

VERIFICHE DI LABORATORIO, SERRA E CAMPO DELL'ATTIVITÀ DI ESTRATTI VEGETALI CONTRO FITOPATOGENI FUNGINI

B. GALLETTI, M. COLLINA, G. SEDDA, I. PORTILLO, A. BRUNELLI
Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare
Università degli Studi di Bologna - V.le G. Fanin, 46 , 40127 Bologna
mcollina@agrsci.unibo.it

RIASSUNTO

In prove condotte in laboratorio, serra e in condizioni naturali di campo, è stata saggiata l'attività di diversi prodotti di origine vegetale (estratto di semi di agrumi, un estratto proveniente da *Mimosa tenuiflora* e oli a base di essenze estratte da piante officinali), nei confronti di importanti patogeni fungini di colture orto-frutticole. I risultati ottenuti *in vitro*, ma soprattutto *in vivo* nei confronti di *Phytophthora infestans*, *Plasmopara viticola* e *Podosphaera xanthii*, dimostrano la potenziale attività di questi formulati, che potrebbero costituire un valido aiuto ai mezzi attualmente impiegati per la difesa antifungina sia in agricoltura biologica che integrata.

Parole chiave: prodotti vegetali, attività antifungina, *Mimosa tenuiflora*, semi di agrumi

SUMMARY

ACTIVITY OF PLANT EXTRACTS ON FUNGAL PATHOGENS IN *IN VITRO* ASSAYS, GREENHOUSE AND FIELD TRIALS

In vitro and *in vivo* assays were carried out to test the efficacy of several plant extract based products (an extract from seed of citrus fruits, an extract from *Mimosa tenuiflora* and some formulated compounds containing essential oil extracted from aromatic plants) against some fungal pathogens. *In vitro* and *in vivo* results showed potential activity of these extracts, especially towards tomato late blight, grape downy mildew and cucurbit powder mildew. These plant extracts could be then useful in organic and integrated disease management.

Keywords: plant extracts, antifungal activity, *Mimosa tenuiflora*, seeds of citric fruits

INTRODUZIONE

La revisione a livello europeo degli agrofarmaci di sintesi, a causa dei loro effetti sulla salute umana e sull'ambiente, pone gli esperti del settore di fronte alla necessità di ricercare possibili alternative ai suddetti prodotti. In questo ambito, un crescente interesse è riservato alle sostanze di origine vegetale (macerati, decotti, estratti acquosi, oli essenziali, ecc.) di cui sono note da tempo le proprietà antibatteriche, antifungine e insetticide (Brunelli *et al.*, 1990; Franzios *et al.*, 1997; Abou-Jawdah *et al.*, 2002).

Oltre agli effetti su microrganismi è stato osservato come, ad esempio, alcuni oli essenziali abbiano mostrato un effetto antigerminativo sui semi, suggerendo un loro potenziale uso come bioerbicidi (Mine Soylu *et al.*, 2006). Molti lavori presenti in letteratura scientifica inoltre riguardano gli effetti di tali sostanze nei confronti di patogeni umani e del cibo, nonché il loro uso nella medicina popolare o in campo alimentare per aumentare la conservazione dei prodotti (Abou-Jawdah *et al.*, 2002; Mine Soylu *et al.*, 2006).

A livello italiano, diversi Autori riportano promettenti risultati utilizzando diversi prodotti di origine naturale come ad esempio l'estratto di aglio (Bianchi *et al.*, 1997), gli oli essenziali di timo e origano (Salamone *et al.*, 2002; Zambonelli *et al.*, 2002) o gli estratti acquosi di diverse piante (Pirajno *et al.*, 2006).

Il meccanismo di azione di questi prodotti non è ben chiaro: fonti bibliografiche su organismi fungini evidenziano alterazioni morfologiche nelle ife come restringimenti, variazioni nelle dimensioni, formazioni di vescicole (Fiori *et al.*, 2000; Mine Soylyu *et al.*, 2006) mentre in cellule batteriche trattate con estratto di pompelmo è stata osservata l'alterazione delle membrane e il rilascio del contenuto citoplasmatico in 15 minuti (Cvetnic e Knezevic, 2004).

Al fine di valutare la potenziale efficacia di diversi preparati di origine vegetale nei confronti di patogeni fungini, presso le strutture del Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroambientale dell'Università di Bologna, sono state avviate da tempo prove di laboratorio, serra e campo i cui risultati più recenti ed interessanti verranno di seguito esposti.

MATERIALI E METODI

Sono stati saggiati un estratto di semi di limone e pompelmo (*Citrus lemon*, *C. paradise*) (Zitron), un estratto di corteccia di *Mimosa tenuiflora* (Mimoten) entrambi di provenienza sudamericana e diversi formulati a base di oli ottenuti da piante officinali (es. *Cytrus sinensis*, *Eucalyptus citriodora*, *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*, ecc.) commercializzati dalla Natural Technologies Italia (NTI).

Prove *in vitro*

Gli agenti fungini utilizzati nelle prove sono stati: *Alternaria solani* Sorauer isolato da patata, *Botrytis cinerea* Pers. da vite, *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds da fragola, *Microdochium nivale* (Fr) Samuels & I. C. Hallet da grano, *Monilia* spp. da pesco, *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary da pomodoro, *Pythium irregulare* Buisman da melo e *Stemphylium vesicarium* (Wallr) E. G. Simmons da pero.

Le prove sono state effettuate in piastre Petri su substrato agarizzato (PDA o V8 in funzione dell'agente patogeno) avvelenato con le diverse concentrazioni di ciascun prodotto a confronto con un testimone non trattato; per ogni concentrazione sono state allestite tre ripetizioni. I prodotti sono stati saggiati alle seguenti concentrazioni: per l'estratto di semi di agrumi 1,25-2,5-5 ml/l; per estratto di mimosa 1,5-3 ml/l e per gli oli NTI (formulati B, C, D, E, F, G, H) 5-10-15 ml/l. Al substrato è stato inoltre aggiunto un antibiotico (solfato di streptomina per le prove effettuate su PDA, neomicina per quelle su V8) per impedire lo sviluppo di batteri. Le piastre sono state quindi inoculate con dischetti di micelio provenienti dai diversi funghi considerati e mantenute in cella climatica a 20 o 23°C (in funzione del patogeno) e 12 ore di fotoperiodo; i rilievi sono stati eseguiti dopo 3, 7 e 10 giorni misurando i due diametri ortogonali della colonia fungina. I dati sono stati elaborati ricavando la percentuale media di crescita della colonia rispetto al testimone e tutti i valori derivano dalla media di due cicli di prove.

Prove *in vivo* (serra)

Le prove sono state eseguite su *P. infestans* (saggiata anche *in vitro*) e su patogeni obbligati quali *Plasmopara viticola* (Berk & M. A. Curtis) Ber. & De Toni e *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff. Le prove nei confronti di *P. infestans* e *P. viticola* sono state condotte rispettivamente su piantine di pomodoro in vaso cv Marmande allo stadio di 4-5 foglie composte e piante di vite in vaso della cv Tocai con un solo tralcio allo stadio di 5-6 foglie; per ogni tesi sono state allestite 4 ripetizioni nel caso di pomodoro, 3 per vite. Come standard di riferimento è stato utilizzato un ossicloruro tetramico (Cuprocaffaro Micro) alla dose di 3 g/l. L'inoculazione, avvenuta sempre dopo il trattamento, è stata eseguita con una

sospensione acquosa di sporangi di *P. infestans* e *P. viticola* alla concentrazione di 50.000/ml; le piante inoculate sono state poste in celle con l'80-90% di UR per 24 ore e quindi in celle condizionate alla temperatura di 23-25°C e UR intorno al 50%. Per *P. infestans* il rilievo è stato eseguito 4-6 giorni dopo l'inoculazione valutando la percentuale di superficie fogliare colpita. Per *P. viticola*, alla manifestazione dei primi sintomi sulla tesi non trattata, le piante sono state immerse nuovamente nelle celle ad elevata umidità per 24 ore allo scopo di favorire la sporulazione del patogeno e quindi si è proceduto al rilievo, generalmente dopo 8-10 giorni, considerando la percentuale di superficie fogliare sporulata.

Le prove nei confronti di *P. xanthii* sono state eseguite su piantine di zucchini in vaso della cv Consul allo stadio di foglie cotiledonari; per ogni tesi sono state allestite 4 ripetizioni costituite ciascuna da quattro vasetti con 2 piantine e come standard di riferimento è stato utilizzato zolfo (Tiovit) alla dose di 3 g/l. L'inoculazione, dopo l'applicazione dei prodotti, è stata eseguita con una sospensione acquosa di conidi alla concentrazione di 150.000/ml; il rilievo è stato eseguito dopo 10 giorni valutando la percentuale di superficie fogliare colpita.

Tutte le prove sono state ripetute almeno due volte (un unico saggio è stato effettuato solo per gli oli della NTI nei confronti di *P. xanthii*) e le percentuali di superficie fogliare colpita sono state elaborate con analisi della varianza e le medie confrontate con il test di Duncan ($P=0,05$). I prodotti e le dosi saggiate nei confronti dei tre patogeni sono indicati in tabella 1.

Tabella 1. Prodotti e dosi usate nei confronti di *P. infestans*, *P. viticola* e *P. xanthii* in serra

Patogeno	Prodotti e Concentrazioni saggiate (ml o g/l)			
	Estratto di agrumi (ml)	Estratto di mimosa (ml)	NTI * (ml)	Standard chimico (g) ⁽¹⁾
<i>P. infestans</i>	1-1,25-2,5-5	1,5-3	15	3
<i>P. viticola</i>	5	1,5	-	3
<i>P. xanthii</i>	1,25-2,5-5	1,5	5 -10-15	3

* = include gli oli B, C, D, E, F, G, H. - = non saggiato; ⁽¹⁾ = per *P. infestans* e *P. viticola* si è utilizzato Cuprocaffaro Micro a 3 g/l; per *P. xanthii* Tiovit a 3 g/l

Prove in vivo (di campo)

Nell'anno 2007, presso l'azienda sperimentale dell'Università di Bologna sita ad Altedo (BO), sono state condotte una prova in campo su vite nei confronti di peronospora e una su zucchini nei confronti di oidio; in tabella 2 sono riportati i dati relativi allo schema delle prove e i prodotti saggiati.

La prova su vite, cv Sangiovese, è stata avviata l'11 maggio ed è proseguita fino al 20 giugno con trattamenti a cadenza settimanale bagnando la vegetazione fino allo sgocciolamento. I rilievi sono stati eseguiti in tre momenti diversi dopo la sospensione dei trattamenti valutando l'attacco sia su foglie che su grappoli e acini.

Su zucchini la semina è stata eseguita a fila singola su pacciamatura (con telo nero) in epoca tardiva (9 agosto) allo scopo di favorire la coincidenza fra pieno sviluppo vegetativo della pianta e attacco epidemico della malattia (che nella zona in cui si è operato avviene di norma a estate avanzata). Il campo è stato irrigato secondo le esigenze della coltura inizialmente a mano in maniera localizzata, in seguito utilizzando irrigatori a pioggia soprachioma. Il rilievo è stato eseguito in momenti successivi, durante e dopo la sospensione dei trattamenti, valutando la percentuale di superficie fogliare interessata dai sintomi.

Sia per vite che per zucchini, i dati sono stati elaborati statisticamente attraverso l'analisi della varianza e il confronto delle medie con il test di Duncan (per $P=0,05$).

Tabella 2. Principali parametri di impostazione delle prove

	Prova su vite	Prova su zucchini
Varietà	Sangiovese	Afrodite
Data di semina	-	9 agosto
Sesto di impianto (m)	1,5 x 3	1 x 2,5
Disegno sperimentale	Blocchi randomizzati con 4 ripetizioni	
Parcelle costituite da n piante	4 viti contigue sul filare	tratti di fila con almeno 8 piante distanziate 1 m
Attrezzatura	lancia a mano a singolo ugello montata su motopompa semovente	pompa a spalla motorizzata dotata di lancia ad un ugello
Volume di irrorazione (l/ha)	1200	1000
Prodotti	Dosi testate (ml/ha)	
Estratto di mimosa (Mimoten)	100 ⁽¹⁾	150
Estratto di semi di agrumi (Zitron)	-	250
Olio NTI B + Olio NTI F	-	600 + 200 ⁽²⁾ 200 + 600

⁽¹⁾ = primo trattamento a 150 ⁽²⁾ = questa dose solo nei primi due trattamenti - = non saggiato

RISULTATI

Prove *in vitro*

I risultati, in termini di percentuale media di accrescimento della colonia nei trattati rispetto al testimone rilevata al settimo giorno (ad eccezione di *B. cinerea* e *P. irregulare* per i quali ci si riferisce al primo rilievo effettuato a 3 giorni), sono riportati rispettivamente nella tabella 3 per gli estratti di agrumi e mimosa mentre nella tabella 4 quelli delle prove effettuate con gli oli della NTI (in quest'ultimo caso si tratta degli esiti rilevati alla più alta concentrazione saggiata pari a 15 ml/l, ovvero quella che ha fornito i risultati più interessanti).

L'estratto di agrumi ha mostrato una buona attività di contenimento dell'accrescimento miceliare dei funghi saggiati, ad eccezione di *Colletotrichum acutatum*, agente dell'antracnosi della fragola, nei confronti del quale è la sola concentrazione più alta ad inibire sostanzialmente lo sviluppo del patogeno in piastra. L'estratto di *Mimosa tenuiflora* non ha invece mostrato alcuna attività se non nei confronti di *P. infestans* e *M. nivale* ma esclusivamente alla dose più elevata (3 ml/l). Gli oli della NTI hanno mostrato una buona attività nei confronti di diversi patogeni (in particolare *P. irregulare*, *P. infestans*, *Monilia* spp.) e l'olio che ha mostrato il più ampio spettro di azione è risultato essere l'H.

Prove *in vivo* (serra)

Nelle tabelle dalla 5 alla 8 sono riportati i risultati ottenuti dalle prove in serra nei confronti di *P. infestans*, *P. viticola* e *P. xanthii* in termini di percentuale di superficie fogliare colpita o sporulata. In senso generale si evidenzia come l'efficacia manifestata dagli estratti di agrumi e mimosa tenda ad aumentare all'aumentare della dose (tabelle 5 e 8) che però comporta anche la comparsa di più intensi fenomeni di fitotossicità. Certamente essi sono più evidenti su pomodoro con disseccamenti dei margini fogliari mentre sui cotiledoni di zucchini il fenomeno è apparso lievissimo. La singola concentrazione/prodotto utilizzata su barbatelle di vite ha manifestato danneggiamenti fogliari sostanzialmente blandi (tabella 7).

Tra gli oli della NTI, alla dose più elevata saggiata di 15 ml/l, quelli che hanno evidenziato in entrambe le prove la maggiore efficacia nei confronti di *P. infestans* sono stati C, D, G ed H mentre tutti hanno mostrato buona efficacia nell'unica prova effettuata verso *P. xanthii* (tabella 6). Questi prodotti non hanno mai causato sintomi di fitotossicità.

Tabella 3. Risultati delle prove *in vitro* con gli estratti

Patogeno	% medie di crescita rispetto al testimone alle diverse concentrazioni (ml/l)				
	Estratto di agrumi			Estratto di mimosa	
	1,25	2,5	5	1,5	3
<i>A. solani</i>	14,5	6,9	0	97,5	97,5
<i>B. cinerea</i>	17,1	13,5	0	-	-
<i>C. acutatum</i>	56,7	45,4	24,9	91,8	81,5
<i>M. nivale</i>	51,5	32	9	70,1	43
<i>Monilia</i> spp.	0	0	0	99,5	87,2
<i>P. infestans</i>	1,5	0	0	88,1	32,8
<i>P. irregolare</i>	4,4	3	0	100	84,1
<i>S. vesicarium</i>	19,5	6,5	0	-	-

- = non saggiato

Tabella 4. Risultati delle prove *in vitro* con gli oli della NTI

Patogeno	% medie di crescita rispetto al testimone alla concentrazione di 15 ml/l						
	B	C	D	E	F	G	H
<i>A. solani</i>	44,7	32,2	40	41,6	28,2	33,1	21,9
<i>B. cinerea</i>	5,6	18,5	0,1	7	2,3	21,7	0
<i>C. acutatum</i>	26,5	30,7	32,8	27	16,2	51	6,7
<i>M. nivale</i>	30,1	12,6	1,4	13	1,8	43,7	0
<i>Monilia</i> spp.	0,5	15,6	4,5	8,8	0	19,1	0
<i>P. infestans</i>	0,9	0,5	0,7	4,7	0,7	0,8	0,4
<i>P. irregolare</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. vesicarium</i>	45,5	23,8	40	47,8	33,8	25,1	22

Prove *in vivo* (campo)

I risultati relativi alle prove di campo effettuate nei confronti di *P. viticola* e *P. xanthii* su zucchini sono riportati rispettivamente nelle tabelle 9 e 10.

L'andamento climatico non è stato molto favorevole alla peronospora, con un solo ciclo di precipitazioni in corrispondenza del primo accrescimento della vite (inizio maggio) preceduto e seguito da mancanza totale di piogge e basse umidità. Tra la fine di maggio e l'inizio di giugno, in corrispondenza della fioritura-allegagione, si è tuttavia verificata una serie di precipitazioni che ha dato inizio allo sviluppo epidemico della malattia. Successivamente nei mesi di giugno e luglio, l'assenza pressoché totale di piogge con elevate temperature hanno fortemente limitato la diffusione della malattia. L'estratto di *Mimosa tenuiflora*, distribuito a 150 ml/hl, ha subito fatto evidenziare sintomi di fitotossicità, motivo per cui dal secondo trattamento il dosaggio è stato abbassato a 100 ml/hl, concentrazione alla quale il fenomeno

non ha subito peggioramenti. Il rilievo, eseguito a distanza di una settimana dall'ultimo trattamento, ha permesso di osservare una discreta attività del prodotto sia sulle foglie che sui grappoli. A distanza di oltre un mese la superficie fogliare colpita è poi rimasta comunque inferiore alla metà di quella rilevata nel testimone (tabella 9).

Per quanto riguarda la prova su zucchini, grazie all'andamento climatico abbastanza favorevole (piogge non molto frequenti, temperature e umidità relativamente elevate) che ha caratterizzato il mese di settembre, la malattia, dopo la manifestazione dei primi sintomi, si è diffusa progressivamente e solo dalla fine di questo mese è stata parzialmente ostacolata dalle continue precipitazioni del mese di ottobre. Ciò non ha comunque impedito al mal bianco di diffondersi in maniera generalizzata seguendo l'accrescimento vegetativo delle piante, e raggiungendo nella prima decade di ottobre un'elevata intensità, superiore al 50% nel testimone. Anche considerata tale elevata pressione infettiva, entrambi gli estratti di agrumi e mimosa sono stati in grado di contenere discretamente l'attacco fungino sia nel corso della prova ma anche a distanza di 15 giorni dalla chiusura delle applicazioni. Nessun sintomo di fitotossicità è stato evidenziato sulle foglie della coltura confermando quanto osservato, con un unico trattamento e su piantine nella fase cotiledonare, nelle prove svolte in ambiente controllato. Ad un livello inferiore si colloca invece l'attività della miscela degli oli della NTI che hanno mostrato la migliore efficacia al primo rilievo con una successiva progressiva perdita nei due rilievi successivi (tabella 10).

Tabella 5. Attività su *P. infestans* degli estratti nelle prove in serra

Prodotto (ml o g/l)	% superficie fogliare colpita			
	I prova	II prova	III prova	IV prova
Testimone	93,3 a	37,5 a	99,5 a	99 a
Estratto di agrumi				
I	-	-	36,3 b	-
1,25*	-	8,5 b	-	-
2,5**	4 bc	2,8 b	-	-
5***	2 c	-	-	-
Estratto di mimosa				
1,5	6,3 bc	6,1 b	28,8 b	33,8 b
3*	-	-	-	8,8 c
Cuprocaffaro micro (3 g)	8,3 b	3,8 b	4,3 c	16,3 bc

* fitotossicità (f) lieve; ** f. media; *** f. elevata

Tabella 6. Attività su *P. infestans* e *P. xanthii* degli oli NTI (15 ml/l) nelle prove in serra

Prodotto (ml o g/l)	% superficie fogliare colpita da <i>P. infestans</i>		% superficie fogliare colpita da <i>P. xanthii</i>
	I prova	II prova	
Testimone	32,5 a	23,13 a	57,5 a
B	41,3 a	10 c	3,1 c
C	8,1 bcd	13,1 bc	6 c
D	16,3 bc	13,1 bc	7,6 c
E	18,8 b	8,8 cd	5,4 c
F	32,5 a	15 b	6,8 c
G	11,3 bcd	5,5 de	23,8 b
H	5 cd	3,5 e	7,5 c
Cuprocaffaro micro (3 g)	0 d	1,3 e	-
Tiovit (3 g)	-	-	0 c

Tabella 7. Attività su *P. viticola* degli estratti nelle prove in serra

Prodotto (ml o g/l)	% superficie fogliare sporulata	
	I prova	II prova
Testimone	21,7 a	45 a
Estratto mimosa (1,5* ml)	0 b	0 b
Estratto agrumi (5* ml)	0,3 b	0 b
Cuprocaffaro micro (3 g)	0,7 b	0,7 b

* fitotossicità lieve

Tabella 8. Attività su *P. xanthi* degli estratti nelle prove in serra

Prodotto (ml o g/l)	% superficie fogliare colpita		
	I prova	II prova	III prova
Testimone	85 a	93,8 a	67,5 a
Estratto agrumi (ml)			
1,25	-	-	6,9 b
2,5	-	8,8 c	0,8 c
5*	58,8 b	4,5 c	0,9 c
Estratto mimosa (ml)			
1,5	82,5 a	27,5 b	2,4 c
Tiovit (3 g)	35 c	0 d	0 d

* fitotossicità lieve

Tabella 9. Risultati della prova di campo con estratto di mimosa nei confronti di *P. viticola*

Prodotti	26/06		26/06		23/07		24/07
	n° foglie colpite/parcella	% sup.fogl. colpita/foglia	% grappoli colpiti/parcella	% acini colpiti/grappolo	% grappoli colpiti/parcella	% acini colpiti/parcella	%sup. fogl. colpita/parcella
Testimone	990	51,3	87,3 a	31,9 a	100 a	55,4 a	57,5 a
Estratto di mimosa	144,5	21,9	25,4 b	3,5 b	80,5 b	12,1 b	28,1 b
Kocide 3000	7	5	15,9 b	4,5 b	81,2 b	11,9 b	5 c

Date trattamenti: 11/05, 18/05, 24/05, 31/05, 07/06, 13/06, 20/06

Tabella 10. Risultati delle prova di campo con i diversi prodotti vegetali nei confronti di *P. xanthii* su zucchini

Prodotto	% superficie fogliare colpita		
	11/10	18/10	02/11
Testimone	56,2 a	77,5 a	88,8 a
Estratto di mimosa	17,2 b	29,4 c	44,4 c
Estratto di agrumi	13,8 bc	23,1 cd	40 c
NTI B + NTI F	21,9 b	39,4 b	56,9 b
Tiovit	8,8 c	15 d	21,9 d

Date trattamenti: 11/09, 20/09, 28/09, 04/10, 11/10, 17/10

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le diverse tipologie di prove sinora effettuate sugli estratti di agrumi (Zitron) e di mimosa (Mimoten) e sui molteplici oli della Natural Technologies Italia hanno consentito di mettere in luce una generalmente buona attività antifungina non facilmente riscontrabile nel vasto panorama di prodotti di origine vegetale disponibile sul mercato nell'ambito delle più diverse tipologie e caratteristiche di impiego. Sulla base degli esiti finora ottenuti infatti, questi prodotti potrebbero rappresentare un valido supporto ai mezzi tecnici impiegabili in agricoltura biologica ed una integrazione all'utilizzo di prodotti di sintesi nella produzione integrata. Non può però essere sottovalutato l'aspetto della fitotossicità che ha caratterizzato l'attività degli estratti di agrumi e mimosa in maniera direttamente proporzionale alla concentrazione. Ciò considerato, una maggiore conoscenza della composizione di questi prodotti insieme all'allestimento di ulteriori prove anche nei confronti di patogeni diversi da quelli sinora considerati, consentirà di fornire le necessarie conferme di efficacia da un lato e del miglior rapporto tra questa ed i dosaggi da utilizzare dall'altro.

LAVORI CITATI

- Abou-Jawdah Y., Sobh H., Salameh A., 2002. Antimycotic activities of selected plant flora, growing wild in Lebanon, against phytopathogenic fungi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3208-3213.
- Bianchi A., Zambonelli A., Zechini D'Aulerio A., Bellesia F., 1997. Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi *in vitro*. *Plant disease* 81 (11), 1241-1246.
- Brunelli A., Di Marco S., Satanassi L., 1990. Attività *in vitro* e in serra di sostanze naturali contro patogeni fungini. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 325-334.
- Cvetnic Z., Knezevic V. S., 2004. Antimicrobial activity of grapefruit seed and pulp ethanolic extract. *Acta Pharm.*, 54, 243-250.
- Fiori A. C. G., Schwan-Estrada K. R. F., Stangarlin J. R., Vida J. B., Scapim C. A., Cruz M. E.S., Pascolati S. F., 2000. Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella brioniae*. *Journal of Phytopathology*, 148, 483-487.
- Franzios G., Mirosou M., Hatzia Apostolou E., Kral J., Scouras Z. G., Mavragani-Tsipidou P., 1997. Insecticidal and genotoxic activities of mint essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2690-2694.
- Mine Soylu E., Soylu S., Kurt S., 2006. Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologia*, 161, 119-128.
- Pirajno G., Salamone A., Scarito G., 2006. Attività inibente degli estratti acquosi di *Inula viscosa* e *Pelargonium graveolens* sull'accrescimento *in vitro* di funghi fitopatogeni. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 413-416.
- Salamone A. Scarito G., Somma V., 2002. Attività antifungina *in vitro* e *in planta* di olio essenziale di origano. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2: 533-538.
- Zambonelli A., Severi A., Benvenuti S., Zechini D'Aulerio A., Maggi L., Bianchi A., 2002. Attività fungicida ed effetti ultrastruttura ifale di oli commerciali di timo *in vitro*. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 539-540.

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto CRPV 2006 "Resistenza dei patogeni ai fungicidi nel comparto ortofrutticivico" finanziato dalla Regione Emilia-Romagna (L.R. 28/98)