorevoli, molto evidenti ai rilievi intermedi con riduzioni rispetto al testimone comprese tra 69 e 98 % della percentuale di piante infette, sono rimasti elevati sino alla fine del ciclo colturale, evidenziando riduzioni dell'indice di infezione radicale rispetto al testimone comprese tra 68 e 100 %. Il controllo dei nematodi esplicito ha permesso alle colture di produrre regolarmente con incrementi di produzione rispetto al testimone del 41,9-85% per il melone, del 138% per la melanzana e compresi tra il 42 e il 227% per il pomodoro. La riduzione dell'indice d'infestazione radicale manifestata da dimetil disolfuro, seppur talvolta superiore a quella evidenziata dallo standard fumigante di riferimento, non si è concretizzata in una maggiore capacità produttiva delle colture, non essendo state rilevate differenze significative tra i due fumiganti. Nelle varie prove, i diversi dosaggi di dimetil disolfuro hanno fornito un'efficacia nematocida simile tra loro, senza evidenziare differenza statisticamente significativa; solo in qualche caso la dose di formulato più bassa di 300 L/ha ha evidenziato una efficacia lievemente inferiore, ma non statisticamente differente rispetto al dosaggio di 400 L/ha. Nelle prove 4 e 5 (tabelle 6 e 7) le strategie d'intervento in post-trapianto hanno fornito risultati sensibilmente inferiori a quelli dei

trattamenti fumiganti, non sempre mostrando, nel rilievo di fine ciclo, differenze significative rispetto al testimone in termini di frequenza di piante infestate e di indice d'infestazione. Tuttavia, tali strategie sono state in grado di garantire incrementi produttivi rispetto al testimone del 20% per pomodoro e del 40% per melanzana, ma nettamente inferiori a quelli conseguiti con la fumigazione con dimetil disolfuro o con il fumigante standard di riferimento (1,3-dicloropropene).

Tabella 5. Prova 3, pomodoro. Percentuale di piante infette (frequenza) e relativa percentuale di riduzione rispetto al testimone (controllo), Indice Medio di Infestazione e relativa percentuale di riduzione, Produzione totale (20 piante parcella) e relativo incremento percentuale rispetto al testimone

Tesi	70 GDT (12 piante)				120 GDT (32 piante)				Produzione kg (incremento su testimone)
	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	
Testimone non trattato	100 a ^(*)	-	8,2 a	-	100a	-	9,6 a	-	21,1 b
DMDS 500	3,3 b	96,7	0,03 b	99,6	95,6 b	4,4	2,9 b	69,8	68,2 a (223,2)
DMDS 400	3,3 b	96,7	0,03 b	99,6	90,6 b	9,4	2,7 b	72,4	69,1 a (227,5)
DMDS 300	5,0 b	95,0	0,05 b	99,4	90,6 b	4,4	3,0 b	68,3	67,6 a (220,3)
1,3D 180	10,0 b	90,0	0,10 b	98,8	100 a	0	3,6 b	62,2	68,7 a (225,6)

GDT: giorni dopo il trapianto; P.i.: piante infestate; Rid.: percentuale di controllo; IMI: indice medio d'infestazione (scala Zeck 0-10); ^(*) Vedi tabella 3

Tabella 6. Prova 4, pomodoro. Percentuale di piante infette (frequenza) e relativa percentuale di riduzione rispetto al testimone (controllo), Indice Medio di Infestazione e relative percentuale di riduzione, Produzione totale (20 piante parcella) e relativo incremento percentuale rispetto al testimone

Tesi	120 GDT (10 piante)				190 GDT (20 piante)				Produzione kg (incremento su testimone)
	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	
Testimone non trattato	100 a ^(*)	-	5,4 a	-	100 a	-	5,8 a	-	49,4 b
DMDS 400	6,0 b	94,0	0,1 c	99,6	0 b	100	0 c	100	77,8 a (57,5)
DMDS 300	8,0 b	92,0	0,1 c	99,6	1,0 b	99,0	0,1 c	99,3	70,0 a (41,7)
1,3D 140	2,0 b	98,0	0,1 c	98,8	1,0 b	99,0	0,1 c	99,9	77,7 a (57,3)
Fosthiazate 10 Abamectina 5 (x4)*	90,0 a	10,0	2,4 b	56,1	86,0 a	14,0	2,6 b	58,6	59,2 ab (19,8)

: Fosthiazate (Nemathorin 150 EC - 10 L/ha): 4 giorni prima del trapianto; Abamectina (Tervigo SC - 5 L/ha x 4): subito dopo il trapianto e a intervalli di 14 giorni. GDT: giorni dopo il trapianto; P.i.: piante infestate; Rid.: percentuale di controllo; IMI: indice medio d'infestazione (scala Zeck 0-10); ^() Vedi tabella 3

Tabella 7. Prova 5, melanzana. Percentuale di piante infette (frequenza) e relativa percentuale di riduzione rispetto al testimone (controllo), Indice Medio di Infestazione e relative percentuale di riduzione, Produzione totale (20 piante parcella) e relativo incremento percentuale rispetto al testimone

Tesi	90 GDT (12 piante)				131 GDT (20 piante)				Produzione kg (incremento su testimone)
	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	P.i. (%)	Rid. (%)	IMI	Rid. (%)	
Testimone non trattato	100 a ^(*)	-	5,8a	-	100 a	-	7,0 a	-	36,1 b
DMDS 400	25,0 b	87,5	0,1b	98,0	75,0 b	25,0	1,2 b	82,7	86,0 a (138,2)
Fosthiazate 10 Oxamyl 20 Oxamyl 10 (x3)	100 a	0	4,4c	23,5	100 a	0	6,1 a	12,3	50,7 ab (40,4)

: Nemathorin 150 EC - 10 L/ha: 5 giorni prima del trapianto; Oxamyl (Vydate 10 L - 20 L/ha: subito dopo il trapianto + 10 L/ha x 3 a intervalli di 10 giorni. GDT: giorni dopo il trapianto; P.i.: piante infestate; Rid.: percentuale di controllo; IMI: indice medio d'infestazione (scala Zeck 0-10); ^() Vedi tabella 3

Nessun effetto fitotossico è stato rilevato su alcuna delle colture in prova per nessuna delle dosi utilizzate e nessun effetto negativo è stato rilevato sulla qualità esteriore delle produzioni.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati raccolti nelle prove, condotte su diverse colture e in diversi periodi dell'anno, si evince un'ottima efficacia nematocida di dimetil disolfuro (Accolade 94 EC) a tutte le dosi saggiate, anche in presenza di infestazioni estremamente elevate di *M. incognita*. In tutte le prove al termine del ciclo colturale con DMDS è stata conseguita la più bassa frequenza di piante infestate, sempre con valori significativamente inferiori al testimone non trattato e con valori simili o inferiori a quelli mostrati dallo standard di riferimento. Analoga efficacia è stata rilevata nel contenimento dell'indice medio d'infestazione, anch'esso sempre statisticamente inferiore rispetto al testimone non trattato, indipendentemente dalla dose utilizzata.

Le applicazioni di dimetil disolfuro (Accolade 94 EC) hanno sempre garantito un notevole incremento produttivo delle colture rispetto a quanto rilevato sul testimone non trattato, talvolta anche di entità particolarmente rilevante. Risultati produttivi molto simili, o solo raramente inferiori, sono stati evidenziati in seguito alle applicazioni dello standard fumigante di riferimento, mentre le strategie di difesa con soli interventi di post-trapianto hanno mostrato risultati sensibilmente inferiori e, pertanto, ritenuti insoddisfacenti.

Il dimetil disolfuro, a qualunque dosaggio impiegato nelle prove effettuate, non ha mai determinato alcun sintomo di fitotossicità, evidenziando un'ottima selettività nei confronti delle colture oggetto di sperimentazione. Analogo comportamento è stato osservato per gli altri prodotti impiegati.

In conclusione, il nuovo fumigante nematocida dimetil disolfuro (Accolade 94 EC) ha dimostrato un'ottima efficacia nel contenere le infestazioni di *M. incognita* sino alla fine del ciclo produttivo delle colture in prova (peperone, melanzana, pomodoro). Tale controllo delle popolazioni nematiche ha determinato sempre incrementi di produzione molto elevati rispetto al testimone, spesso eguagliati dallo standard 1,3D. In base ai risultati ottenuti si ritiene che la dose di 400 L/ha sia quella ottimale per garantire ottima attività nematocida anche in caso di

elevate infestazioni del nematode nel terreno. La lieve presenza di sintomi radicali del nematode rilevata talvolta alla fine del ciclo produttivo dimostra che dimetil disolfuro ha protetto a lungo le piante di pomodoro dagli attacchi del nematode e che quelli tardivi non hanno influito negativamente sulle prestazioni produttive. Inoltre, le basse infestazioni del nematode registrate a fine prova sulle radici delle parcelle fumigate evidenziano cariche del nematode nel terreno molto più basse e, quindi, meno dannose di quelle che erano presenti all'inizio delle prove. Ne derivano notevoli vantaggi per le colture in successione sulle quali si potrà intervenire impiegando mezzi di lotta anche meno efficaci dei fumiganti, favorendo così l'adozione di un programma di lotta integrata.

LAVORI CITATI

- Arnault, I., Fleurance, C., Vey, F., Du Fretay, G. and Auger, J., 2013. Use of Alliaceae residues to control soil-borne pathogens. *Ind. Crop Prod.*, 49, 265-272.
- Colombo, A., 2002. Le problematiche nematologiche delle colture ortive in Sicilia. *Nematol. Medit. (Suppl.)* 30: 17-20.
- Coosemans, J., 2005. Dimethyl disulphide (DMDS): a potential novel nematicide and soil disinfectant. *Acta Hort.*, 698, 57-63.
- Curto G., Dongiovanni C., Sasanelli N., Santori A. and Myrta A., 2014. Efficacy of Dimethyl Disulfide (DMDS) in the control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* and the cyst nematode *Heterodera carotae* on carrot in field conditions in Italy. *Acta Hort.*, 1044, 405-410.
- Sasanelli, N., Dongiovanni, C., Santori, A. and Myrta, A., 2014. Control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by Dimethyl Disulfide (DMDS) applied in drip irrigation on melon and tomato in Apulia and Basilicata (Italy). *Acta Hort.*, 1044: 401-404.
- Sasser, J.N, Freckman, D.W., 1987. A world perspective on nematology: the role of the society. *In: Vistas on Nematology: a Commemoration of the twenty-fifth anniversary of the Society of Nematologists* (Veech, J.A, Dickson, D.W., eds). Society of Nematologists, Hyattsville, Maryland, USA, pp.7-14.
- Zeck W.M., 1971. A rating scheme for field evaluation of root-knot infestations. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer AG*, 24, 141-144.