

## LA SOLARIZZAZIONE DEL TERRENO IN SERRA PER IL CONTENIMENTO DEI NEMATODI GALLIGENI DELLA LATTUGA

FIUME F.

Istituto Sperimentale per l'Orticoltura di Pontecagnano (Salerno)

### Riassunto

Per due anni consecutivi, su terreno naturalmente infestato, sono state condotte delle ricerche sulla solarizzazione del suolo, utilizzando la struttura della serra e la copertura del terreno con film plastici, allo scopo di contenere le infestazioni di nematodi galligeni (*Meloidogyne* spp.) della lattuga. Sono state messe a confronto le seguenti tesi: solarizzazione della serra con terreno coperto con film di PE trasparente, nero e con terreno nudo, solarizzazione in pien'aria (metodo tradizionale), non solarizzato (testimone). I valori più elevati di temperatura del suolo, rilevati nei primi 10 cm di profondità, di circa 60 °C, per più lungo periodo di tempo, sono stati ottenuti nelle serre mantenute chiuse e con terreno coperto con film trasparente o nero; gli incrementi delle temperature massime, rispetto al terreno non solarizzato, sono stati di circa 16 e 18 °C a luglio e di 17 e 19 °C ad agosto, rispettivamente. Per le stesse tesi, rispetto al testimone non solarizzato, è stata ottenuta una riduzione dell'infestazione compresa fra il 60 ed il 90%, in rapporto all'anno di coltura ed all'epoca di raccolta. Infine, sono stati riscontrati anche significativi incrementi produttivi per tutte le tesi solarizzate.

### Summary

#### SOIL SOLARIZATION IN GREENHOUSE FOR THE CONTROL OF ROOT-KNOT NEMATODES ON LETTUCE

Research on soil solarization was carried out during two years in naturally infested soil, in order to control root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on lettuce. Different solarization treatments were compared: a) closed greenhouse plus transparent or black PE film on the ground; b) closed greenhouse and soil without any coverage; c) soil covered with transparent film in open field (traditional method); d) not solarized soil (control). Among all the soil solarization systems, the closed greenhouse plus transparent or black PE film showed the highest temperatures (up to about 60 °C) at a depth of 10 cm. For these two solarization systems, the increase of maximum temperatures ranged from 16 to 18 °C in July and from 17 to 19 °C in August, when compared with the not solarized soil. The best control of infestation was obtained in the solarized closed greenhouse plus transparent or black film covering of the soil. Compared to the control, significant production increases were also achieved.

### Introduzione

Fra gli ortaggi da insalata coltivati in Italia, la lattuga (*Lactuca sativa* L.) rappresenta sicuramente quello più importante in termini di superficie coltivata, di produzione, di consumo fresco sui mercati nazionali e di vantaggio per la bilancia commerciale per quanto attiene l'esportazione. Pertanto diventa sempre più sentito il bisogno di ottenere una produzione di

elevata qualità, caratterizzata, fra l'altro, soprattutto oggi in maniera preminente, dall'assenza di residui di fitofarmaci utilizzati nel corso del ciclo colturale per la lotta alle infezioni ed infestazioni.

Il manifestarsi di un intenso attacco di nematodi galligeni del genere *Meloidogyne*, che ha interessato l'apparato radicale di piante di lattuga, durante il ciclo di coltivazione autunno-vernino in serra e la necessità di ricorrere a metodi alternativi alla somministrazione nel terreno di prodotti fitoiatrici, ha reso possibile condurre, durante l'estate del biennio successivo, una prova di disinfezione del suolo mediante la solarizzazione. Peraltro, l'individuazione di una strategia sostitutiva dell'intervento chimico assume una particolare importanza, in relazione alla capacità di questa Composita di accumulare nelle foglie i derivati di alcuni fitofarmaci, come ad esempio bromo (conseguenza delle geodisinfezioni con bromuro di metile) incrementando il rischio di dar luogo ad un prodotto con residui eccedenti i limiti di tolleranza (Bleyaert e Dejonckheere, 1988; Dejonckheere e Bleyaert, 1988; Galoux e Bernes, 1988; Cabras *et al.*, 1989). D'altra parte, gli effetti dei residui di fitofarmaci ed in particolare di fumiganti del terreno, come il metham, il metil isotiocianato ed il dazomet, sull'uomo e sugli animali, sono oggetto di accurato studio (Lam *et al.*, 1993).

La solarizzazione rappresenta una possibile alternativa ai tradizionali mezzi di intervento chimico in orticoltura protetta. Essa è basata sull'utilizzazione del calore solare per ottenere un incremento della temperatura degli strati superficiali di terreno, mediante preliminare bagnatura e copertura dello stesso con un film plastico trasparente e, conseguentemente, delle modificazioni chimiche e biologiche in grado di produrre un contenimento di alcuni patogeni (Katan, 1980).

### Materiali e metodi

Nel biennio 1992 e 1993, presso l'Istituto Sperimentale per l'Orticoltura di Pontecagnano (Salerno), sono state condotte delle prove su terreno naturalmente infestato da nematodi galligeni del genere *Meloidogyne*. In uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con tre ripetizioni, sono state messe a confronto le seguenti tesi:

- solarizzazione della serra mantenuta chiusa, con terreno nudo;
- solarizzazione della serra con terreno sul quale è stato disteso un film di PE trasparente di mm 0,05 di spessore;
- solarizzazione della serra con terreno pacciamato con film di PE nero di mm 0,08;
- terreno solarizzato in pien'aria con film di PE trasparente di mm 0,05 di spessore (metodo tradizionale);
- terreno non solarizzato in pien'aria (testimone).

La quarta tesi è stata inclusa nella prova soltanto nel primo anno di ricerca.

La superficie parcellare è stata di circa m<sup>2</sup> 15, con un investimento unitario di 6 piante per metro quadrato.

La solarizzazione è stata effettuata nei mesi di luglio ed agosto dei due anni di ricerca. Le serre hanno mantenuto la copertura con film trasparente di polietilene di mm 0,18 di spessore, normalmente utilizzata nella protezione delle precedenti coltivazioni orticole autunno-vernine e vernino-primaverili. La copertura del suolo con film plastico trasparente è stata effettuata subito dopo la lavorazione superficiale del terreno, il suo livellamento e l'irrigazione fino alla

capacità di campo. Il terreno coperto con film plastico nero è stato prima lavorato, baulato, irrigato, sottoposto a concimazione di fondo e pertanto predisposto, in anticipo, per il trapianto della lattuga; unica operazione rinviata ed effettuata subito prima della messa a dimora è stata la foratura della plastica in relazione al sesto di coltivazione, uguale per tutte le parcelle, cioè cm 60 fra le bine e cm 35x35 entro la bina.

La rilevazione della temperatura del suolo è stata effettuata per ciascuna tesi, mediante termometri posti alla profondità di 10 cm; quest'ultima scelta è stata fatta in relazione alle dimensioni medie dell'apparato radicale delle piante di lattuga che, almeno fino alla maturazione economica, non scende nel terreno oltre tale valore. L'andamento geotermico è stato rilevato solo nell'estate del 1992 avendo riscontrato una buona concordanza dei dati di tale anno con quelli ottenuti in analoghe ricerche condotte in precedenza nella stessa area operativa (Fiume, 1992). Nello stesso periodo sono state effettuate le misure di temperatura dell'aria in serra ed in pieno campo, di piovosità e di eliofanografia relativa, il rilievo di quest'ultimo dato è servito per conoscere il numero di ore durante le quali le radiazioni solari giungono al suolo con una intensità superiore ad un certo limite in rapporto alle ore che nello stesso luogo e nello stesso giorno dovrebbero giungervi. Al termine della solarizzazione sono state predisposte le parcelle per il trapianto, eliminando il film plastico trasparente dal terreno della tesi dove era presente e procedendo, all'inizio di settembre, alla sistemazione ed alla pacciamatura del suolo, con film nero, per tutte le tesi, tranne quella dove tale film era stato già collocato. Nella seconda metà di settembre 1992 è stato effettuato il trapianto della cv Trocadero ed al termine del ciclo produttivo, nella prima decade di novembre, è stata trapiantata la cv Rosalba. Le tesi solarizzate in pien'aria di quest'ultimo ciclo produttivo sono state coperte con un tunnel in plastica all'avvicinarsi dei rigori invernali. Nel 1993, il trapianto è stato effettuato alla fine di settembre impiegando nuovamente la cv Rosalba. La coltivazione è stata condotta con tecniche ordinarie per la zona in cui si è operato, ricorrendo alla fertirrigazione con una manichetta a microportata e somministrando dosi minime di concime, particolarmente azotato, ed evitando qualunque tipo di intervento con trattamenti antiparassitari. In corrispondenza della raccolta, effettuata il 6 novembre 1992 e il 25 gennaio 1993 (primo anno) ed il 9 novembre 1993 (secondo anno) tutte le piante sono state scalzate ed esaminate nel loro apparato radicale per distinguerle in sane (senza galle apprezzabili) ed ammalate (con galle). Nella parte centrale della parcella sono state scelte a caso 10 piante sulle quali sono state effettuate le misure di quantità e qualità della produzione.

Utilizzando il programma MSTAT, i dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza ed al confronto multiplo mediante il test di Duncan. I valori percentuali sono stati trasformati in  $\arcsen \sqrt{p}$  prima dell'elaborazione statistica.

### **Risultati e discussione**

La figura 1 mostra l'andamento delle temperature del terreno rilevate per le diverse tesi durante il periodo di solarizzazione. L'esame comparativo dei grafici evidenzia, in relazione all'andamento eliofanografico, i più elevati valori geotermici per le tesi con la copertura del terreno, i quali si discostano chiaramente dal testimone non coperto. Un'ulteriore chiara differenziazione risalta quando si confrontano le serre solarizzate con terreno coperto dal film pacciamante con quelle solarizzate con terreno nudo. Nessuna differenza si rileva fra queste

ultime e la tesi solarizzata in maniera tradizionale. Soltanto piccole differenze emergono dal confronto fra la serra solarizzata con terreno coperto dal film nero e quella con terreno coperto con film di PE trasparente; tuttavia la curva rappresentante l'andamento geotermico di quest'ultima tesi si mantiene quasi sempre al disotto, sia pure con uno scarto di pochi gradi, di quella della precedente tesi. La figura 2 riporta i grafici della temperatura dell'aria delle serre sottoposte a solarizzazione (andamento delle massime e delle medie giornaliere) e del pieno campo (minima, media e massima giornaliera). L'esame delle curve evidenzia come l'andamento termico dell'aria, registrato nelle serre solarizzate, si discosta nettamente da quello misurato in pieno campo. Ciò consente di spiegare l'importanza che assume la serra in plastica nella pratica della solarizzazione del suolo e come questa tecnica sia molto più efficace in coltura protetta che non in pieno campo.

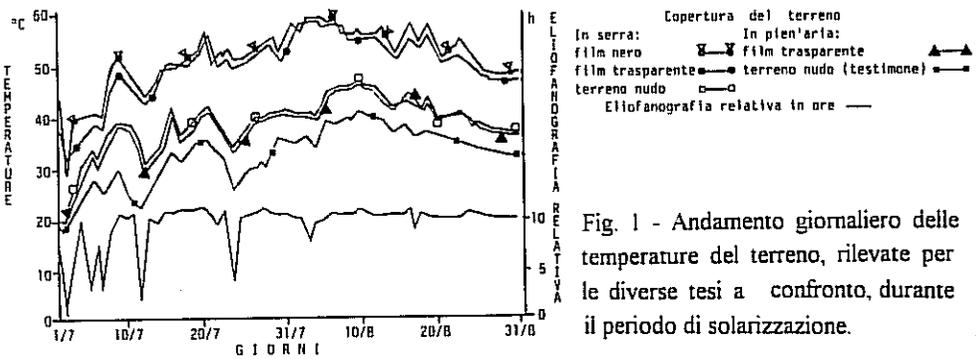


Fig. 1 - Andamento giornaliero delle temperature del terreno, rilevate per le diverse tesi a confronto, durante il periodo di solarizzazione.

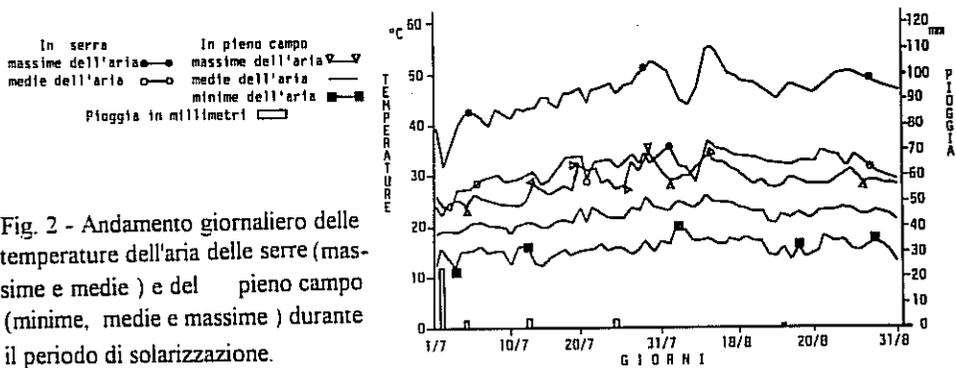


Fig. 2 - Andamento giornaliero delle temperature dell'aria delle serre (massime e medie) e del pieno campo (minime, medie e massime) durante il periodo di solarizzazione.

Un ulteriore esame dei dati geotermici elaborati evidenzia che i valori più elevati sono stati ottenuti per le serre nelle quali il terreno è rimasto coperto col film durante la solarizzazione (tab. 1). Infatti le temperature massime del suolo hanno fatto registrare valori compresi fra 47,6 °C e 48,8 °C a luglio e fra 54,8 °C e 56,0 °C ad agosto per le serre con terreno dotato di film di copertura, rispettivamente, trasparente e nero; tali dati si sono differenziati, in maniera altamente significativa, da quelli corrispondenti ottenuti nella serra con terreno nudo ed in pieno campo.

Tab. 1 - Valori medi mensili minimi e massimi delle temperature del terreno

Luogo	T e s i Copertura del terreno	Temperature minime		Temperature massime	
		Luglio	Agosto	Luglio	Agosto
Serra	film nero	29,1 A	34,0 A	48,8 A	56,0 A
Serra	film trasparente	28,0 A	33,1 A	47,6 A	54,8 A
Serra	terreno nudo	22,6 B	26,5 B	38,3 B	46,8 B
Pien'aria	film trasparente	22,7 B	26,9 B	38,0 B	46,6 B
Pien'aria	terreno nudo (controllo)	19,1 C	22,7 C	31,2 C	37,2 C

Le colonne i cui valori sono contrassegnati dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per  $P < 0,01$  al test di Duncan.

La tabella 2 riporta il numero di giorni e la percentuale rispetto all'intero periodo di solarizzazione durante il quale valori significativi della temperatura sono stati rilevati nelle diverse tesi. E' possibile osservare che nella tesi solarizzata con pacciamatura nera sono state registrate temperature di oltre 50 °C per 43 giorni, corrispondente al 69,3% dell'intero periodo di luglio ed agosto in cui fu effettuata la solarizzazione; la tesi solarizzata con film trasparente ha consentito di registrare temperature, comprese nello stesso intervallo, per 37 giorni pari al 59,7% dello stesso periodo. Le stesse tesi hanno fatto registrare temperature del suolo comprese fra 41 e 50 °C per 13 e per 18 giorni rispettivamente, pari al 21,0% e 29,0% del bimestre. Per il testimone in pien'aria non sono stati mai registrati valori termici del suolo di quest'ordine di grandezza, mentre la tesi costituita dalla serra solarizzata con terreno nudo e la tesi di pieno campo solarizzata tradizionalmente hanno permesso di rilevare temperature comprese nell'ultimo intervallo indicato per 23 e 19 giorni rispettivamente. Queste ultime tesi hanno fatto registrare temperature comprese fra 30 e 40 °C, o al disotto, per la maggior parte del bimestre di riscaldamento solare del suolo.

Tab. 2 - Giorni e corrispondenti percentuali, rispetto all'intero periodo di solarizzazione (62 giorni), in cui le temperature massime del terreno, raggruppate per classi, sono state misurate

Luogo	T e s i Copertura del terreno	< 30 °C		30:40 °C		41:50 °C		> 50 °C	
		d	%	d	%	d	%	d	%
Serra	film nero	1	1,6	5	8,1	13	21,0	43	69,3
Serra	film trasparente	0	0,0	7	11,3	18	29,0	37	59,7
Serra	terreno nudo	4	6,4	35	56,4	23	37,1	0	0,0
Pien'aria	film trasparente	3	4,8	40	64,5	19	30,7	0	0,0
Pien'aria	terreno nudo (controllo)	18	29,0	44	71,0	0	0,0	0	0,0

La tabella 3 riporta i dati fitosanitari dell'esperimento con riferimento all'infestazione causata

dai nematodi galligeni. Dalla stessa si evince il chiaro effetto, sia pure in modo differenziato, di qualunque tipo di solarizzazione del terreno sulla sanità dell'apparato radicale con un andamento analogo nei due anni di prova. Le tesi in serra con terreno solarizzato con film nero e trasparente hanno fatto registrare valori compresi fra il 95% ed il 100% di piante sane, i quali si sono discostati significativamente da quelli ottenuti nelle tesi costituite dalla serra con terreno nudo e solarizzazione tradizionale, compresi fra il 47% e l'81%, che, a loro volta, sono significativamente diversi da quelli del testimone, compresi fra 0% ed il 38%. Il più basso numero di piante infestate, riscontrate con il rilievo invernale, può attribuirsi alla migrazione dei nematodi verso gli strati più profondi lungo il profilo del terreno, in relazione alla bassa temperatura, ed al più ridotto spostamento passivo verso la superficie, in rapporto alla diminuzione dell'evaporazione.

Tab. 3 - Dati fitosanitari riguardanti l'apparato radicale delle piante distinte in sane, infestate commerciabili e morte, nei due anni di prove

T e s i		Primo anno: I raccolta			Primo anno: II raccolta		Secondo anno	
Luogo	Copertura del terreno	P i a n t e			P i a n t e		P i a n t e	
		Sane %	Infestate %	Morte %	Sane %	Infestate %	Sane %	Infestate %
Serra	film nero	98,3 A	1,7	0,0	98,8 A	1,2	95,4 A	4,6
Serra	film trasparente	97,4 A	2,6	0,0	99,5 A	0,5	100,0 A	0,0
Serra	terreno nudo	67,9 B	32,1	0,0	79,0 B	21,0	46,6 B	53,4
Pien'aria	film trasparente	69,7 B	28,0	2,3	80,7 B	19,3	-	-
Pien'aria	terreno nudo (controllo)	0,0 C	92,5	7,4	38,7 C	61,3	8,7 C	91,3

Le colonne i cui valori sono contrassegnati dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per  $P < 0,01$  al test di Duncan.

La tabella 4 riporta l'effetto della solarizzazione su alcuni parametri produttivi nei due anni di sperimentazione. Con riferimento al peso medio della pianta, al numero ed al peso fresco e secco delle sole foglie, sia pure con diversi valori unitari nei due anni in relazione all'andamento climatico ed all'epoca di raccolta, i dati ottenuti dalle tesi costituite dalle serre con copertura del terreno (nero e trasparente) non si sono tra loro discostati significativamente, mentre si sono differenziati da quelli ottenuti dalle altre tesi. Dall'esame della tabella emerge il forte incremento produttivo conseguito nelle serre solarizzate con copertura del terreno e che il film nero ha garantito quasi sempre rese superiori, sebbene non significativamente differenti rispetto al film incolore. Il confronto tra la tesi costituita dalla serra tenuta sigillata nel bimestre di solarizzazione con terreno nudo e la tesi solarizzata tradizionalmente in pieno campo non ha mostrato differenze significative; ciò ha fatto ritenere che la copertura della serra, riguardo agli effetti di solarizzazione, ha un comportamento analogo a quello del film di PE disteso sul terreno. I dati relativi al peso secco delle foglie si sono distribuiti fra le tesi a confronto allo stesso modo di quelli precedentemente trattati, mentre quelli delle percentuali di sostanza secca

Tab. 4 - Effetto della solarizzazione su alcuni parametri produttivi

Luogo	Copertura del terreno	Primo anno: prima raccolta				Primo anno: seconda raccolta				Secondo anno						
		Peso pianta		Sostanza secca %		Peso pianta		Sostanza secca %		Peso pianta		Sostanza secca %				
		g	N.	g	%	g	N.	g	%	g	N.	g	%			
Serra	film nero	453 A	56,2 A	403 A	26 A	6,4 B	410 A	34,7 A	370 A	25 A	6,8 B	560 A	44,9 A	527 A	30 A	5,7 A
Serra	film trasparente	418 A	47,4 B	383 A	24 A	6,3 B	410 A	36,0 A	371 A	24 A	6,5 B	480 A	46,0 A	453 A	26 A	5,7 A
Serra	terreno nudo	340 B	35,9 C	320 B	20 B	6,2 B	320 B	30,1 A	303 B	19 B	6,3 B	363 B	36,6 B	343 B	19 B	5,5 A
Pien'aria	film trasparente	360 B	37,5 C	328 B	19 B	5,8 B	342 B	30,3 A	318 AB	19 B	6,0 B	-	-	-	-	-
Pien'aria	terreno nudo (test)	77 C	23,5 D	67 C	8 C	11,9 A	85 C	20,1 B	73 C	6 C	8,2 A	161 C	29,0 C	152 C	9 C	5,9 A

Le colonne i cui valori sono contrassegnati dalle stesse lettere non sono statisticamente differenti tra loro per  $P < 0,01$  al test di Duncan.

non hanno evidenziato tra loro differenze di rilievo, tranne che per il testimone, il quale ha mostrato quasi sempre, in modo significativo, dei valori più elevati. Ciò può attribuirsi al cosiddetto effetto di concentrazione per cui piante di più piccole dimensioni mostrano più elevati contenuti percentuali di sostanza secca.

### Conclusioni

La solarizzazione di serre in plastica, insieme con la copertura del terreno, effettuata durante l'estate si è dimostrata efficace nel contenimento di infestazioni causate da nematodi galligeni del genere *Meloidogyne*. Le serre tenute chiuse con terreno nudo hanno mostrato lo stesso comportamento di una solarizzazione tradizionale in pieno campo, differenziandosi significativamente dal testimone non solarizzato. I più elevati valori geotermici si sono verificati per le tesi costituite dalle serre con terreno coperto con film di PE, in particolare quello di colore nero. Ciò è da attribuire al prevalente effetto della propagazione del calore per conduzione termica, per cui il film nero, surriscaldato per diverse ore dai raggi solari e per il fatto di trovarsi a stretto contatto col suolo, trasmette a quest'ultimo energia cinetica tra le molecole a causa degli urti provocati dall'agitazione termica. La ricerca dimostra altresì gli effetti indotti dalla solarizzazione sulla produzione che si è sempre portata, nelle parcelle trattate, in termini di quantità e qualità, a livelli superiori a quelli del testimone, nei due anni di prove.

Si ringrazia il Sig. M. Castrovilli ed il Sig. G. Bruno per la collaborazione prestata nell'allestimento delle prove e durante le osservazioni condotte in serra.

### Bibliografia

- BLEYAERT P., DEJONCKHEERE W. (1988). Facteur influençant la présence de bromure dans la laitue et dans la tomate après désinfection du sol au bromure de méthyl. I. Résidues de bromure dans le sol. *Rev. Agric.*, 41(1), 63-78.
- DEJONCKHEERE W., BLEYAERT P. (1988). Facteur influençant la présence de bromure dans la laitue et dans la tomate après désinfection du sol au bromure de méthyl. II. Résidues de bromure dans le product récolté. *Rev. Agric.*, 41(1), 79-101.
- CABRAS P., GENNARI M., MELONI M., CABITZA F., CUBEDDU M. (1989). Pesticide residues in lettuce. 2. Influence of formulation. *J. Agric. Food Chem.*, 37(5), 1405-1407.
- FIUME F. (1992). La solarizzazione del terreno nelle colture protette realizzata con l'apprestamento protettivo. *Atti Giornate Scientifiche della Società Orticola Italiana, Ravello (Salerno)*, 8-10 aprile 1992, 228-229.
- GALOUX M., BERNES A. (1988). Résidus de produits phytopharmaceutiques sur laitues et tomates de serres. *Note Tec. Centre Res. Agr. de l'Etat, Belgium* 9/49, 18 pp.
- KATAN J. (1980). Solar pasteurization of soil for disease control: status and prospects. *Plant Dis.*, 64, 450-454.
- LAM W.W., KIM J.A., SPARKS S.E., QUISTAD G.B., CASIDA J.E. (1993). Metabolism in rats and mice of the soil fumigants metham, methyl isothiocyanate, and dazomet. *J. Agric. Food. Chem.*, 41(9), 1497-1502.