

EFFETTI DEL TRATTAMENTO CON BROMURO DI METILE SULLA PRESENZA DI GALLE NELLE RADICI E SUL CONTENUTO DI BROMO NEL TERRENO E NEI FRUTTI IN TIPI DI POMODORO RESISTENTI AI NEMATODI (*MELOIDOGYNE* SPP.) COLTIVATI IN SERRA FREDDA

NUCIFORA A.⁽¹⁾, COSENTINO S.⁽²⁾, SORTINO O.⁽³⁾ e COLOMBO A.⁽¹⁾

(1) Istituto di Entomologia agraria - Università degli Studi di Catania

(2) Centro di Studio sulle Colture Ortive in Sicilia del C.N.R. c/o Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee - Università degli Studi di Catania

(3) Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee - Università degli Studi di Catania

Riassunto

E' stata condotta una ricerca in serra fredda con lo scopo di studiare gli effetti del trattamento del terreno con bromuro di metile, a confronto con terreno non trattato, sulla presenza di galle radicolari, sul comportamento produttivo e sul contenuto di bromo nel terreno e nelle bacche di 11 varietà di pomodoro di cui nove resistenti e due non resistenti ai nematodi.

Gli ibridi di pomodoro resistenti ai nematodi, coltivati su terreno non fumigato, non hanno fatto rilevare presenza di galle radicolari. Gli stessi ibridi, sempre su terreno non trattato, non hanno fatto registrare decurtazioni significative della resa rispetto alla produzione ottenuta su terreno fumigato, con l'eccezione degli ibridi 'Alia' e 'Turquesa'. Il trattamento al terreno con bromuro di metile ha indotto un aumento del contenuto di bromo nel terreno e soprattutto nelle bacche di pomodoro.

Summary

EFFECTS OF SOIL TREATMENT WITH METHYL BROMIDE ON THE PRESENCE OF GALLS IN THE ROOT AND ON THE BROMINE CONTENT IN THE SOIL AND IN THE FRUIT IN TYPES OF TOMATO RESISTANT TO NEMATODES (*MELOIDOGYNE* SPP.) GROWN IN COLD GREENHOUSE

A research was carried out in cold greenhouse aiming at studying the effects of soil treatment with methyl bromide, compared to untreated soil, on the presence of galls on root, on production and on the bromine content of soil and fruit of 11 tomato varieties of which nine resistant and two non resistant to nematodes.

The resistant tomato hybrid grown on untreated soil did not show any presence of galls on root. The same hybrids, always on untreated soil, did not decrease significantly the yields compared to the ones obtained on treated soil, with the exception of 'Alia' and 'Turquesa' varieties. The methyl bromide treatment induced an increase of bromine in the soil and, especially, in the tomato fruits.

Introduzione

La pratica della fumigazione del terreno con bromuro di metile viene, com'è noto, largamente praticata per la disinfestazione dei terreni nelle serre del ragusano dagli agenti biotici che attaccano l'apparato radicale delle piante. L'impiego di questa tecnica può comportare, tuttavia, accumulo di bromo nel terreno e nel prodotto utile (Fallico *et al.*, 1989).

La necessità di sostituire questo mezzo di lotta con mezzi altrettanto efficaci, ma più sicuri da un punto di vista di salvaguardia dell'ambiente e della salute dell'uomo comporta lo studio di soluzioni alternative. Tra queste l'utilizzo di varietà resistenti potrebbe contribuire, assieme ad altre tecniche proposte (Katan, 1981), al controllo della 'stanchezza' del terreno senza far ricorso alle fumigazioni (Noto *et al.*, 1987).

Sulla base di queste premesse sono state condotte alcune ricerche allo scopo di studiare il comportamento di alcuni tipi di pomodoro resistenti ai nematodi galligeni (Calabretta *et al.*, 1989). In questa sede si riferiscono gli effetti del trattamento del terreno con bromuro di metile sulla presenza di galle radicolose, sul comportamento produttivo e sul contenuto in bromo del terreno e delle bacche di tipi di pomodoro resistenti ai nematodi.

Materiale e metodo

La ricerca è stata condotta nel corso del 1988, in serra fredda posta lungo il litorale ragusano, in agro di S. Croce Camerina (RG) (36°48' Lat. N. e 2°55' Long. E., a m 10 s.l.m.), operando su terreno sabbioso (97%). La serra utilizzata era costituita da una struttura in legno e calcestruzzo precompresso, ricoperta con film di polietilene dello spessore di mm 0,15.

In armonia con gli obiettivi della prova, il terreno, precedentemente coltivato a solanacee, è stato per metà fumigato con bromuro di metile alla dose di g 80 m⁻², e per la restante parte non trattato in alcun modo (testimone). Sono stati posti a confronto 9 ibridi di pomodoro da mensa resistenti, secondo le ditte costitutrici, ai nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.), con due tipi (Marmande Raf e Vemone F1) suscettibili all'attacco di tali fitomizi terricoli (tab.1).

Tab.1 - Tipi allo studio e relative resistenze, secondo le indicazioni fornite dalle ditte costitutrici

1) Vemone	Tm
2) Marmande	
3) Alia	Tm, V, F, N
4) Jacinto	Tm, V, F, N
5) Boulba	Tm, V, F, N
6) Etna	Tm, V, F, N
7) Red Sea	Tm, V, F, N
8) Meltine	Tm, V, F, N
9) Acor	Tm, V, F, N
10) Turquesa	Tm, N
11) Novi	Tm, V, F, N

Tm = virus del mosaico del tabacco

V = Verticillium

F = Fusarium

N = Nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.)

Le piante sono state trapiantate il 20 febbraio 1990 con un investimento unitario di 3 piante m⁻² (m 1 x 0,33). E' stato utilizzato il sistema di irrigazione a microportata di erogazione con il metodo di distribuzione "a goccia". Le cure colturali sono state effettuate secondo le pratiche in uso nella zona.

I rilievi hanno riguardato:

- la valutazione della percentuale di superficie dell'apparato radicale visivamente interessata da galle da *Meloidogyne* spp., su piante prelevate a 90 giorni dal trapianto e a fine ciclo;
- la statura delle piante a 60 giorni dal trapianto e a fine ciclo;
- il numero e il peso dei frutti nelle successive raccolte;
- il contenuto di bromo su campioni di terreno prelevati prima del trattamento con bromuro di metile e durante il ciclo colturale (15 giorni dopo il trattamento e a fine ciclo);
- il contenuto di bromo nelle bacche di pomodoro su campioni prelevati il 30/5/90, il 15/6/90 e il 5/7/90 (fine del ciclo colturale) su due ibridi di cui uno resistente ai nematodi ('Turquesa') ed uno suscettibile ('Vemone');

La raccolta, che ha riguardato i primi quattro grappoli, ha avuto inizio il 23/5/90 e si è protratta fino al 5/7/90. Il contenuto di bromo, nel terreno e sui frutti, è stato rilevato per via elettrolitica, utilizzando il modello Orion expandable ionalyzer EA 920, con elettrodo specifico Orion 94-35 SC ed elettrodo di riferimento 9001000.

I risultati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza in base al disegno sperimentale previsto. In presenza di F significativo è stata calcolata la M.D.S. La suddivisione delle medie relative all'effetto del genotipo nella resa e nelle sue componenti è stata effettuata utilizzando il metodo proposto da Scott-Knott (Gates e Bilbro, 1978)

Risultati

Grado di infestazione da Meloidogyne spp.

Il grado di infestazione in base alla presenza di galle sulle radici è risultato, a 90 giorni dal trapianto, di un certo rilievo solo nelle varietà non resistenti coltivate su terreno non trattato; infatti Vemone e Marmande hanno fatto rilevare valori di 2 e 3 rispettivamente nell'ambito di una scala di attacco compresa fra 0 e 5 (Calabretta *et al.*, l.c.). Nei tipi resistenti è stata rilevata la totale assenza di galle nelle radici (tab. 2).

Tab. 2 - Presenza di galle di nematodi nelle radici in due momenti del ciclo produttivo in relazione ai fattori allo studio

TIPI	Grado di attacco			
	a 90 giorni dal trapianto		a fine ciclo	
	bromuro	testimone	bromuro	testimone
1) Vemone	0	2	0	5
2) Marmande	0	3	0	5
3) Alia	0	0	0	0
4) Jacinto	0	0	0	0
5) Boulba	0	0	0	0
6) Etna	0	0	0	0
7) Red Sea	0	0	0	0
8) Meltine	0	0	0	0
9) Acor	0	0	0	0
10) Turquesa	0	0	0	0
11) Novi	0	0	0	0

A fine ciclo, le radici delle varietà suscettibili coltivate su terreno non trattato hanno fatto registrare il massimo grado di attacco (5 per Vemone e Marmande), mentre non è stato riscontrato alcun attacco sulle varietà resistenti. Il grado di attacco mostrato nelle varietà suscettibili testimonia della presenza dei nematodi del terreno e della capacità, quindi, delle varietà resistenti a non mostrare effetti dell'attacco degli stessi. Nel terreno trattato con bromuro di metile la sola varietà Marmande ha mostrato la presenza di una certa quantità di galle, peraltro molto contenuta, valutata con il grado 1.

Altezza delle piante

L'altezza delle piante è stata rilevata in due momenti del ciclo produttivo, a 60 giorni ed a fine ciclo. E' stato considerato questo carattere quale indice dell'accrescimento delle piante.

Tab. 3 - Altezza media delle piante in relazione ai trattamenti e ai tipi, rilevata a 60 giorni dal trapianto e a fine ciclo.

Varietà	60 giorni			Fine ciclo		
	Bromuro	Test.	Media	Bromuro	Test	Media
Vemone	191,7	152,7	172,2	272,1	166,5	219,3
Marmande	123,4	107,5	115,5	205,3	148,7	177,0
Alia	145,4	143,2	144,3	255,1	238,2	246,6
Jacinto	164,9	145,8	155,4	239,1	238,5	248,8
Boulba	151,5	145,2	148,4	233,9	216,4	225,2
Etna	141,5	136,1	138,8	182,7	165,8	174,2
Red Sea	116,4	93,1	104,8	168,9	149,0	158,9
Meltine	137,0	133,8	135,4	231,3	212,4	221,8
Acor	142,2	126,8	134,5	182,9	174,5	178,7
Turquesa	177,5	166,5	172,0	211,1	209,1	210,1
Novi	174,7	175,0	174,8	219,0	204,9	211,9
Media	151,5	138,7	145,1	220,1	193,1	206,6

A 60 giorni dal trapianto, le due varietà suscettibili ai nematodi coltivate su terreno non trattato hanno fatto rilevare un'altezza inferiore alle stesse varietà coltivate su terreno trattato (192 contro 153 cm in Vemone e 123 contro 108 cm in Marmande nell'ordine per la tesi bromurata ed il testimone).

A fine ciclo, l'altezza della pianta è risultata più elevata, nella media delle varietà, nella tesi trattata con Bromuro di metile (220,1 cm) rispetto al testimone (193,1 cm). Nella media dei trattamenti il carattere in parola ha oscillato tra 158,9 cm per la varietà Red Sea e 248,8 cm per la varietà Jacinto.

Produzione a fine ciclo

La resa a fine ciclo, espressa in termini di produzione per pianta è risultata influenzata da tutti i fattori allo studio (fig.1).

La produzione unitaria è variata in relazione alle varietà e nella media dei due trattamenti al terreno, tra 2.706 g pianta⁻¹ ('Boulba') e 1.906 g pianta⁻¹ ('Acor'). La suddivisione delle medie in gruppi, effettuata per mezzo del metodo di Scott-Knott, ha permesso di individuare tre gruppi a comportamento omogeneo. Nel primo gruppo sono

risultate comprese oltre alla già citata 'Boulba' anche le varietà "Turquesa", 'Vemone' e 'Novi' (nell'ordine con 2.699, 2.659 e 2.619 g pianta⁻¹). Il secondo gruppo, a comportamento intermedio, comprende 'Alia', 'Red Sea', 'Jacinto' e 'Meltine' (2.474, 2.458, 2.448 e 2.396 g pianta⁻¹ rispettivamente) ed infine fra le varietà meno produttive, tutte comprese nell'ultimo gruppo, ritroviamo 'Etna', 'Marmande' ed 'Acor' (2.144, 2.088 e 1.906 g pianta⁻¹ rispettivamente).

Nella media di tutte le varietà allo studio, il trattamento al terreno con bromuro di metile ha comportato una produzione superiore del 30% circa rispetto al testimone non trattato (2.715 contro 2.121, nell'ordine per i due trattamenti).

La significatività dell'interazione "trattamento x varietà" pone in evidenza, tuttavia, come l'andamento degli effetti principali non sia stato sempre rispettato. Differenze significative tra le produzioni ottenute nei due trattamenti al terreno sono risultate a carico, principalmente, delle due varietà non resistenti ai nematodi 'Vemone' (3.225 contro 2.093 g pianta⁻¹ rispettivamente per la tesi fumigata ed il testimone) e 'Marmande' (2633 contro 1.543 g pianta⁻¹) e, inoltre, di 'Alia' (2.954 contro 1.993 g pianta⁻¹) e di 'Turquesa' (3.050 contro 2.348 g pianta⁻¹).

Con riferimento alle componenti della resa, il numero di frutti per pianta, ha mostrato una variabilità significativa per effetto del genotipo (fig. 2). Il carattere in parola è variato tra 24,2 ('Boulba') e 12,4 ('Acor'). Secondo la suddivisione operata dal metodo di Scott-Knott, appartengono allo stesso gruppo del 'Boulba' anche 'Vemone', 'Turquesa', 'Alia' e 'Meltine' (24, 22, 22 e 21 frutti pianta⁻¹, rispettivamente). Un secondo gruppo intermedio comprende 'Jacinto', 'Red Sea' e 'Novi' (18, 17 e 17 frutti pianta⁻¹ nell'ordine), mentre nel terzo gruppo si ritrovano 'Marmande', 'Etna' e 'Acor' (15, 14 e 12 frutti pianta⁻¹, rispettivamente).

L'effetto del trattamento non ha influenzato il numero di frutti per pianta, considerato nella media di tutte le varietà. Rispetto ai trattamenti, tuttavia, non tutte le varietà si sono comportate in maniera univoca. In particolare Marmande, Jacinto, Acor e Vemone hanno fatto registrare, nella tesi fumigata, un numero di frutti superiore, rispettivamente, del 58%, 52%, 42% e 31% rispetto alla tesi testimone.

L'altra componente della resa, il peso unitario delle bacche ha mostrato anch'essa notevole variabilità fra le varietà allo studio (fig.3). Nella media dei trattamenti al terreno, il peso dei frutti ha oscillato tra 156,5 g ('Novi') e 110 g ('Vemone'). Gli ibridi 'Etna' (156,4 g), 'Acor' (154,9 g) e 'Red Sea' (145,8 g) hanno mostrato anch'esse dimensioni dei frutti ragguardevoli. All'estremo opposto si sono collocate, oltre alla citata 'Vemone', anche 'Boulba' (112 g), 'Alia' (113 g) e 'Meltine' (116,3 g).

Nella media delle varietà, la differenza di peso unitario tra le due tesi, a favore di quella fumigata, non è risultata significativa all'analisi della varianza. Il comportamento della varietà 'Alia', dove il peso unitario della tesi trattata è risultato superiore del 45% rispetto al testimone (134 contro 92 g frutto⁻¹, nell'ordine delle due tesi) ha indotto la significatività dell'interazione "trattamento x varietà".

Contenuto di bromo nel terreno e nelle bacche

Il contenuto di bromo nel terreno e nelle bacche è risultato significativamente influenzato dai trattamenti allo studio (tab. 4).

I valori del contenuto di bromo nel terreno prima del trattamento con bromuro di metile, sono risultati, ovviamente, indifferenziati tra i due terreni predisposti per la prova (con circa 6 ppm per entrambi), a testimonianza della assoluta eguaglianza delle condizioni di partenza in cui questi si trovavano.

Fig.1 - Produzione per pianta (g) in
relazione ai trattamenti ed alle
varietà allo studio

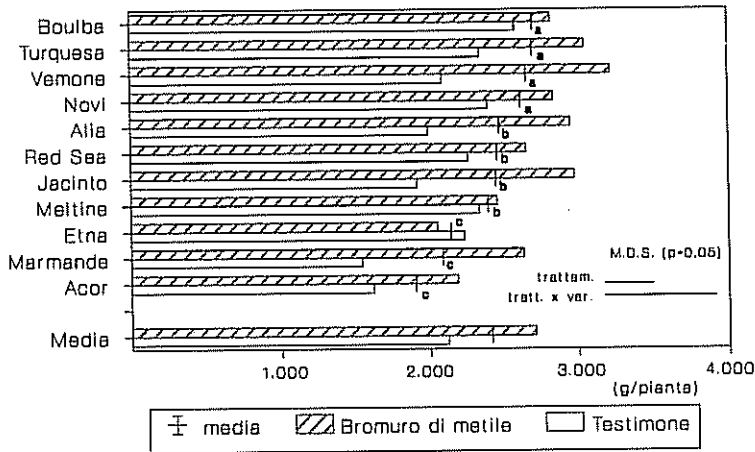


Fig.2 - Numero di frutti per pianta in
relazione ai trattamenti ed alle varietà
allo studio

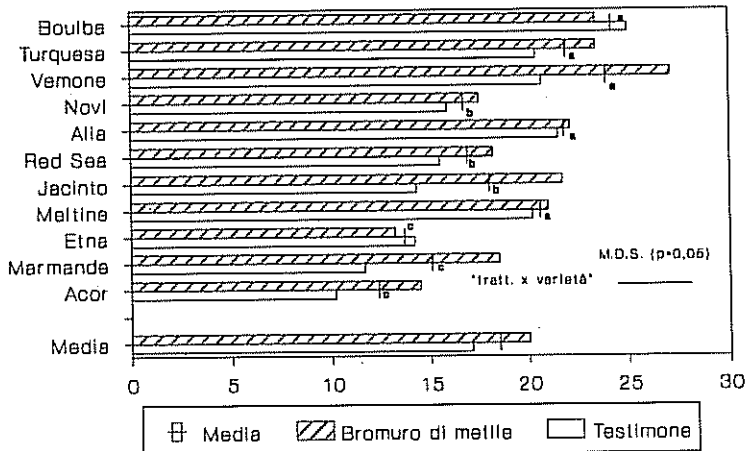


Fig.3 - Peso unitario della bacche in
relazione al trattamenti ed alle
varietà allo studio

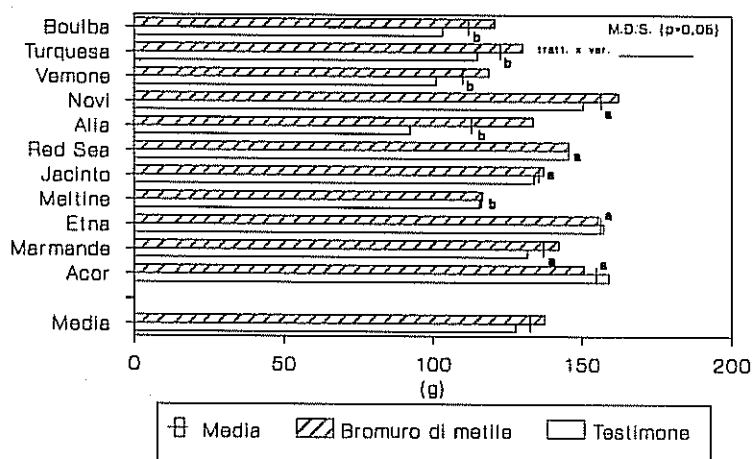
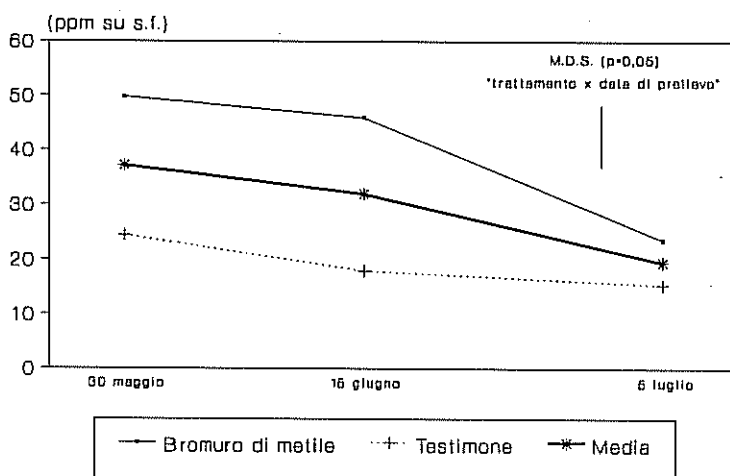


Fig. 4 - Contenuto di bromo nelle bacche
in rapporto al trattamento al terreno ed
alla data di prel. (media della varietà)



Dopo quindici giorni dal trattamento con bromuro di metile, il contenuto di bromo nel terreno fumigato è risultato superiore di 7 volte circa rispetto alla tesi non trattata (35,4 contro 5,4 ppm rispettivamente per i due trattamenti).

I valori di bromo nel terreno rilevati a fine ciclo nella tesi bromurata sono apparsi notevolmente inferiori rispetto al prelievo precedente (9,6 ppm), ancorchè significativamente superiori alla tesi non trattata (4,2 ppm).

Tab. 4 - Contenuto di bromo nel terreno (ppm) prima e dopo il trattamento con bromuro di metile in relazione ai fattori allo studio.

TESI	Prima del trattamento	15 giorni dopo il trattamento	A fine ciclo	Media
Bromuro di metile	6,3	35,4	9,6	15,3
Testimone	6,0	5,4	4,2	7,0
Media	6,1	20,4	6,9	
D.M.S.	n.s.*	3,74	2,79	

* n.s.=non significativo

Il contenuto di bromo nelle bacche è risultato significativamente differente fra i due trattamenti al terreno studiato. Indipendentemente da tutti gli altri fattori, la tesi bromurata è apparsa superiore del 100% circa rispetto alla tesi non trattata (39,7 contro 19,2 ppm rispettivamente per le due tesi) (tab.5).

Tab. 5 - Contenuto di bromo nelle bacche in rapporto ai trattamenti al terreno ed alle varietà, nella media delle date di prelievo.

Varietà	Bromuro	Testimone	Media	D.M.S. (p=0,05)	
Vemone	39,2	18,8	29,0	Trattamenti (T)	11,7
Turquesa	40,3	19,6	30,0	Varietà (V)	n.s.*
				(T) x (V)	n.s.*
Media	39,7	19,2			

* n.s.=non significativo

Mentre non sono state rilevate differenze tra le due varietà analizzate (29,0 e 30,0 ppm rispettivamente per 'Vemone' e 'Turquesa') i dati relativi ai prelievi periodici hanno mostrato una progressiva riduzione del contenuto di bromo nelle bacche, che è passato da 37,1 ppm (30 giugno) a 19,5 ppm (5 agosto) (fig.5).

L'analisi statistica ha posto in evidenza, tuttavia, attraverso la significatività dell'interazione "trattamento x varietà" i differenti rapporti tra la tesi fumigata e la tesi non trattata nelle date di prelievo. Il trattamento al terreno con bromuro di metile ha indotto,

trattata nelle date di prelievo. Il trattamento al terreno con bromuro di metile ha indotto, nelle prime due date, un contenuto di bromo nelle bacche significativamente superiore (+100% circa) rispetto al terreno non trattato; nell'ultima data di prelievo, il contenuto di bromo nelle bacche non è risultato statisticamente diverso, per quanto sia risultato superiore nella tesi fumigata rispetto al testimone (23,6 contro 15,4 ppm nell'ordine delle due tesi).

Conclusioni

Lo svolgimento della presente ricerca ha permesso di trarre le seguenti indicazioni:

- gli ibridi di pomodoro resistenti ai nematodi, allevati su terreno non trattato, non hanno mostrato presenza di galle radicolari, al contrario delle varietà non resistenti Vermone e Marmande;
- gli ibridi di pomodoro resistenti ai nematodi coltivati su terreno non trattato non hanno fatto rilevare differenze significative di resa rispetto alle produzioni ottenute su terreno fumigato; hanno fatto eccezione gli ibridi Alia e Turquesa, mentre le due varietà non resistenti, Vermone e Marmande, hanno subito notevoli decurtazioni di resa a causa del mancato trattamento al terreno;
- il trattamento con bromuro di metile al terreno ha determinato un incremento del contenuto di bromo nel terreno stesso e soprattutto nelle bacche.

In conclusione, l'uso di varietà di pomodoro dotate di specifiche resistenze genetiche può consentire di ottenere risultati produttivi soddisfacenti anche se coltivate su terreno non fumigato. Il loro utilizzo, inoltre, può evitare l'accumulo di bromo nei frutti che il trattamento del terreno con bromuro di metile, comporta; un accumulo oltre i limiti fisiologici della coltura che potrebbe risultare dannoso per la salute umana.

Bibliografia

- CALABRETTA C., COSENTINO S., NUCIFORA A., SORTINO O. (1989). Valutazioni di tipi di pomodoro coltivati in serra fredda resistenti all'attacco di nematodi galligeni. *Inform. Fitop.*, 6, 43-48.
- FALLICO R., FERRANTE M., NUCIFORA A., SORTINO O., CALABRETTA C., COSENTINO S. (1989). Residui di antiparassitari in pomodoro coltivati in serra con trattamenti differenziati. *Atti del 7° Simposio "Chimica degli Antiparassitari, Agricoltura e Informatica"*, Piacenza 8-9 giugno, 73-84.
- GATES C.E., BILBRO J.D. (1978). Illustration of a cluster analysis method for mean separation. *Agron. J.*, 70, 462-465.
- KATAN J. (1981). Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 19, 211-236.
- NOTO G., PARATORE A., CALABRETTA C., NUCIFORA A. (1987). Possibilità di controllo della "stanchezza" del terreno in serra mediante la pastorizzazione e l'impiego di tipi resistenti di pomodoro. *Culture Protette*, 12, 49-55.