

ATTUALI INDIRIZZI DI DIFESA, ALTERNATIVI AL BROMURO DI METILE, PER IL CONTROLLO DEI PARASSITI IPOGEI

B. ALOJ¹, F.P. D'ERRICO², E. RAGOZZINO² *

¹Dipartimento di Arboricoltura, Botanica e Patologia Vegetale, Sezione Patologia Università degli Studi – Via Università, n. 100 – 80055 Portici (NA)

² Dipartimento di Entomologia e Zoologia Agraria – Università degli Studi Via Università, n. 100 – 80055 Portici (NA)

RIASSUNTO

Prove di lotta sono state condotte su due cicli consecutivi di lattuga (*Lactuca sativa* L.), in pieno campo, nel salernitano, verso *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw. e funghi fitopatogeni diversi. E' stata valutata l'efficacia del metam-potassium e del metam-sodium, a due differenti dosi commerciali. I fumiganti sono stati somministrati singolarmente e abbinati al fenamiphos che è utilizzato anche da solo, sia nella formulazione microgranulare che microincapsulata; quest'ultima anche in applicazione ripetuta. Le risposte date dai formulati sono state confrontate con il testimone e con il BM. I risultati hanno evidenziato che il metam-potassium nei confronti del metam-sodium, specialmente a dosaggi più alti, ha fatto registrare produzioni più elevate in ambedue i cicli colturali. Entrambi i p.a. hanno altresì messo in luce una buona protezione delle piante da attacchi dei funghi fitopatogeni (*Sclerotinia minor* Jagg., *Rhizoctonia solani* Kühn, *Botrytis cinerea* Pers., *Pythium tracheiphilum* Matta) e una discreta riduzione degli IMI e delle cariche nematologiche. Tali risultati sono stati migliorati allorché è stato ad essi abbinato il fenamiphos, soprattutto in formulazione microincapsulata ed in duplice applicazione.

Parole chiave: bromuro di metile, nematodi, funghi

SUMMARY

NEW ALTERNATIVE METHODS TO THE CONTROL OF SOIL-BORNE PARASITES WITH METHYL BROMIDE

Field trials aimed at evaluating the effectiveness of metham-potassium and metham-sodium, used at two different doses, against *Meloidogyne incognita* and some soil-fungi have been carried out in Salerno province (Southern Italy) on two lettuce cycles. The fumigants were applied singly or in mixture with fenamiphos, both micro granular and microcapsular formulations, the latter in repeated application too. The trial included untreated parcels and methyl-bromide fumigated ones. The results show that metham-potassium was more effective than metham-sodium, specially at the highest dosage, in both cycles. The fumigants showed a satisfactory control of the fungi (*Sclerotinia minor* Jagg., *Rhizoctonia solani* Kühn, *Botrytis cinerea* Pers., *Pythium tracheiphilum* Matta) and were effective in lowering IMI and nematode concentration in the soil. The best results were obtained combining the microincapsular formulation with fenamiphos at two application rate.

Key words: methyl bromide, nematodes, fungi

INTRODUZIONE

I numerosi organismi nocivi alle piante, primariamente nematodi e funghi, facenti parte della biosfera tellurica, sono di norma tenuti sotto controllo con prodotti chimici ad azione fumigante quali il bromuro di metile. Le attuali limitazioni sull'impiego di tale biocida (Gullino, 1996) impongono ai ricercatori di trovare soluzioni alternative. Tale necessità è dettata anche dal fatto che da circa un decennio i consumi di BM hanno subito incrementi annuali attraverso una crescita certamente non trascurabile (Basile *et al.*, 1995). Alla luce di ciò, anche in Italia, prove sperimentali in tale direzione sono state intraprese e con esiti abbastanza incoraggianti (Ragozzino *et al.*, 1999).

Nella riferita sperimentazione si è voluto vagliare l'efficacia del metam-potassium, dal confronto con il metam sodium, a due differenti dosi di impiego le cui quantità in p.a. erano tra loro confrontabili; inoltre, per ottenere un controllo più globale, l'azione di tali fumiganti, che è primariamente fungicida, è stata integrata da un nematocida quale il fenamiphos. L'efficacia di

* Gli Autori hanno contribuito in parti uguali alla realizzazione del lavoro.

tale p.a. è stata valutata anche attraverso un confronto fra la formulazione microgranulare e microincapsulata; quest'ultima anche attraverso una duplice applicazione.

La validità di un doppio intervento è stata apprezzata in quanto si ritiene che, in un areale quale l'agro nocerino-sarnese, le cui colture risentono in maniera particolare gli effetti devastanti da parte del nematode galligeno, un unico trattamento potrebbe non essere sufficiente a garantire il buon esito del secondo ciclo colturale al pari del BM.

MATERIALI E METODI

La prova è stata realizzata nell'azienda Mirella sita nel comune di SanValentino Torio (Salerno). L'appezzamento prescelto, di 2.050 m² circa (36 x 57 m), aveva messo in evidenza sulla coltura di pomodoro dell'anno precedente gravi ed uniformi danni dovuti ad una massiccia infestazione del nematode galligeno *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw.

Il campo, il cui disegno sperimentale comprendeva 19 tesi, per complessive 72 parcelle di 27 m² ciascuna (3 x 9 m), disposte secondo uno schema a blocchi randomizzati con quattro replicazioni, presentava un'infestazione media di circa 100 larve di secondo stadio in 10 cc di terreno.

Il disegno sperimentale è riportato in Tab. I.

Le valutazioni sono state effettuate su due cicli, in successione, di lattuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great lake partendo da piantine precoltivate in contenitori di polistirolo con alveoli del diametro di 3 cm.

Il sesto di impianto realizzato era di 30 cm sulla fila e di 25 cm tra i filari con un investimento reale di 360 piante/parcella.

Il primo ciclo di lattuga, durato 46 giorni, ha avuto inizio il 15 giugno del '98, data di trapianto, e si è concluso il 31 luglio; il 4 agosto il terreno è stato rilavorato ed è stato eseguito il secondo trapianto raccogliendo i grumoli dopo 41 giorni, il 15 settembre.

Per evitare inevitabili effetti di bordo sono state escluse dal campionamento le file laterali delle parcelle nonché le due piante di inizio e fine dei filari centrali.

I rilievi effettuati sono stati i seguenti:

- produzioni, calcolate in base al numero e peso dei grumoli alle rispettive raccolte;
- indici medi di infestazione del galligeno (IMI) determinati sul grado di attacco di 10 piante estirpate a caso da ogni parcella, alla fine dei due cicli colturali. La scala di riferimento adottata (Lamberti, 1971) comprendeva valori tra 0 e 5; in essa 0 corrispondeva all'assenza di galle sulle radici e 5 alla massima infestazione del campo.

Le singole attribuzioni delle piante esaminate sono state inserite nella formula:

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

• cariche nematologiche medie parcellari estraendo i nematodi da campioni di 10 cc di terreno. Il campione base, formato da numerosi e piccoli subcampioni, è stato prelevato all'atto della preparazione del terreno, prima dei trattamenti con i p.a. ad azione fumigante, e subito dopo la estirpazione delle piante alla fine dei due cicli colturali. Le forme libere (larve di secondo stadio e maschi) sono state estratte in bacinelle con il metodo del filtro di cartalana (Oostenbrink, 1960);

• presenza e incidenza di funghi fitopatogeni, tramite osservazioni in campo ed il successivo controllo, ove necessario, attraverso le comuni indagini di laboratorio.

Il programma di concimazione, irrigazione e trattamenti antiparassitari è stato quello in uso in zona ed in ottemperanza delle norme tecniche di coltivazione.

L'insieme dei risultati ottenuti è stato elaborato, sulla base del confronto delle medie, con il metodo Duncan.

Tab. 1 – Trattamenti, dosi, epoche e modalità d'impiego

Tesi	Dosi, epoche e modalità di impiego
bromuro di metile	è stato incorporato nel terreno, alla dose di 60 g/m ² , da ditta specializzata, 21 giorni prima del trapianto (25.05.98).
metam-sodium 40%	è stato introdotto nel terreno, a due diversi dosaggi (820 e 1625 l/ha), mediante iniettori a mano sull'intera superficie parcellare, 21 giorni prima dell'impianto della coltura. Terminata tale operazione è stata eseguita un'irrigazione a pioggia, con un innaffiatoio, dando acqua pari a 25 l/m ² .
metam-potassium	come sopra ma alle dosi di 650 e 1300 l/ha.
fenamiphos G 5%	è stato distribuito e subito dopo incorporato nel terreno, alla dose di 20 g/m ² su tutta la superficie parcellare 5 giorni prima dell'impianto della coltura (10.06.98) inumidendo il terreno, subito dopo, a pioggia.
metam-sodium + fenamiphos G 5%	entrambi i p.a. applicati come sopra.
metam-potassium + fenamiphos G 5%	entrambi i p.a. applicati come sopra.
metam sodium + fenamiphos 240 CS	il metam-sodium come sopra; il fenamiphos 240 CS è stato incorporato nel terreno il 10.06.98, 5 giorni prima del trapianto, mediante il veicolo acqua alla dose di 6 ml/m ² localizzati.
metam-potassium + fenamiphos 240 CS	entrambi i p.a. applicati come sopra.
metam-sodium + fenamiphos 240 CS pre e post-trap	entrambi i p.a. applicati come sopra; l'applicazione post-trapianto di fenamiphos è stata effettuata il 24.06.98, 14 giorni dopo l'applicazione in pre-trapianto.
metam-potassium + fenamiphos 240 CS pre e post-trap	entrambi i p.a. come sopra.
testimone	non trattato

RISULTATI

Le produzioni, gli indici medi di infestazione, le cariche nematologiche nonché il numero e la relativa percentuale di piante morte nei due cicli colturali di lattuga sono stati riportati nelle Tabb. 2 e 3.

L'insieme dei dati fa evincere che tutti i trattamenti hanno inciso positivamente sulle produzioni di entrambi i cicli facendo registrare, di conseguenza, IMI più bassi, cariche nematologiche più ridotte oltre che un esiguo numero di piante morte per gli attacchi di funghi fitopatogeni diversi. Gli incrementi produttivi infatti sono stati dal 22,2% al 150,0% per il primo ciclo colturale e dal 36,0% al 189,1% per il secondo. Dalla comparazione fra il metam-sodium e il metam-potassium quest'ultimo ha fornito complessivamente risposte più brillanti. Queste sono risultate particolarmente valide, anche dal confronto con il BM, allorché al metam-potassium è stato integrato il fenamiphos; la validità di una doppia applicazione di tale fosfororganico ad integrazione del metam-potassium, pur avendo fornito risposte statisticamente più confortanti del BM, è meritevole di ulteriori studi.

Si precisa infine che la morte delle piante, la cui incidenza è stata più alta nel secondo ciclo colturale, è stata causata da severi attacchi in popolazioni miste dei funghi fitopatogeni, *Sclerotinia minor* Jagg. e *Rhizoctonia solani* Kühn e più limitatamente di *Botrytis cinerea* Pers. e *Pythium tracheiphilum* Matta.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Da un'analisi sull'efficacia del BM si evince che essa è più elevata degli altri presidi fitosanitari impiegati nella riferita sperimentazione.

Pur tuttavia anche tale biocida non riesce a risolvere il problema in maniera definitiva; nelle tesi così trattate si è avuta infatti, oltre che una infestazione abbastanza elevata del nematode

Tab. 2 — Effetto dei trattamenti sulle produzioni, IMI, cariche nematologiche e mortalità delle piante (1° Ciclo)

Trattamenti	Grupolo (g)	Incremento % sul testimone	Piante morte		IMI	Cariche nematologiche	
			N	%		21/05	N
testimone	180 a	T=100	54	15,0	4,70	97 a	2340,0 f
bromuro di metile	375 ghilmn	108,3	17	4,7	0,35 ab	102 a	87,5 abc
fenamiphos	220 ab	22,2	54	15,0	1,10 d	95 a	195,0 c
metam-potassium 650 l/ha	255 bcd	41,7	26	7,2	2,60 f	94 a	725,0 e
metam-potassium 650 l/ha + fenamiphos G pre-trap.	330 efghij	83,3	10	2,8	0,30 ab	105 a	45,0 ab
metam-potassium 650 l/ha + fenamiphos CS pre-trap.	370 ghilmn	105,5	7	1,9	0,10 a	99 a	22,5 ab
metam-potassium 650 l/ha + fenamiphos CS pre e post-trap.	390 ilmno	116,7	5	1,4	0,01 a	97 a	5,0 a
metam-potassium 1300 l/ha	325 efghi	80,5	17	4,7	1,75 e	101 a	435,0 d
metam-potassium 1300 l/ha + fenamiphos G pre-trap.	405 mno	125,0	6	1,7	0,12 a	104 a	20,0 ab
metam-potassium 1300 l/ha + fenamiphos CS pre-trap.	435 no	141,7	4	1,1	0,02 a	97 a	15,0 ab
metam-potassium 1300 l/ha+fenamiphos CS pre e post-trap.	450 op	150,0	3	0,8	0,01 a	104 a	2,5 a
metam-sodium 820 l/ha	235 abc	30,5	29	8,0	2,70 f	105 a	790,0 e
metam-sodium 820 l/ha + fenamiphos G pre-trap.	310 defg	72,2	11	3,0	0,40 abc	104 a	32,0
metam-sodium 820 l/ha + fenamiphos CS pre-trap.	345 fghilm	91,7	9	2,5	0,10 a	96 a	17,5 ab
metam-sodium 820 l/ha + fenamiphos CS pre e post-trap.	360 ghilm	100,0	7	1,9	0,10 a	101 a	12,5 ab
metam-sodium 1625 l/ha	285 cdef	58,3	19	5,3	1,85 e	103 a	685,0 e
metam-sodium 1625 l/ha + fenamiphos G pre-trap	375 ghilmn	108,3	8	2,2	0,15 a	99 a	10,0 ab
metam-sodium 1625 l/ha + fenamiphos CS pre-trap.	380 hilmn	111,1	7	1,9	0,10 a	97 a	12,5 ab
metam-sodium 1625 l/ha + fenamiphos CS pre e post-trap.	395 lmno	119,4	5	1,4	0,10 a	105 a	5,0 a

I dati contrassegnati con lettere uguali non differiscono significativamente per $p = 0,05$. (Duncan's Multiple Range Test).

Tab. 3 — Effetto dei trattamenti sulle produzioni, IMI, cariche nematologiche e mortalità delle piante (2° Ciclo)

Trattamenti	Grupolo (g)	Incremento % sul testimone	Piante morte		IMI	Cariche nematologiche N 15/09
			N	%		
Testimone	147 a	T=100	63	17,5	4,9	3200,0 h
BM	335 fghil	127,8	28	7,8	0,9 bcd	325,0 abc
fenamiphos	200 ab	36,0	74	20,1	2,9 fg	1160,0 f
metam-potassium 650 l/ha	215 bc	46,2	46	12,8	3,5 gh	1630,0 g
metam-potassium 650 l/ha + fenamiphos G pre-trap.	250 bcde	70,0	16	4,4	1,2 d	495,0 cd
metam-potassium 650 l/ha + fenamiphos CS pre-trap.	335 fghil	127,8	13	3,6	1,0 cd	835,0 ef
metam-potassium 650 l/ha + fenamiphos CS pre e post-trap.	375 ilmno	155,1	9	2,5	0,2 a	35,0 a
metam-potassium 1300 l/ha	295 defgh	100,6	32	8,9	1,9 e	897,5 ef
metam-potassium 1300 l/ha + fenamiphos G pre-trap.	385 lmno	161,9	11	3,1	0,8 abcd	267,0 abc
metam-potassium 1300 l/ha + fenamiphos CS pre-trap.	415 mno	182,3	7	1,9	0,5 abcd	82,0 ab
metam-potassium 1300 l/ha + fenamiphos CS pre e post-trap.	425 no	189,1	6	1,7	0,2 a	32,5 a
metam-sodium 820 l/ha	200 ab	36,0	45	12,5	3,6 h	1705,0 g
metam-sodium 820 l/ha + fenamiphos G pre-trap.	265 bcdef	80,2	21	5,8	1,2 d	372,5 abc
metam-sodium 820 l/ha + fenamiphos CS pre-trap.	315 efghi	114,2	16	4,4	0,7 abcd	330,0 abc
metam-sodium 820 l/ha + fenamiphos CS pre e post-trap.	325 fghil	121,0	13	3,6	0,7 abcd	167,0 abc
metam-sodium 1625 l/ha	255 bcde	73,4	36	10,0	2,6 f	910,0 ef
metam-sodium 1625 l/ha + fenamiphos G pre-trap.	350 hilm	138,0	15	4,2	0,8 abcd	412,0 bc
metam-sodium 1625 l/ha + fenamiphos CS pre-trap.	365 ilmn	148,2	13	3,6	0,7 abcd	347,5 abc
metam-sodium 1625 l/ha + fenamiphos CS pre e post-trap.	385 lmno	161,0	9	2,5	0,5 abcd	132,5 abc

I dati contrassegnati con lettere uguali non differiscono significativamente per $p = 0,05$. (Duncan's Multiple Range Test)

galligeno specialmente sul secondo ciclo colturale, una certa mortalità delle piante a seguito di attacchi di diversi funghi fitopatogeni. La chiave di lettura di una efficacia più limitata nel tempo rispetto alla norma è da ricercare, a nostro avviso, nelle dosi di impiego più contenute rispetto al passato. La situazione è evidentemente resa ancora più difficile allorquando il BM è utilizzato in zone, come quella oggetto della nostra sperimentazione, che in passato, si sono avvalse dei suoi benefici. Ciò ci fa intuire che, con le ulteriori contrazioni delle dosi di impiego, il dopo bromuro è più vicino alla data ufficialmente programmata per la messa al bando dal commercio.

Il metam-sodium ed il metam-potassium, allorquando impiegati da soli, hanno evidenziato una efficace riduzione degli attacchi dei funghi fitopatogeni; molto blando invece, come si evidenzia dagli IMI e dalle cariche nematologiche presenti nel terreno dei due cicli colturali, è stato il controllo di *M. incognita*. D'altro canto questo risultato, data l'attività primaria fungicida di tali fumiganti, era da attendersi. Di particolare rilievo ci appaiono comunque le possibilità espresse dal metam-potassium che ci sembrano più elevate di quelle fornite dal metam-sodium. Molto brillanti invece sono stati i risultati conseguiti allorquando a loro integrazione è stato effettuato un trattamento con il fenamiphos, sia in formulazione microgranulare che microincapsulata. Il controllo sembra essere, a conferma dei risultati precedentemente acquisiti (D'Errico *et al.*, 1998), ancora più efficace allorquando viene impiegata la formulazione microincapsulata. Una doppia applicazione di tale p.a. è senz'altro vantaggiosa per quanto attiene il controllo del fitofago e quindi indirettamente anche degli incrementi di produzione, ma non ci sembra indispensabile anche perché probabilmente antieconomica. Una sua puntuale valutazione deve essere quasi certamente diversificata da caso a caso perché è condizionata da vari fattori (lunghezza del ciclo colturale, pianta ospite, condizioni pedoclimatiche etc.).

Il fenamiphos, applicato da solo ha fornito risultati più modesti; questi sono da attribuire al suo meccanismo d'azione che è alquanto selettivo nei confronti dei nematodi e quindi all'azione deprimente causata dai funghi fitopatogeni.

Alla luce dei dati rilevati, dalle osservazioni in campo nonché di quanto noto in letteratura (Dalmaso *et al.*, 1971) è possibile dedurre che il quadro fitopatologico dei due cicli colturali, e segnatamente del secondo, è stato aggravato dal noto sinergismo nematodi-funghi. Molte malattie crittogamiche infatti non possono installarsi nei tessuti vegetali se non in seguito agli attacchi dei galligeni; in detti casi l'azione dei nematodi non è solamente meccanica ma soprattutto biochimica.

Ha collaborato alla ricerca l'assistente tecnico Sig. Luigi Sannino del Dipartimento di Entomologia e Zoologia Agraria - Università degli Studi di Portici (Napoli).

LAVORI CITATI

- BASILE M., RUGGIERO D., GENUALDO M., BASILE A.C., 1995. Consumo di nematocidi fumiganti e mappe di rischio in Italia. *Suppl. Nematol. Medit.*, 23, 157-165.
- DALMASSO A., BRANCA - LACOMBE G., MUNCK - CARDIN M.C., 197. La connaissance des relations nematodes-microorganismes pathogenes: Element de base pour la comprehension des agrobiocenoses. *Les nematodes des cultures, Journees d'etudes et d'information*, ACTA - FNGPC, 1250-159.
- D'ERRICO F.P., LAMBERTI F., TACCONI R., 1998. Prove di lotta nematocida su fagiolo in provincia di Salerno. *Notiziario sulla Protezione delle Piante*, 8: 231-236.
- GULLINO M.L., 1996. Tutte le alternative al bromuro di metile. *Terra e Vita*, 7, 106-107.
- LAMBERTI F., 1971. Primi risultati di prove di lotta nematocida su tabacchi levantini in provincia di Lecce. *Il Tabacco*, 738, 5-10.
- OOSTENBRINK M., 1960. Estimating nematode populations by some selected methods. *In Nematology (J.N. Sasser e W.R. Jenkins Ed.) Univ. N. Caroline Press. Chapell Hill*, 85-102.
- RAGOZZINO E., ALOJ B., D'ERRICO F.P., 1999. Tecniche integrate di disinfezione dei terreni, per il controllo dei parassiti tellurici. *Suppl. Nematol. Medit.* (in corso di stampa).