

Laboratorio di Nematologia Agraria del C.N.R.
70126 Bari - Italia

PROVE DI LOTTA CHIMICA CONTRO
HETERODERA GÖTTINGIANA SU PISELLO IN PUGLIA⁽¹⁾

di

M. DI VITO e F. LAMBERTI⁽²⁾

Condizioni ambientali sfavorevoli non hanno permesso di condurre a termine una prova di lotta chimica intrapresa nel 1972-73 contro *Heterodera göttingiana* Liebscher su Pisello (*Pisum sativum* L.). I dati parziali ottenuti, tuttavia, hanno messo in luce la buona efficacia di alcuni prodotti (Dazomet e Fenamifos) contro questo nematode ed hanno fatto intravedere la possibilità di conseguire un buon controllo del parassita anche con altri (D-D e Di-Trapex), purché somministrati in dosi appropriate (Di Vito *et al.*, 1973).

Per ottenere conferma a questi risultati e per determinare le dosi ottimali di questi e di altri nematocidi le prove sono state proseguite nel 1973-74.

Materiali e metodi

È stato scelto, per i nostri esperimenti, un appezzamento in agro di Palagiano (Taranto), sul quale una coltura di Pisello, l'anno precedente, aveva subito gravi danni per gli attacchi di *H. göttingiana*.

Analisi nematologiche effettuate su campioni medi, prelevati in campo, nell'ottobre del 1973, hanno mostrato un'infestazione di 10

(1) Trials of chemical control of *Heterodera göttingiana* on pea in Apulia.

(2) Comunicazione presentata alla tavola rotonda sui « Parassiti ipogei delle colture agrarie e possibilità di lotta », Cagliari, 28-30 Aprile 1975.

Tabella I - *Nematocidi saggiati e dosi e modalità d'impiego.*

Prodotto saggiato	Dose impiego per ha	Formulazione	% di principio attivo	Epoca e metodi di applicazione
Dazomet	100 kg 300 kg 500 kg 700 kg	granuli fumiganti	98 3, 5 dimetil-tetraidro-1, 3, 5, 2H-tiadiazina-2-tione	48 giorni presemina (9 ottobre 1973) uniformemente incorporato al terreno
Fenamifos	100 kg 300 kg 500 kg 700 kg	granuli	10 etil 4-(metiltio)-m-tolil isopropilfosforamidato	40 giorni presemina (17 ottobre 1973) uniformemente incorporato al terreno
D-D	100 l 300 l 500 l 700 l	liquido fumigante	55 1, 3 dicloropropene 45 1, 2 dicloropropano	40 giorni presemina (17 ottobre 1973) con palo iniettore
Di-Trapex	100 l 300 l 500 l 700 l	liquido fumigante	80 1, 3 dicloropropene, 1, 2 dicloropropano 20 metilisotiocianato	40 giorni presemina (17 ottobre 1973) con palo iniettore
Telone	100 l 300 l 500 l 700 l	liquido fumigante	92 1, 3 dicloropropene	40 giorni presemina (17 ottobre 1973) con palo iniettore
Carbofuran (G)	120 kg	granuli	10 2, 3 diidro-2-2 dimetil-7-benzofuranil metilcarbammato	Incorporato al terreno in tre dosi eguali: 6 giorni presemina (21 novembre 1973), alla prima (13 febbraio 1974) e alla seconda sarchiatura (25 febbraio 1974)
Carbofuran (G+Pb)	45 kg	granuli	10 2, 3 diidro-2-2 dimetil-7-benzofuranil metilcarbammato	La formulazione granulare è stata incorporata al terreno 6 giorni prima della semina; quella di polvere bagnabile è stata irrorata, in due dosi eguali, in sospensione acquosa (500 l d'acqua/ha) sulla chioma delle piante, all'emergenza (28 dicembre 1973) ed un mese dopo (28 gennaio 1974)
	10 kg	polvere bagnabile	75 2, 3 diidro-2-2 dimetil-7-benzofuranil metilcarbammato	
Carbofuran (Pb)	16 kg	polvere bagnabile	75 2, 3 diidro-2-2 dimetil-7-benzofuranil metilcarbammato	In tre irrorazioni fogliari in sospensione acquosa (500 l d'acqua/ha ogni volta): 6 kg/ha all'emergenza (28 dicembre 1973) e 5 kg/ha ogni volta ad uno (28 gennaio 1974) e due mesi (25 febbraio 1974) dal primo trattamento

cisti, contenenti ciascuna circa 290 uova, per ogni 500 g di terreno e 20 uova vitali libere in ogni 50 ml di terreno.

Il campo, costituito da terreno sabbioso-limoso, è stato suddiviso in parcelle di m² 6 (2 x 3) ciascuna, distribuite a caso in sei blocchi; tra una parcella e l'altra è stato lasciato un interspazio di m. 0,50.

Caratteristiche, dosi e modalità di impiego dei nematocidi saggiati sono esposti nella Tabella I.

La semina, accompagnata da una concimazione fosfatica, è stata effettuata il 27 novembre 1973 con la varietà Verdone Fulminante, deponendo cinque semi in ognuna di 20 buchette per parcella, separate tra loro cm 35, su file distanti cm 50 l'una dall'altra.

Per valutare l'effetto dei trattamenti sono stati rilevati i seguenti dati:

- a) numero medio di piante sopravvissute per ogni parcella;
- b) numero medio di femmine e cisti di *H. göttingiana* presenti sulle radici;
- c) numero medio di uova in ogni ciste;
- d) produzione di baccelli freschi.

Tutti i dati sono stati elaborati statisticamente e le medie confrontate tra loro col metodo di Duncan (1955).

Risultati

a) Numero medio di piante sopravvissute per ogni parcella.

Questo rilievo è stato effettuato alla fine del marzo 1974, perché molte delle piante, nelle parcelle, erano in avanzato stato di deperimento e cominciavano ad avvizzire per gli intensi attacchi del nematode. È stata calcolata la percentuale di piante presenti su ogni parcella rispetto al numero di semi seminati (100 per ogni parcella).

Dai dati esposti nella Tabella II, si può constatare che la germinazione del seme altissima e la sopravvivenza delle piante notevole, fino alla data del rilievo, sono state piuttosto uniformi nelle varie parcelle sottoposte ai diversi trattamenti. Solo sulle aree trattate con le dosi più alte di Dazomet era presente un numero ridotto di piante, ma risulta chiaro, se si prendono in esame gli altri parametri considerati per valutare l'efficacia nematocida dei prodotti in prova, che ciò è da attribuire ad un effetto fitotossico del composto.

Tabella II - *Effetto dei trattamenti sulla percentuale di piante sopravvissute, rispetto al numero di semi seminati, fino alla fine di marzo 1974.*

T r a t t a m e n t i		% media di piante sopravvissute per parcella	Significatività ^(a) (P = 0,01)	Differenza % rispetto al testimone
Dazomet	100 kg/ha	100	A	+ 8
Fenamifos	300 kg/ha	100	A	+ 8
Fenamifos	500 kg/ha	100	A	+ 8
Fenamifos	700 kg/ha	100	A	+ 8
D-D	700 l/ha	100	A	+ 8
Di-Trapex	100 l/ha	100	A	+ 8
Carbofuran	G	100	A	+ 8
Carbofuran	G + Pb	100	A	+ 8
Fenamifos	100 kg/ha	99	A	+ 7
D-D	500 l/ha	99	A	+ 7
Di-Trapex	300 l/ha	99	A	+ 7
Telone	100 l/ha	99	A	+ 7
Telone	500 l/ha	99	A	+ 7
Carbofuran	Pb	99	A	+ 7
Di-Trapex	500 l/ha	98	A	+ 6
Telone	300 l/ha	98	A	+ 6
Telone	700 l/ha	98	A	+ 6
D-D	300 l/ha	97	A	+ 5
Di-Trapex	700 l/ha	97	A	+ 5
D-D	100 l/ha	94	A	+ 2
Testimone		92	A	—
Dazomet	300 kg/ha	79	B	— 15
Dazomet	500 kg/ha	67	B	— 28
Dazomet	700 kg/ha	35	C	— 62

(a) I dati affiancati dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro.

b) Numero medio di femmine e cisti di H. göttingiana presenti sulle radici.

Come si è già detto, alla fine del marzo 1974 la maggior parte delle piante nelle parcelle testimoni era in piena senescenza ed iniziava ad avvizzire. Attendere il termine della coltura, per determinare i livelli di infestazione del nematode, avrebbe significato perdere gran parte delle piante e le radici sarebbero, nel frattempo, marcite. Sarebbe mancato, quindi, un termine di paragone per valutare l'effetto dei nematocidi su intensità di attacchi e tasso di riproduzione del parassita.

Anche questo rilievo è stato, pertanto, effettuato alla fine di marzo, raccogliendo radici di piante di pisello al centro di ogni parcella. Su quantità di g 5 di radici, colorate a caldo con lattofenolo e fucsina acida, è stato poi determinato il numero di femmine e cisti del nematode presenti.

Il Fenamifos ha controllato in maniera totale gli attacchi di *H. göttingiana* (Tab. III). Risultati ottimi sono comunque stati ottenuti con Carbofuran e con le dosi più alte di Di-Trapex. Un buon comportamento ha anche mostrato il Dazomet. Piuttosto intenso, invece, era il grado di infestazione delle radici delle piante cresciute nelle parcelle trattate con D-D o Telone, benché i livelli dell'infestazione fossero di gran lunga ed in maniera statisticamente significativa più bassi di quelli osservati sulle radici raccolte in terreno non trattato (Tab. III).

Tabella III - *Effetto dei trattamenti nematocidi sul livello d'infestazione delle radici da parte di Heterodera göttingiana.*

Trattamenti		N. medio di cisti e femmine osservati su 5g di radici per ogni parcella	Significatività (*)	
			P = 0,05	P = 0,01
Fenamifos	300 kg/ha	0	a	A
Fenamifos	500 kg/ha	0	a	A
Fenamifos	700 kg/ha	0	a	A
Fenamifos	100 kg/ha	1	a	A
Carbofuran	G + Pb	2	a	A
Carbofuran	Pb	7	a	A
Di-Trapex	500 l/ha	10	a	A
Di-Trapex	700 l/ha	13	a	A
Carbofuran	G	14	a	A
Dazomet	700 kg/ha	25	a	AB
Dazomet	300 kg/ha	53	ab	AB
Dazomet	500 kg/ha	55	ab	ABC
Di-Trapex	300 l/ha	78	ab	ABCD
Telone	700 l/ha	109	abc	ABCD
Dazomet	100 kg/ha	132	bcd	ABCDE
Telone	300 l/ha	147	bcd	ABCDE
Telone	500 l/ha	184	cde	BCDEF
D-D	500 l/ha	190	cdef	BCDEF
D-D	300 l/ha	204	cdef	CDEF
Telone	100 l/ha	228	def	DEF
Di-Trapex	100 l/ha	248	def	DEF
D-D	700 l/ha	259	ef	EF
D-D	100 l/ha	292	f	F
Testimone		1.102	g	G

(a) I dati affiancati dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro.

c) Numero medio di uova in ogni ciste.

Per determinare l'effetto dei trattamenti sulla prolificità del nematode, dalle radici raccolte alla fine di marzo in ogni parcella, sono state staccate a caso 10 cisti. Di ciascuna di esse, sono state contate le uova presenti all'interno.

Le irrorazioni fogliari con Carbofuran hanno sensibilmente ridotto, nei confronti del testimone, la prolificità del nematode, che è stata, invece, considerevolmente stimolata dai trattamenti fumiganti al terreno (Tab. IV).

Tabella IV - Effetto dei trattamenti nematocidi sulla prolificità di *H. göttingiana*.

Trattamenti		N. medio di uova per ciste	Significatività ^a P = 0,05 P = 0,01	
Fenamifos	300 kg/ha	0		
Fenamifos	500 kg/ha	0		
Fenamifos	700 kg/ha	0		
Carbofuran	Pb	154	a	A
Carbofuran	G + Pb	167	a	A
Dazomet	700 kg/ha	210	ab	AB
Dazomet	500 kg/ha	273	bc	BC
Fenamifos	100 kg/ha	274	bc	BC
Carbofuran	G	276	bcd	BC
Di-Trapex	700 l/ha	296	cde	BC
Dazomet	300 kg/ha	326	edef	CD
Testimone		330	edef	CD
D-D	500 l/ha	333	edef	CD
Di-Trapex	300 l/ha	333	edef	CD
Di-Trapex	500 l/ha	343	edef	CDE
Dazomet	100 kg/ha	348	edef	CDE
Telone	500 l/ha	349	edef	CDE
Telone	700 l/ha	351	def	CDE
D-D	100 l/ha	354	ef	CDE
Di-Trapex	100 l/ha	355	ef	CDE
Telone	100 l/ha	368	ef	CDE
Telone	300 l/ha	399	fg	DE
D-D	300 l/ha	401	fg	DE
D-D	700 l/ha	440	g	E

(a) I dati affiancati dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro.

d) *Produzione di baccelli freschi.*

La raccolta dei baccelli freschi è stata effettuata in quattro fasi, tra la seconda decade di aprile ed il 15 maggio 1974, rilevando ogni volta il peso del prodotto raccolto in ogni parcella e, calcolando, al termine, le produzioni totali.

Tutti i trattamenti hanno indotto produzioni significativamente più elevate di quelle del testimone, ad eccezione delle dosi più basse di D-D e Dazomet (Tab. V). A proposito di quest'ultimo prodotto,

Tabella V - *Effetto dei trattamenti nematocidi sulla produzione di baccelli freschi.*

Trattamenti		Peso medio per parcella Kg. m ² 6	Significatività ^{a)} P = 0,05 P = 0,01		Incrementi % rispetto al testimone
Fenamifos	300 kg/ha	6,127	a	A	2.103
Fenamifos	500 kg/ha	6,023	a	A	2.066
Fenamifos	700 kg/ha	5,770	a	AB	1.975
Fenamifos	100 kg/ha	5,580	a	ABC	1.907
Carbofuran	G + Pb	5,413	ab	ABC	1.847
Di-Trapex	500 l/ha	4,757	abc	ABCD	1.611
Di-Trapex	700 l/ha	4,732	abc	ABCD	1.602
Carbofuran	Pb	4,160	bcd	BCDE	1.396
Carbofuran	G	4,030	cde	BCDEF	1.349
Di-Trapex	300 l/ha	3,868	cdef	CDEF	1.291
Telone	500 l/ha	3,228	defg	DEFG	1.061
D-D	700 l/ha	3,120	defgh	DEFG	1.022
D-D	500 l/ha	2,969	defgh	DEFGH	967
Telone	300 l/ha	2,670	efghi	EFGH	860
Telone	700 l/ha	2,646	efghi	EFGH	851
Di-Trapex	100 l/ha	2,467	fghi	EFGH	787
Telone	100 l/ha	2,389	fghi	EFGH	759
D-D	300 l/ha	2,375	ghi	EFGH	754
Dazomet	500 kg/ha	2,280	ghi	EFGH	720
Dazomet	700 kg/ha	2,125	ghi	FGH	664
Dazomet	300 kg/ha	1,665	hi	GHI	498
D-D	100 l/ha	1,384	il	GHI	397
Dazomet	100 kg/ha	1,211	il	HI	335
Testimone		0,278	l	I	—

(^a) I dati affiancati dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro.

sembra utile rilevare che anche nelle parcelle in cui molti semi non avevano germinato per il suo effetto fitotossico, le piante sopravvissute hanno prodotto notevoli quantità di baccelli. Le migliori produzioni in senso assoluto, tuttavia, sono state ottenute con i trattamenti a base di Fenamifos. Subito dopo sono state notate, per la loro produttività, le parcelle trattate con le due formulazioni di Carbofuran in combinazione: i granuli alla semina e la polvere bagnabile dall'emergenza in poi. Le dosi più alte di Di-Trapex hanno anche indotto apprezzabili incrementi di produzione (Tab. V).

Discussione e Conclusioni

I rilevanti incrementi di produzione ottenuti con l'impiego dei nematocidi saggati e la correlazione negativa altamente significativa, emersa alla fine della prova, tra densità d'infestazione e produzione di baccelli freschi (fig. 1), confermano ulteriormente la patogenicità di *H. göttingiana* nei confronti del Pisello e l'efficacia nematocida dei prodotti impiegati.

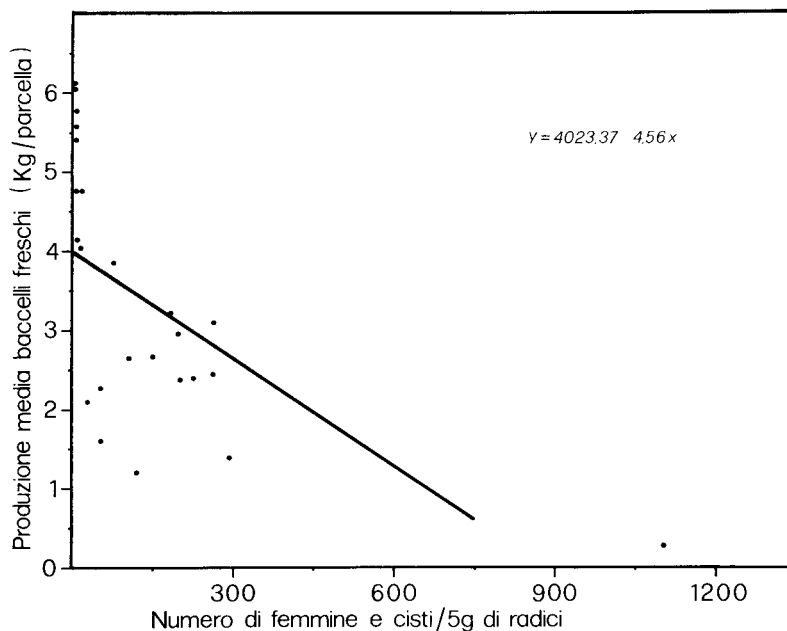


Figura 1 - Relazione tra intensità di attacco di *Heterodera göttingiana* e produzione in baccelli freschi di piante di Pisello (significatività $P = 0,001$).

Di essi, il migliore in senso assoluto, è stato il Fenamifos che, oltre ad indurre i più alti incrementi di produzione nei confronti del testimone, ha protetto la coltura dagli attacchi del nematode per tutta la sua durata. Radici di piante estirpate alla metà di maggio, in parcelle trattate con questo nematocida, erano ancora completamente immuni. Già in dosi di 100 kg/ha esso ha dato eccellenti risultati. Noi riteniamo, comunque, che le dosi ottimali, che, inoltre, garantiscono da ogni rischio, siano comprese tra 200 e 300 kg/ha.

Meno persistente del Fenamifos, cosa del resto già dimostrata in altre prove (Inserra e O'Bannon, 1974; Vovlas e Lamberti, 1974; Roca *et al.*, 1975) è risultato essere il Carbofuran. A questo inconveniente si è parzialmente ovviato, frazionando la dose unitaria per ettaro in tre volte. Si pensa che l'efficacia del composto possa essere ulteriormente migliorata suddividendo una dose totale, leggermente superiore a quella da noi adottata, in quattro o cinque interventi di 3 kg/ha di principio attivo ciascuno, all'intervallo di 16-20 giorni l'uno dall'altro, a partire dall'inizio dell'emergenza delle piantine.

Il Di-Trapex è risultato il migliore tra i fumiganti. La presenza del metilisotiocianato conferisce, a nostro avviso, a questo preparato, una maggiore penetrabilità nelle cisti rispetto al D-D ed al Telone, i quali uccidono larve e uova del parassita, libere nel terreno, ma non riescono a proteggere la coltura dalle larve che successivamente fuoriescono da uova presenti nelle cisti. Gli attacchi in questi casi, sono inferiori e meno massivi; pertanto, le piante compiono gran parte del loro ciclo vegetativo senza apparenti danni che, invece, si evidenziano durante la fase produttiva.

Se si esaminano i dati relativi ai livelli di infestazione ed alle produzioni, appare evidente che anche il Dazomet è stato molto efficace; le produzioni di baccelli freschi, nelle parcelle con esso trattate, sono state, infatti, abbastanza elevate se si considera che su di esse era presente un numero di piante ridotto rispetto a quello delle altre parcelle. L'alta fitotossicità di questo prodotto ne rende, tuttavia, aleatorio l'impiego.

Infine è utile qualche considerazione sull'effetto dei nematocidi sulla prolificità di *H. göttingiana*.

Tralasciando il Fenamifos, che chiaramente ha prevenuto l'invasione delle radici da parte del parassita, ci sembra di poter affermare che il Carbofuran, quando applicato per irrorazione fogliare nella formulazione di polvere bagnabile, ha notevolmente depresso l'ovodeposizione, esercitando un'azione tossica sugli individui del paras-

sita stabilirsi sulle radici dell'ospite. Differente, invece, dovrebbe essere l'azione del Dazomet, che avrebbe impedito gli attacchi del nematode finché nel terreno sono persistiti i suoi residui. Ciò è confermato dal fatto che solo le dosi più alte di questo prodotto hanno influenzato negativamente la deposizione di uova. In questo caso, la ridotta prolificità sarebbe da imputarsi ad un raccorciamento (invecchiamento precoce per il variare delle condizioni ambientali) del ciclo di *H. göttingiana* (Di Vito *et al.*, 1974).

Un incremento dell'ovodeposizione, nei confronti degli individui cresciuti sulle radici delle piante testimoni, è stato, invece, riscontrato in femmine sviluppatesi sulle radici delle piante presenti nelle parcelle fumigate. Ciò è dovuto, a nostro avviso, alle differenti condizioni dell'ospite e ad una diminuita competizione dei nematodi tra loro (Grimaldi De Zio *et al.*, 1975), essendo, in questi casi, i livelli di infestazione molto più bassi.

R I A S S U N T O

In prove di lotta chimica condotte nel 1973-74, in Puglia, contro *Heterodera göttingiana* Liebscher su Pisello (*Pisum sativum* L.), i migliori risultati sono stati ottenuti con Fenamifos o Carbofuran. Buon esito hanno anche dato i trattamenti a base di Di-Trapex, D-D e Telone. Il Dazomet, che ha controllato in maniera soddisfacente il nematode, è apparso, invece, fitotossico nelle condizioni dell'esperimento.

S U M M A R Y

Trials of chemical control of Heterodera göttingiana on pea in Apulia.

Trials for the chemical control of *Heterodera göttingiana* Liebscher on pea (*Pisum sativum* L.) were carried out in 1973-74 in Apulia. The best results were obtained with applications of either Phenamiphos or Carbofuran, but also Di-Trapex, D-D and Telone performed well. Dazomet satisfactorily controlled the nematode, but was phytotoxic under the conditions of the experiment.

R É S U M É

Contrôle chimique contre Heterodera göttingiana sur pois dans les Pouilles.

La lutte chimique contre *Heterodera göttingiana* Liebscher sur pois dans les Pouilles, pendant les années 1973-74, a prouvé que les meilleurs résultats sont obtenus avec le Phenamiphos ou le Carbofuran; Di-Trapex, D-D et Telone ont donné aussi de bons résultats. Le Dazomet a bien contrôlé le nématode, mais s'est révélé phytotoxique dans les conditions de l'épreuve.

LAVORI CITATI

- DI VITO M., LAMBERTI F. e GRECO N., 1974 - The life cycle of *Heterodera göttingiana* Liebscher under field conditions in Southern Italy. Riassunti del XII Simposio Internazionale di Nematologia, 1-7 Sett. 1974, Granada, Spagna, pag. 106-107.
- DI VITO M., LAMBERTI F. e INSERRA R., 1973 - Prove preliminari di lotta chimica contro *Heterodera göttingiana* Liebscher, grave parassita del Pisello nell'Italia meridionale. *Nematol. medit.*, 1: 125-138.
- DUNCAN D. B., 1955 - Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11: 1-42.
- GRIMALDI DE ZIO S., LAMBERTI F. e MORONE DE LUCIA M. R., 1975 - The female gonad of *Longidorus africanus* Merny and the influence of the host on its development. *Nematol. medit.*, 3: 123-141.
- INSERRA R. e O'BANNON J. H., 1974 - Systemic activity of Phenamiphos for control of *Meloidogyne arenaria* on *Gardenia jasminoides* and *Ficus carica*. *Pl. Dis. Repr.*, 58: 1075-1076.
- ROCA F., LAMBERTI F. e SINISCALCO A., 1975 - Studi sulla persistenza di alcuni nematocidi granulari nella lotta contro i nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.). Atti delle « Giornate Fitopatologiche », 12-14 Nov. 1975, Torino, in corso di stampa.
- VOVLAS N. e LAMBERTI F., 1974 - Studies on the systemic action of some chemicals in the control of root-knot nematodes. Riassunti del XII Simposio Internazionale di Nematologia, 1-7 Sett. 1974, Granada, Spagna, pag. 107.

Accettato per la pubblicazione il 12 giugno 1975.