

INFLUENZA DEGLI OLI SULL'ATTIVITA' DEL BENOMYL, DEL METIL-TIOFANATO E DI ALCUNI DERIVATI CONTRO IL MAL SECCO DEGLI AGRUMI*

Le migliori possibilità di lotta chimica contro il mal secco degli Agrumi, causato da *Phoma tracheiphila* (Petri) Kanc. et Ghik., sono attualmente date dai fungicidi sistemici, Benomyl in particolare, in trattamenti alla chioma (Somma et al., 1974).

L'elevato costo di tali trattamenti ci ha spinto a studiare l'influenza degli oli sulla sistemicità nella pianta e sull'attività contro la malattia del Metiltiofanato, del Benomyl e di alcuni suoi derivati, a ciò incoraggiati dai positivi risultati conseguiti da Solel et al. (1972); Zaki ed Erwin (1973); Wicks (1973); Erwin et al. (1974) in esperienze analoghe.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state condotte in serra a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, su semenzali di Arancio amaro (*Citrus aurantium* L.) di 18 mesi di età, in numero di 10 per tesi, allevati su una miscela di terra e torba (rispettivamente 70 e 30%) in fitocelle da un litro.

I fungicidi saggiati sono stati: Benomyl (1), Metiltiofanato (2), MBC (3) ed MBC·HCl (4). Questi

ultimi due fungicidi sono stati da noi ottenuti seguendo la tecnica descritta da Buchenauer ed Erwin (1972). I due oli minerali bianchi usati, entrambi al 95% di residuo insolubile, sono stati scelti a diversa viscosità (5): 268°E per il Coccidol E (6) e 20°E per l'Oliocin (7).

I trattamenti sono stati eseguiti alle foglie e al fusto, sospendendo i fungicidi in acqua, in olio o in una emulsione di acqua ed olio. In particolare i trattamenti al fusto sono stati effettuati pannelandone con una sospensione del fungicida un tratto di 5 cm; attorno al colletto di ciascuna pianta veniva adattato un imbuto di film plastico contenente cotone idrofilo (fig. 1), per impedire che i prodotti giungessero a contatto col terreno.

L'accumulo e la persistenza dei fungicidi, o dei loro derivati fungitossici nelle diverse parti delle piante trattate, sono stati determinati con saggi biologici. La tecnica di saggio è stata quella descritta da Erwin ed al. (1968); in particolare il materiale da saggiare era costituito da dischi di foglie del diametro di 7 mm, sezioni del cilindro legnoso ed anelli di corteccia di circa 3 mm di altezza. Tale materiale era prelevato, 10 e 20 cm al di-

* Lavoro eseguito con un contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Si ringrazia il Sig. V. Maurantonio per la collaborazione tecnica.

(1) Estere metilico dell'acido 1-butil carbamoil-2-benzimidazol carbammico; Benlate, polvere bagnabile al 50% di principio attivo, della Soc. Du Pont de Nemours, Milano.

(2) 1,2-bis (3-metossicarbonil-2-tioureido) benzene; Enovit Metil, polvere bagnabile al 70% di principio attivo, della Soc. SIPCAM, Milano.

(3) Metil-2-benzimidazol carbammico.

(4) Sale cloridrico dell'MBC.

(5) La viscosità degli oli è stata gentilmente determinata dal Laboratorio Chimico Provinciale di Bari.

(6) Olio bianco emulsionato, all'80% di principio attivo, della Soc. Caffaro, Milano.

(7) Olio bianco emulsionato, all'80% di principio attivo, della Soc. Bayer, Milano.

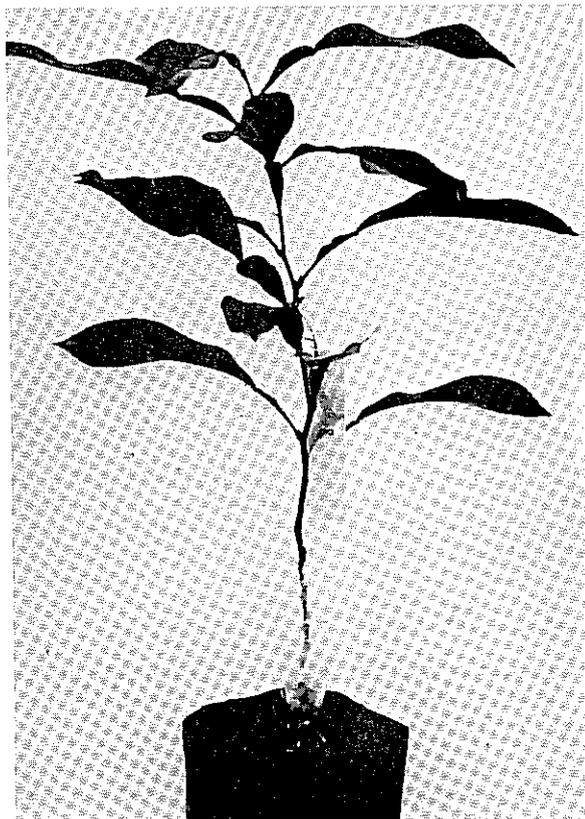


Fig. 1 - Semenzale di Arancio amaro trattato al fusto con una sospensione del fungicida in olio. Si noti l'imbutto di film plastico, contenente cotone idrofilo, atto ad impedire che il prodotto giunga a contatto col terreno.

sopra del colletto, da piante tenute nelle stesse condizioni di quelle trattate e inoculate. I saggi, cominciati 5 giorni dopo i trattamenti, sono stati ripetuti ad intervalli di 20 giorni per un periodo di quasi tre mesi.

Le inoculazioni sono state eseguite "per incisione" del cilindro legnoso, 10 cm circa al disopra del colletto, e "per nebulizzazione" alle foglie seguendo le tecniche descritte da Salerno e Catara (1967).

I rilievi sul decorso della malattia sono stati eseguiti alla comparsa dei primi sintomi fogliari (12 giorni circa dopo l'inoculazione) e quindi settimanalmente per due mesi. Nelle tesi inoculate al fusto "per incisione" la malattia è stata valutata utilizzando la scala empirica di valutazione proposta da Scaramuzzi et al. (1964), che va dalla classe "0" (nessun sintomo di malattia) alla classe "4" (tutte o quasi le foglie cadute o secche, con disseccamento della pianta ad iniziare dall'apice). Alla fine delle prove, su ciascuna pianta, è stata valutata anche la colorazione del cilindro legnoso al disotto del punto d'inoculazione.

Nelle tesi inoculate alle foglie "per nebulizzazione" la malattia è stata valutata utilizzando una scala empirica, comprendente le seguenti 6 classi: classe 0: nessun segno d'infezione;

- » 1: leggero alone clorotico attorno al punto d'inoculazione;
- » 2: leggera clorosi delle nervature vicine al punto d'infezione, estendentesi in direzione del margine fogliare;
- » 3: la clorosi delle nervature ha raggiunto il margine fogliare e si è estesa anche lateralmente;
- » 4: imbrunimento delle nervature fino alla necrosi della zona circostante il punto d'infezione;
- » 5: disseccamento o caduta della foglia infetta.

RISULTATI

I risultati relativi all'influenza degli oli sulla sistemicità ed attività dei fungicidi in trattamenti al fusto sono riassunti nel Diagramma 1 e nella Tabella I.

Dall'esame del diagramma si rileva che l'aggiunta di un olio ai fungicidi ne ha sempre aumentato l'accumulo nelle foglie, nella corteccia e nel legno delle piante trattate. Tale accumulo è stato più alto per l'MBC e l'MBC-HCl. Inoltre la minore viscosità dell'olio (20° E) ha consentito un maggiore accumulo di fungicida nella pianta, come pure la concentrazione più alta (olio come tale) rispetto a quelle al 50 e 25%.

Nel prendere in considerazione i risultati delle prove relative all'influenza degli oli sull'attività dei fungicidi contro la malattia, bisogna tener presente che sono state volutamente usate dosi piuttosto basse dei fungicidi. Infatti, dosi più elevate, consentendo il controllo completo della malattia, non avrebbero permesso di evidenziare le eventuali differenze fra le tesi. Dall'esame della Tabella I, comunque, risulta che l'aggiunta dell'olio ai fungicidi ne ha aumentato l'efficacia, riducendo la gravità della malattia ed il numero medio di infezioni per pianta rispetto alle tesi trattate con le stesse dosi di fungicida, ma senza l'aggiunta di olio.

I risultati relativi all'influenza degli oli sulla sistemicità ed attività del Benomyl in trattamenti alle foglie sono riassunti nel Diagramma 2 e nella Tabella II.

Anche in questi trattamenti gli oli minerali bianchi hanno sempre aumentato la penetrazione e l'accumulo del prodotto nelle foglie e nella cor-

TABELLA I - Azione in un olio minerale bianco (visc. = 268° E) non diluito sull'attività di alcuni fungicidi contro il mal secco in trattamenti al fusto 30 giorni prima dell'inoculazione.

Fungicidi e rispettive dosi (%) in acqua o in olio	Inoculazione "per incisione"				Inoculazione "per nebulizzazione"				
	Intensità media dei sintomi 21 giorni dopo l'inoculazione		Colorazione del legno (cm) al di sotto del punto d'inoculazione dopo 49 giorni		Intensità media dei sintomi fogliari 21 giorni dopo l'inoculazione		Numero medio di infezioni per pianta (1) dopo l'inoculazione		
	acqua	olio	acqua	olio	acqua	olio	acqua	olio	
Benomyl	5	2,6 b e(2)	2,0 e h	7,1 b c	5,4 d c	3,4 a d	3,0 a e	5,4 c d	4,4 c f
	10	2,3 c f	1,5 g h	6,0 c e	4,0 f i	2,6 c f	2,2 e h	4,6 c e	3,4 d l
	20	2,2 d g	1,4 h	5,2 e g	2,0 m	2,4 d g	1,0 i	3,6 d i	1,8 h m
MBC	5	2,9 a c	2,0 e h	7,1 b c	5,2 e g	3,6 a c	3,0 a e	5,8 c	4,0 c h
	10	2,6 b e	1,6 f h	5,4 d c	3,5 h m	2,6 c f	2,0 e i	4,6 c e	2,8 e m
	20	2,3 c f	1,5 g h	3,7 h l	2,0 m	2,6 c g	1,0 i	4,0 c h	1,8 h m
Metiltiofanato	5	2,8 a d	2,3 c f	7,8 b	6,9 b d	3,4 a d	2,6 c f	5,4 c d	3,4 d l
	10	2,3 c f	1,5 g h	5,4 d c	3,4 h m	2,6 c f	2,0 e i	4,2 c g	1,4 i m
	20	2,2 d g	1,3 h	4,4 f h	2,0 m	1,8 f i	1,0 i	2,0 g m	1,0 m
MBC • HCl	5	2,8 a d	2,3 c f	7,8 b	6,0 c e	3,4 a d	3,0 a e	5,4 c d	3,6 d i
	10	2,3 c f	1,5 g h	5,2 e g	4,0 f i	2,6 c f	2,0 e i	3,6 d i	2,0 g m
	20	2,2 d g	1,3 h	4,4 f h	2,0 m	2,0 e i	1,0 i	3,6 d i	1,8 h m
Testimone	0	3,4 a	3,2 a b	10,0 a	10,0 a	3,8 a	3,7 a b	8,0 a b	8,4 a

(1) Ogni pianta è stata inoculata su tre foglie, per complessivi 12 punti d'inoculazione.

(2) A lettere uguali, o compresi nella coppia, corrispondono valori statisticamente non significativi per P = 0,05. L'elaborazione è stata unica per tutte le tesi a confronto (acqua e olio).

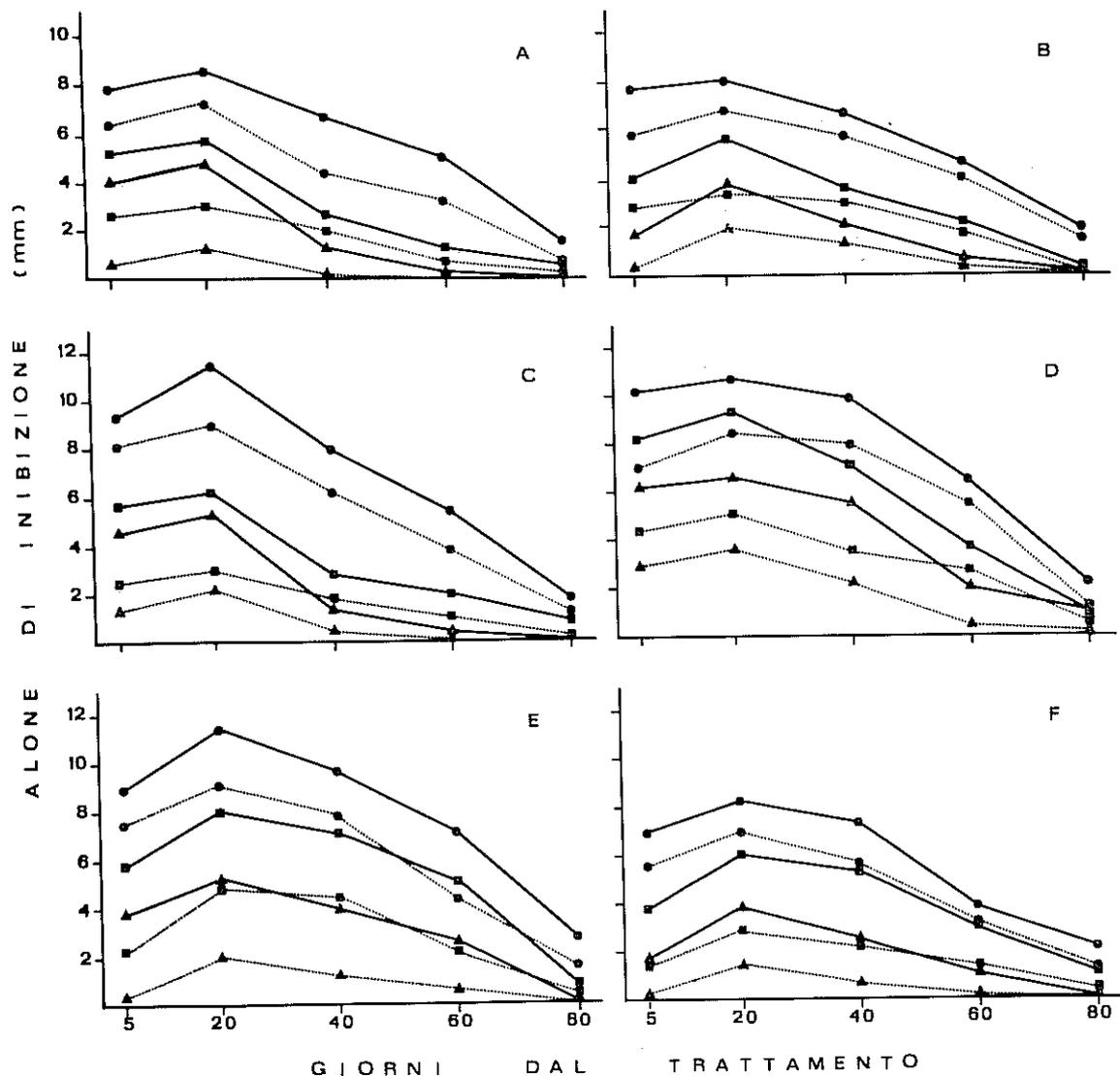


Diagramma 1 - Accumulo e persistenza dei fungicidi (Benomyl: A, E ed F; Metiltiofanato: B; MBC: C; MBC·HCl: D) nella corteccia (●), nel legno (■) e nelle foglie (▲) di semenzali di Arancio amaro trattati al fusto alla dose del 10% in olio (—) o in acqua (----). I diagrammi A, B, C e D si riferiscono ai risultati ottenuti mediante l'uso di un solo olio minerale bianco visc. = 268° E. Negli altri due diagrammi sono confrontati oli a diversa viscosità (20° E: E; 268° E: F) e concentrazione (25%: ---- e 100%: —). Ogni dato è la media di 12 misure relative ad altrettanti campioni prelevati a due diverse altezze.

teccia delle piante trattate. Inoltre la minore viscosità (20° E) dell'olio ha consentito il più elevato accumulo di prodotto nella pianta (Diagramma 2).

La positiva influenza dell'olio sull'attività del Benomyl contro il mal secco di trattamenti fogliari (Tabella II) si è evidenziata sia in relazione al decorso della malattia che alla percentuale di attecchimento, particolarmente, quando l'inoculazione è avvenuta "per nebulizzazione".

In una prova a parte si è studiata la sistemicità del Benomyl quando somministrato in emulsione

oleosa alle foglie. In particolare si è voluto stabilire l'eventuale grado di migrazione del fungicida dalla vegetazione basale trattata a quella non trattata posta al disopra. Nonostante l'aggiunta di olio il composto non è migrato, confermando così ulteriormente i risultati ottenuti da Salerno e Somma (1971).

DISCUSSIONE

Le prove hanno messo in chiara evidenza la benefica influenza degli oli minerali bianchi sull'ac-

TABELLA II - Azione di un olio minerale bianco (visc. = 268° E) sull'attività del Benomyl contro il mal secco in trattamenti fogliari eseguiti 15 e 30 giorni prima dell'inoculazione "per incisione" al fusto e 15 giorni prima dell'inoculazione "per nebulizzazione" alle foglie.

olio (%)	Benomyl (ppm)	Inoculazione "per incisione"		Inoculazione "per nebulizzazione"		
		Intensità media dei sintomi (30 giorni dopo l'inoculazione) di piante inoculate 15 (A) e 30 (B) giorni dopo il trattamento		Intensità media dei sintomi 15 (C) e 30 (D) giorni dopo l'inoculazione		Numero medio di infezioni per pianta ⁽¹⁾ 30 giorni dopo l'inoculazione
		A	B	C	D	
0	0	3,6 a ⁽²⁾	4,0 a	0,9 ab	2,6 ab	5,8 a
	250	3,0 ac	3,4 c	-	-	-
	500	2,2 ce	2,9 df	-	-	-
	1000	2,0 de	2,3 ei	0,5 c	1,6 d	2,2 d
1	0	3,2 ab	3,0 de	1,0 a	2,5 ac	5,0 ac
	250	2,6 bd	2,7 dg	-	-	-
	500	2,1 de	2,6 di	-	-	-
	1000	1,8 de	2,0 gi	0,3 cd	1,0 e	1,1 e
2	0	3,2 ab	3,7 b	1,0 a	2,7 a	5,4 ab
	250	2,5 bc	3,2 cd	-	-	-
	500	1,9 de	2,3 ei	-	-	-
	1000	1,6 e	1,9 i	0,2 d	0,8 e	0,8 e

(1) Ogni pianta è stata inoculata su tre foglie, per complessivi 12 punti d'inoculazione.

(2) A lettere uguali, o comprese nella coppia, corrispondono valori statisticamente non significativi per P = 0,05.

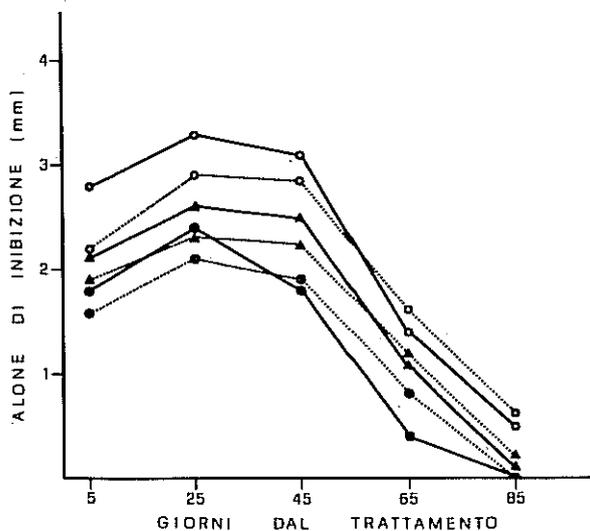


Diagramma 2 - Accumulo e persistenza del Benomyl nelle foglie (—) e nella corteccia (---) di sementi di Atancio amaro trattati alla chioma alla dose di 1000 ppm in acqua (●) o in una emulsione al 2% di olio a diversa viscosità (268° E: ▲; 20° E: ○). Ogni dato è la media di 12 misure relative ad altrettanti campioni prelevati a due diverse altezze.

cumulo nella pianta dei fungicidi saggianti sia nel caso di trattamenti al fusto che alla chioma. L'olio a più bassa viscosità (20° E) ha svolto una più efficace azione, consentendo, in entrambi i tipi di trattamento, un maggiore accumulo di prodotto fungitossico nella pianta. In accordo con questi risultati l'aggiunta di olio ai fungicidi ha ridotto l'incidenza della malattia, come risulta dalle prove di lotta in serra.

La capacità degli oli di aumentare l'accumulo nella pianta dei fungicidi benzimidazolici e di alcuni loro derivati sembra, dunque, un dato acquisito. Ove si pensa che gli oli minerali bianchi vengono normalmente usati nella lotta contro alcuni parassiti animali degli Agrumi, appare ancor più evidente l'interesse dei risultati. La lotta contro il mal secco si attua, infatti, trattando le piante con Benomyl durante il periodo settembre-febbraio, e di qualche trattamento (non di tutti, per la probabile tossicità degli oli) si può aumentare l'efficacia aggiungendo alla sospensione del fungicida un olio

minerale bianco alla dose dell'1-2%. Anche i trattamenti al fusto potrebbero avere una loro validità pratica se si pensa al notevole accumulo di fungicida riscontrato nella corteccia e nel legno delle piante trattate; si può pensare, infatti, alla possibilità che il decorso delle infezioni provenienti dall'alto venga rallentato, risultando così facilitati gli interventi cesori per il risanamento della pianta o per la ricostruzione della chioma.

Riassunto

È stata saggiata l'influenza degli oli minerali bianchi sull'attività del Benomyl, del Metiltiofanato e di alcuni derivati (MBC ed MBC:HCl) nei riguardi del mal secco degli Agrumi, causato da *Phoma tracheiphila* Kanc. et Ghik. Le prove sono state realizzate in serra, utilizzando semenzali di Arancio amaro (*Citrus aurantium* L.) di 18 mesi di età trattati al fusto e alle foglie. La sistemicità e la persistenza dei prodotti nelle piante sono state studiate mediante saggi biologici con *Penicillium expansum* Link ex Thom.

Nei trattamenti al fusto i fungicidi suddetti sono stati sospesi, a diverse concentrazioni, direttamente in olio o in una emulsione di acqua e olio. L'olio ha consentito un maggiore accumulo dei fungicidi nella pianta in particolare nella corteccia. Nelle prove di lotta, nelle tesi in cui è stato aggiunto l'olio, si è avuto sempre un aumento dell'efficacia dei fungicidi.

Nei trattamenti alle foglie, invece, è stato saggiato solo il Benomyl; l'olio aggiunto alle concentrazioni dell'1 e 2%, ha consentito un maggiore accumulo del fungicida e una maggiore attività contro la malattia.

Nel corso delle prove sono stati confrontati anche due oli minerali bianchi a diversa viscosità. L'olio a viscosità minore ha dato i migliori risultati.

Summary

Influence of oils on the activity of Benomyl, Methylthiophanate and some derivatives, against Citrus "mal secco"

The influence of mineral oils on the activity of Benomyl, Methylthiophanate and a few derivatives (MBC and MBC:HCl) against Citrus "mal secco", caused by *Phoma tracheiphila* Kanc. et Ghik. has been tested. The tests have been carried out in the greenhouse, using eighteen-month-old Sour Orange (*Citrus aurantium* L.) seedlings, treated on

the stem and leaves. The accumulation and persistence of the compounds in the plants were studied by biological tests with *Penicillium expansum* Link ex Thom.

When the stem were treated the above mentioned fungicides were suspended directly in oil or in an emulsion of oil and water. The oil allowed a greater accumulation of fungicides in the plants, particularly in the bark, and enhanced the activity against the disease.

When the leaves were treated only Benomyl was used. The oil added, at the concentration of 1 and 2%, permitted a greater accumulation of fungicide and a higher activity against the disease.

During the course of the tests two mineral oils with different viscosity were also compared. The less viscous oil gave better results.

Résumé

Influence des huiles sur l'activité de Benomyl, de Methylthiophanate et de certains dérivés contre le "mal secco" des agrumes

On a essayé l'influence des huiles minerales blanches sur l'activité de Benomyl, de Methylthiophanate et de certains produits dérivés (MBC et MBC:HCl) à l'égard du "mal secco" des Agrumes, causé par *Phoma tracheiphila* Kanc. et Ghik. Les essais ont été effectués en serre, utilisant des semis de Bigaradier (*Citrus aurantium* L.) de 18 mois d'age dont on a traité la tige et les feuilles. La systémicité et la persistance des produits dans les plantes ont été étudiées moyennant des essais biologiques avec *Penicillium expansum* Link ex Thom.

Dans les traitements sur la tige les fongicides mentionnés cidessus ont été suspendus, à différentes concentrations, directement dans l'huile ou dans une émulsion d'eau et d'huile. L'huile a causé une plus grande accumulation des fongicides dans la plante et, en particulier, dans l'écorce. Au cours des essais de lutte, dans les thèses où on a ajouté l'huile, il y a eu toujours une augmentation de l'efficacité des fongicides.

Au contraire, en ce qui concerne les traitements sur les feuilles, on a essayé seulement Benomyl, l'huile ajoutée aux concentrations de 1 et 2% a permis une accumulation plus élevée du fongicide et une plus grande activité contre la maladie.

Au cours de ces essais on a comparé aussi deux huiles minerales blanches ayant viscosité

différente. L'huile ayant viscosité réduite a montré les meilleurs résultats.

Bibliografia

- Buchenauer H., Erwin D.C.**, (1972). *Control of Verticillium wilt of cotton by spraying with acidic solutions of benomyl, methyl 2-benzimidazole carbamate and thiabendazole*. Phytopath. Z., 73, pp. 124-139.
- Erwin D.C., Mee H., Sims J.J.**, (1968). *The systemic effect of 1-(butylcarbomoyl)-2-benzimidazole carbamic acid, methyl ester, on Verticillium wilt of cotton*. Phytopathology, 58, pp. 528-529.
- Erwin D.C., Khan R.A., Buchenauer H.**, (1974). *Effect of oil emulsion on the uptake of benomyl and thiabendazole in relation to control of Verticillium wilt of cotton*. Phytopathology, 64, pp. 485-489.
- Salerno M., Catara A.**, (1967). *Ricerche sul "Mal secco" degli Agrumi (Deuterophoma tracheiphila Petri)*. VI. *Indagini sulla riproduzione sperimentale della malattia*. Riv. Patol. veg., Pavia, Ser. IV, 3, pp. 89-97.
- Salerno M., Somma V.**, (1971). *Osservazioni sulla sistemicità del Benomyl in semenzali di Arancio amaro e risultati di lotta contro il "mal secco" degli Agrumi*. Phytopath. medit., 10, pp. 99-106.
- Scaramuzzi G., Salerno M., Catara A.**, (1964). *Ricerche sul "mal secco" degli Agrumi (Deuterophoma tracheiphila Petri)*. II. *Influenza delle basse temperature sul decorso della malattia*. Riv. Patol. veg., Pavia, Ser. III, 4, pp. 319-327.
- Solel Z., Pinkas J., Loebenstein G.**, (1972). *Evaluation of systemic fungicides and mineral oil adjuvants for the control of mal secco disease of lemon plants*. Phytopathology, 62, pp. 1007-1013.
- Somma V., Salerno M., Sammarco G.**, (1974). *Prove di campo sull'efficacia del Benomyl contro il "mal secco" degli Agrumi*. Phytopath. medit., 13, pp. 143-146.
- Zaki A.I., Erwin D.C.**, (1973). *The effect of oil on the uptake and translocation of methyl-2-benzimidazolecarbamate and its hydrochloric acid salt in cotton*. Phytopathology, 63, p. 1219.
- Wicks T.**, (1973). *Control of apple scab with benomyl-oil-water emulsions*. Plant Dis. Repr., 57, pp. 560-562.