



Il caolino: una nuova opportunità nella difesa biologica ed integrata.

Un esempio di applicazione nel contenimento di infestazioni di *Cacopsylla melanoneura* (Förster) in meleti del Canavese affetti da AP

Rosemarie Tedeschi* – Ursula Gamba** – Massimo Pinna** – Sandra Spagnolo**
– Alberto Alma*

ABSTRACT

A ministerial decree of 2003 make mandatory the phytosanitary treatments for the Apple Proliferation containment. The pest management is based on the use of insecticides able to contain the population of *Cacopsylla melanoneura* (Förster) vector insect of the Apple Proliferation phytoplasma. The trial managed in three apple orchards in Canavese has the aim to value the effectiveness of processed kaolin in apple biological control.

KEY WORDS

Cacopsylla melanoneura, phytoplasmosis, apple proliferation, kaolin, biological apple orchards.

Introduzione

Negli ultimi anni, la sempre maggiore presa di coscienza dei rischi associati all'utilizzo di prodotti chimici per la difesa delle piante ha portato alla ricerca di nuove tecniche alternative, ecocompatibili, per il controllo dei fitofagi. Tra queste si è fatta strada una nuova metodologia detta "Particle film tecno-

logy" che consiste nella formazione di una barriera protettiva sulla vegetazione per mezzo di polveri varie. Un buon film protettivo deve avere dei requisiti fondamentali, ovvero essere chimicamente inerte, con particelle di diametro inferiore ai 2 μm , formulato in modo da creare uno strato uniforme che altera ed

(*) Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali - Entomologia e Zoologia applicate all'Ambiente " Carlo Vidano", Università di Torino

(**) C.R.A.B. S.c.r.l. - Centro di Riferimento per l'Agricoltura Biologica Società consortile a responsabilità limitata

ostacola il comportamento dell'insetto sulla pianta senza però interferire con gli scambi gassosi del vegetale, deve inoltre permettere la trasmissione delle radiazioni necessarie per la fotosintesi ed escludere, in qualche misura, gli ultravioletti e gli infrarossi nonché essere facilmente rimovibile in pre-raccolta.

Il composto maggiormente utilizzato per tale scopo è il **caolino**, un allumino-silicato in forma di fine polvere bianca non porosa e non espandibile che si disperde facilmente in acqua ed è chimicamente inerte in un ampio spettro di pH. Il caolino viene da tempo utilizzato nell'industria della carta, delle vernici, della cosmetica e della plastica, come riempitivo e brillantante, mentre solo recentemente ha trovato innovativi sbocchi in campo agrario.

Il prodotto, distribuito sulle piante sottoforma di soluzione acquosa, dissecca lasciando uno strato uniforme bianco sulle piante (**Fig. 1**).

I tessuti vegetali ricoperti da questo film risultano irriconoscibili al tatto, alla vista e all'olfatto degli insetti, infatti il principale meccanismo d'azione del caolino è la repellenza nei confronti degli adulti con riduzione dell'attività trofica e dell'ovideposizione. Inoltre, il movimento degli insetti, l'attività trofica e altre attività fisiche, quali l'ancoraggio al vegetale, possono venire gravemente compromesse per l'adesione delle particelle di caolino al corpo degli insetti stessi, quando questi



Fig. 1 - Pianta di melo trattata con caolino.

vengono a contatto con il formulato. E' stato anche dimostrato che il caolino ha la proprietà di ridurre l'incidenza degli attacchi da parte di funghi e batteri quali *Erwinia amylovora* e *Venturia inaequalis* (Glenn *et al.*, 1999; Thomas *et al.*, 2004) ma, in tal caso, assume particolare importanza la formulazione (idrofoba o idrofila) del prodotto (Lalancette *et al.*, 2005). Inoltre, effetti nocivi sugli insetti delle derrate sono stati osservati da Mostafa e Al Moajel (1991) (**Fig. 2**).

Studi svolti su colture frutticole hanno dimostrato che la fotosintesi e il raccolto non sono ridotti a causa dello strato di caolino (Glenn *et al.*, 1999; Russo e Diaz-Perez, 2005) anzi, la copertura bianca determina un incremento della riflessione della radiazione solare riducendo la temperatura delle chiome, lesioni solari e relative perdite di produzione (Glenn *et al.*, 2001, 2002, 2003; Melgarejo *et al.*, 2004).

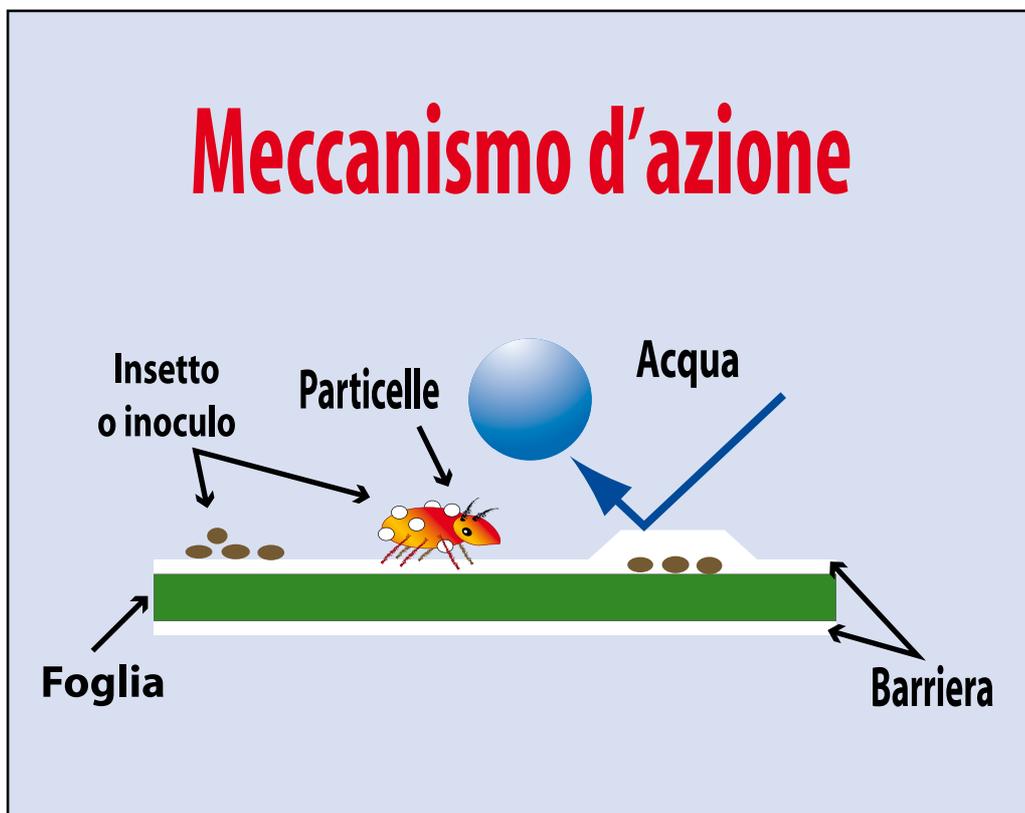


Fig. 2 - Meccanismo d'azione della polvere di caolino sugli artropodi e sui microrganismi dannosi alle piante. Gli artropodi vengono respinti, o comunque contenuti, dalle piante rivestite da un film di particolato idrofobico non riconoscendo più, al tatto e alla vista, il vegetale come ospite. I movimenti, la nutrizione e altre attività fisiche dell'insetto vengono notevolmente ostacolati a causa del deposito delle particelle sul corpo degli insetti stessi quando questi si muovono sullo strato di caolino. Gli attacchi dei microrganismi fitopatogeni possono essere prevenuti rivestendo la pianta con un film di particolato idrofobico che ostacola l'inoculo per contatto diretto con la superficie fogliare. Inoltre, il film previene le malattie microbiche impedendo all'acqua di formare uno strato liquido a diretto contatto con la superficie fogliare. Quindi molti funghi e batteri fitopatogeni che richiedono umidità per il loro sviluppo vengono ostacolati.

Figura tratta e modificata da Glenn *et al.*, 1999.

Le prime applicazioni del caolino per la difesa dai fitofagi sono state effettuate negli Stati Uniti negli anni 1999-2000 (Glenn *et al.*, 1999, Puterka *et al.*, 2000). I primi significativi successi sono stati ottenuti nella lotta alla psilla del pero *Cacopsylla pyricola* (L.) che causa sia danni diretti legati all'attività trofica che porta a necrosi fogliari, defogliazioni e riduzione della produzione, sia danni indiretti per la trasmissione del fitoplasma agente causale del Pear Decline; questo insetto sviluppa inoltre rapidamente resistenze agli insetticidi (Follett *et al.*, 1985; Pree *et al.*, 1990). Il meccanismo d'azione principale osservato sugli adulti delle psille è la repellenza, soprattutto in presenza di film idrofobici che determinano una maggiore aderenza delle particelle all'insetto. Ripetuti trattamenti estivi determinano la formazione di un consistente film bianco sulla corteccia che permane anche durante il periodo invernale e previene l'ovideposizione sui rametti in riposo vegetativo nella primavera successiva. Alla ripresa vegetativa, con la comparsa delle nuove foglie, viene persa questa protezione sulla pianta e le psille depongono sulle foglie non trattate (Puterka *et al.*, 2000). Inizialmente, il controllo della psilla veniva effettuato con ripetuti (fino a 13) trattamenti stagionali, mentre ora si ricorre solo più a 2 o 3 interventi precoci, prima della fioritura, che sono in grado di ridurre in larga misura l'ovi-

deposizione, mentre non risultano più necessari gli interventi dopo la fase di caduta petali. Dal 1999 al 2003, i pereti statunitensi difesi con il caolino sono passati dal 19% al 50%. Alla luce di ciò, nello stato di Washington, è stato realizzato un progetto per la difesa del pero, nel quale la psilla viene prevalentemente controllata con il caolino, mentre altri fitofagi non contenuti con questo prodotto, per esempio gli acari, vengono trattati con oli leggeri estivi, riducendo sensibilmente l'utilizzo degli insetticidi convenzionali.

Un secondo esempio di buoni risultati ottenuti con il caolino riguarda la lotta alla cicalina *Homalodisca coagulata* vettore di *Xylella fastidiosa*, agente causale della batteriosi Pierce's Disease della vite negli Stati Uniti e soprattutto in California. Gli insetticidi per contatto garantiscono solo una protezione limitata nel tempo, ma le protratte e continue invasioni nei vigneti della cicalina proveniente dagli adiacenti agrumeti determinano rapide reinfezioni. Infatti, la cicalina si riproduce e sverna sugli agrumi, poi non appena la temperatura inizia ad aumentare in primavera, migra su vite dove si nutre e si riproduce. Invece i trattamenti sistemici, per esempio con imidacloprid, riducono sì l'incidenza della malattia, ma garantiscono una sopravvivenza dei vigneti maggiore di un solo anno in caso di gravi infestazioni di *H. coagulata*. I trattamenti con caolino invece

impediscono la migrazione nei vigneti e prevengono quindi l'ovideposizione. Tre applicazioni bisettimanali di caolino hanno dato risultati migliori di sei trattamenti settimanali con insetticidi per contatto nel ridurre le popolazioni di *H. coagulata* (Puterka *et al.*, 2003).

Recentemente lo studio dell'efficacia della polvere di caolino è stata estesa a numerose colture (prevalentemente piante da frutto) contro numerosi fitofagi quali l'afide *Dysaphys plantaginea* (Passerini) (Bürgel *et al.*, 2005), la psilla del pero *C. pyri* (Pasqualini *et al.*, 2002), le mosche della frutta *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Mazor e Erez, 2004) e *Bactrocebra oleae* (Gmelin) (Saour e Makee, 2004), lepidotteri (Knight *et al.*, 2000; Unruh *et al.*, 2000; Showler, 2003) e coleotteri (Lapointe, 2000; Showler, 2002).

Dal punto di vista commerciale, Surround®WP è il prodotto a base di caolino maggiormente utilizzato per la protezione delle piante e l'unico disponibile in Italia.

Tale prodotto è costituito per il 95% da caolino e una lavorazione accurata lo ha reso un prodotto particolarmente fine, idoneo a formare sulle piante una sottilissima pellicola protettiva contro un largo spettro di insetti. Il prodotto può essere distribuito con le normali attrezzature da difesa (atomizzatore, nebulizzatore, ecc.) ad una dose del 2-3% a seconda della coltura, considerando sempre di utilizzare una quantità pari a 20-40 kg per ettaro.

Inoltre, Surround®WP, che non ha carenza, può essere utilizzato fino al momento della raccolta.

Sebbene la nuova legge n° 29 del 25/1/2006 consenta, in agricoltura biologica, l'utilizzo di soli prodotti registrati, Surround®WP, in attesa della registrazione ormai prossima, essendo polvere di roccia, può continuare ad essere adoperato purché utilizzato come protettivo e non come antiparassitario.

In Italia il prodotto è stato utilizzato con successo nella lotta contro la psilla del pero *C. pyri* in Emilia Romagna (Pasqualini *et al.*, 2002), sfruttando soprattutto il mancato riconoscimento della pianta come substrato per l'ovideposizione da parte dell'insetto. Alla luce di tali risultati si è voluto sperimentare l'utilizzo di tale formulato nella lotta alla psilla del melo *Cacopsylla melanoneura* (Forster) vettore della fitoplasmosi degli scopazzi, malattia che negli ultimi anni ha causato seri problemi economici alla melicoltura dell'Italia Settentrionale, tanto che il 23 febbraio 2006 è stato emanato il decreto ministeriale "Misure per la lotta obbligatoria contro il fitoplasma Apple Proliferation Phytoplasma" (GU n. 61 del 14-3-2006). Un progetto di collaborazione tra il C.R.A.B. S.c.r.l. - Centro di Riferimento per l'Agricoltura Biologica e il Di.Va. P.R.A. - Settore Entomologia della Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Torino - dal titolo "Impiego di sostanze di origine minerale per il

contenimento delle popolazioni di *Cacopsylla melanoneura* in meleti affetti da "Apple Proliferation" ha permesso di avviare nel 2005 uno studio preliminare sull'efficacia di nuove tecniche di contenimento di *C. melanoneura* utilizzabili in agricoltura biologica. Nello specifico, sono stati saggiati due prodotti ammissibili in agricoltura biologica, il polisolfuro di calcio e la polvere di caolino, confrontando la loro eventuale efficacia con un testimone non trattato e con i trattamenti convenzionali a base di etophenprox.

Il progetto è stato finanziato dalla Regione Piemonte e ha previsto sia rilievi di campo che analisi di laboratorio.

Materiali e metodi

Attività di campo

Nel 2006 tre meleti del Canavese, uno certificato biologico, gli altri due condotti secondo i criteri dell'agricoltura integrata sono stati individuati per la realizzazione della sperimentazione.

I meleti a conduzione integrata sono stati suddivisi in otto parcelle che sono servite per la realizzazione di quattro tesi di due ripetizioni ciascuna. Ogni tesi prevedeva un testimone non trattato, l'utilizzo di polisolfuro di calcio, di polvere di caolino e di etophenprox rispettivamente. Nel meleto a conduzione biologica le tesi confrontate era-

no tre: testimone non trattato, polisolfuro di calcio e polvere di caolino, per ognuna sono state effettuate due ripetizioni per un totale di sei parcelle.

Per quanto riguarda il polisolfuro di calcio è stato effettuato un unico trattamento (12 l/hl) intorno a metà marzo, mentre per quanto riguarda la polvere di caolino è stato fatto un primo trattamento a metà febbraio (2 Kg/hl) in due delle tre aziende e all'inizio di marzo nella terza, seguiti da 1 o 2 trattamenti successivi a distanza di circa un mese. Un unico trattamento con etophenprox è stato eseguito il 20 aprile alla dose di 200 ml/hl nelle aziende A e B. A partire dalla fine di febbraio, la popolazione di *C. melanoneura* è stata campionata nei tre meleti mediante trappole cromotattiche gialle. Nell'ambito di ogni parcella due trappole sono state posizionate nella zona centrale ad un'altezza di 1,5 m dal suolo e sono state sostituite con cadenza settimanale fino alla prima settimana di giugno. Le trappole sono state esaminate presso i laboratori del Di.Va.P.R.A. – Settore Entomologia e i risultati ottenuti sono stati riportati nella **Figura 3**.

Durante lo stesso periodo campionamenti mediante frappe sono stati effettuati non solo per monitorare l'andamento della popolazione di *C. melanoneura*, ma anche per poter raccogliere individui vivi da destinare alle analisi di laboratorio.

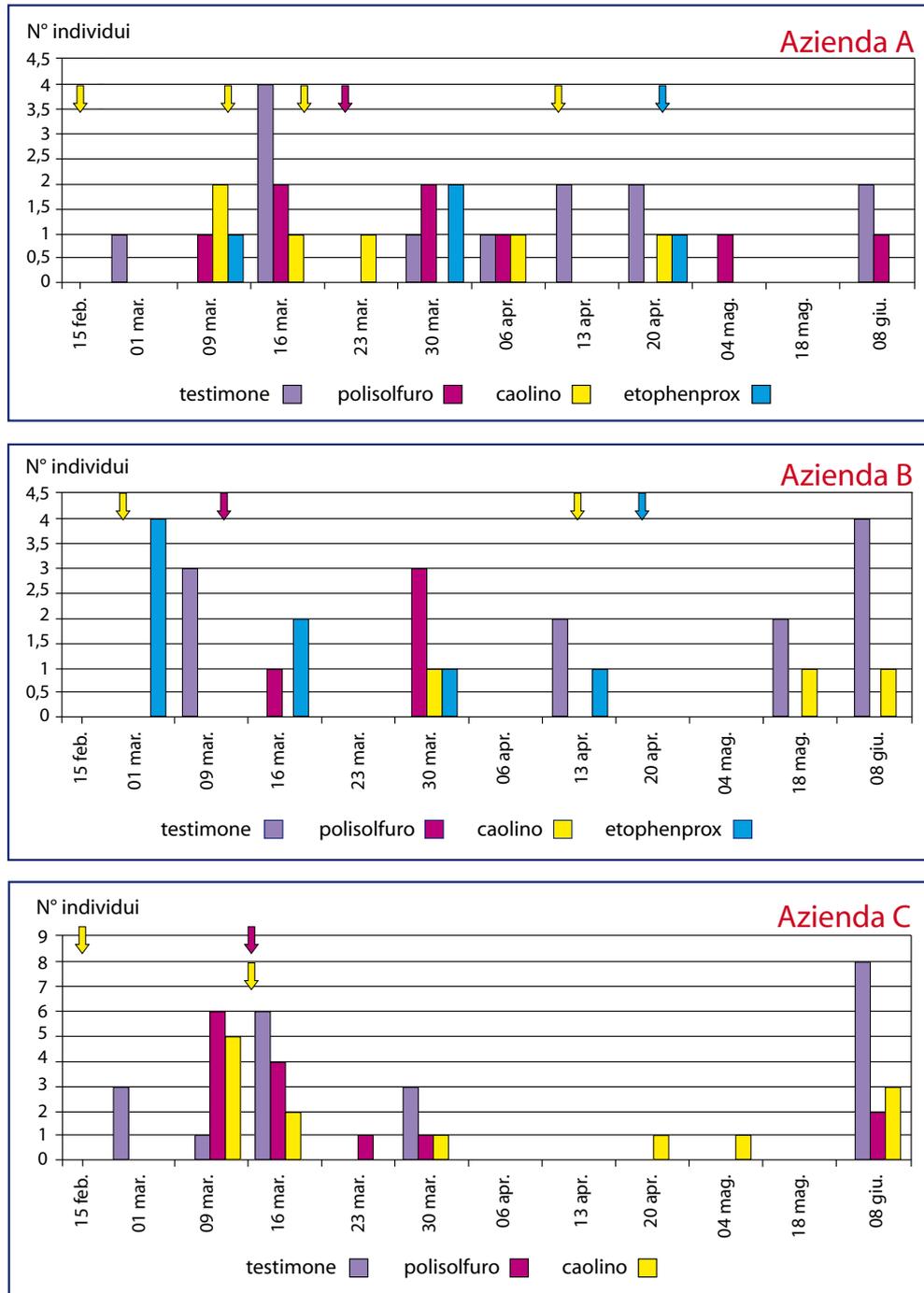


Fig. 3 - Andamento delle catture totali di *Cacopsylla melanoneura* mediante trappole cromotattiche gialle nelle tre aziende oggetto di indagine in relazione ai diversi interventi. Le frecce indicano i momenti in cui sono stati effettuati i vari trattamenti.

Risultati

Attività di campo

In tutte e tre le aziende la specie di psille maggiormente presente sulle trappole cromotattiche gialle è stata *C. melanoneura* anche se la densità di popolazione è sempre risultata nel complesso molto bassa, infatti non sono mai stati superati i sei individui/data/tesi.

Nelle parcelle testimoni, il numero degli individui campionati è comunque risultato spesso più alto rispetto alle altre parcelle.

Nell'**Azienda A** gli esemplari raccolti nelle parcelle trattate con la polvere di caolino e il polisolfuro di calcio sono sempre risultati molto pochi, 1 o 2 individui/data/tesi.

Nell'**Azienda B** invece i trattamenti preventivi con polisolfuro di calcio e soprattutto con polvere di caolino hanno permesso di contenere la colonizzazione da parte della psilla in particolare nei periodi più critici per la trasmissione del fitoplasma, quando spesso la densità di popolazione del vettore è molto alta. Il maggior numero di individui è stato catturato nelle parcelle testimoni e in quelle trattate con etophenprox (11 e 6 individui/parcella rispettivamente).

Nell'**Azienda C** i trattamenti con caolino e polisolfuro di calcio sono riusciti in genere a contenere la popolazione della

psilla rispetto alle parcelle testimoni.

Oltre alla specie *C. melanoneura*, sulle trappole cromotattiche sono stati reperiti individui di *Aphalara avicularis* (Förster), *Cacopsylla pruni* (Scopoli), *C. pyrisuga* (Förster), *Trioza urticae* (L.) e *Bactericera albiventris* (Förster), ma sempre in maniera sporadica.

Anche con il frapping il numero degli individui raccolti è stato molto basso. La specie maggiormente presente è stata *C. melanoneura*, mentre 1 solo individuo di *C. pruni* è stato catturato nell'**Azienda B**. I risultati di tali catture sono esposti nella **Tabella 1**.

Materiali e metodi

Attività di laboratorio

Estrazione di DNA da insetti

Gli individui di *C. melanoneura* sono stati, se non diversamente indicato, pestati singolarmente in provette Eppendorf da 1,5 ml per mezzo di micropestelli e con l'ausilio di carborundum con 500 µl di cetyl-trimethyl-ammonium-bromide buffer, ovvero CTAB (2% w/v CTAB; 1,4 M NaCl; 20 mM EDTA pH 8,0; 100 mM tris-HCl pH 8,0; 0,2% mercapto-etanolo) preriscaldato a 60°C. La sospensione è stata incubata a 60°C per 30', quindi centrifugata per 5' a 6.000-8.000 rpm al fine di eliminare il residuo solido. Il surnatante è stato trasferito in nuove provette Eppendorf e addizionato con un volume di cloroformio

Tab. 1 - Risultati delle catture di *C. melanoneura* mediante scuotimento meccanico dei rami.
T = parcella testimone, P = parcella trattata con polisolfuro di calcio, C = parcella trattata con polvere di caolino, E = parcella trattata con etophenprox, f = adulto femmina, m = adulto maschio, giov. = stadio giovanile.

Data	Azienda A		Azienda B		Azienda C	
	sigla	n	sigla	n	sigla	n
9 febbraio	P1	1f				
	C5	1f				
16 febbraio	P1	1f				
1 marzo	C4	1f	T2+T3	2m	P2	1f
9 marzo	P3	1f+1m	E1	1m	C2	1m
			T2	1f	P2	1m
			T4	1m		
			P2	1m		
16 marzo	T4	1m				
	P4	1f				
23 marzo	P2	1m	T3	1m		
30 marzo			E3	1m	P2	1f
			P4	1m		
6 aprile			T2	1m		
			T3	1m		
			T1	1f		
			E1	1m		
13 aprile	T4	1m	T4	1f+1m	P2	1f
	P1	1m	E1	1f		
			T4	1m		
2 maggio			T2	1 giov.		
10 maggio	P1	1f+1m				
	P6	1 giov.				
	T4	2m				
	T6	1f				
31 maggio	T3	1m	C1	1 giov.		
			E1	2m		
8 giugno	P6	1f				
	P2	2m				

isoamilalcol (24:1). Dopo un'agitazione di 20' e centrifugazione ad alta velocità a temperatura ambiente per 5', la fase acquosa è stata trasferita in nuove provette e il DNA è stato precipitato con 1 volume di isopropanolo freddo in centrifuga refrigerata a 12.000 rpm per 30 minuti, lavato con etanolo 70% ed asciugato *in vacuo*. Infine il DNA è stato risospeso in 20 µl di acqua deionizzata sterile e posto in congelatore a -20°C per la sua conservazione.

Amplificazione del DNA (PCR)

Per la ricerca del fitoplasma agente causale dell'apple proliferation (AP), sono stati utilizzati prima dei primer generici per i fitoplasmi (P1/P7) e successivamente dei primer specifici per il gruppo AP (fO1/rO1). I prodotti di amplificazione ottenuti con la PCR diretta sono stati diluiti alla concentrazione fi-

nale di 1:40 con acqua deionizzata sterile in modo da essere impiegati come templati nell'amplificazione indiretta con fO1/rO1. Per visualizzare i frammenti di DNA ottenuti con la PCR, gli amplificati sono stati sottoposti ad elettroforesi in gel di agarosio all'1%, seguita da colorazione con bromuro di etidio. Il gel è stato quindi osservato e fotografato grazie ad un transilluminatore con lampada ad UV.

Risultati

Attività di laboratorio

Nessuno dei 40 campioni di *C. melanoneura* raccolti nei tre meleti e successivamente saggiati è risultato positivo al "Candidatus Phytoplasma mali" agente causale di AP.

Conclusioni

I dati emersi durante questa sperimentazione hanno permesso di evidenziare una certa efficacia del caolino nel contenere le popolazioni di *C. melanoneura*, ottenendo risultati migliori rispetto alle altre tesi trattate con polisolfuro di calcio o etophenprox, nonché rispetto ai testimoni non trattati. Si tratta comunque di uno studio preliminare che dovrà essere ripetuto ed approfondito,

innanzitutto perché il numero di adulti di psilla catturanti con le trappole cromotattiche gialle nel 2006 è risultato sempre molto basso, forse a causa del particolare andamento climatico, mentre risultati più precisi e attendibili dovrebbero essere ottenuti su popolazioni ben più abbondanti. Inoltre le indagini dovrebbero anche verificare l'effetto del caolino sull'ovideposizione, cosa

che non è stato possibile fare durante il 2006, sempre a causa della bassa densità di popolazione.

Da studi precedentemente svolti (Tedeschi *et al.*, 2003) è stato appurato che in natura il tasso di infettività delle popolazioni di *C. melanoneura* è basso (3-4% per gli adulti svernanti e 0,8% per gli adulti neosfarfallati).

Alla luce di ciò è comprensibile il fatto di non aver trovato insetti positivi tra i pochi catturati mediante scuotimento meccanico dei rami e quindi destinati alla diagnosi molecolare. Se le analisi

fossero state eseguite su di un numero maggiore di insetti, sarebbe stata più elevata la possibilità di rilevare psille positive al fitoplasma agente causale degli scopazzi del melo.

Tuttavia le premesse sembrano essere buone per poter inserire il caolino nei programmi di difesa del melo anche in regime di agricoltura biologica dove comunque il decreto di lotta obbligatoria alla fitoplasmosi degli scopazzi del melo impone interventi efficaci per il contenimento delle popolazioni della psilla vettrice.

BIBLIOGRAFIA

BÜRCEL K., DANIEL C., WYSS E., 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action. *Journal of Applied Entomology*, 129, 311-314.

FOLLETT P.A., CROFT B.A., WESTIGARD P.H., 1985. Regional resistance to insecticides in *Psylla pyricola* from pear orchards in Oregon. *Canadian Entomologist*, 117: 565-573.

GLENN D.M., PUTERKA G.J., VAN DER ZWET T., BYERS R.E., FELDHAKE C., 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92: 759-771.

GLENN D.M., PUTERKA G.J., DRAKE S.R., UNRUH T.R., BAHERELE P., PRADO E., BAUGHER T., 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 126: 175-181.

- GLENN D.M., PRADO E., EREZ A., MCFERSON J., PUTERKA G.J., 2002.** A reflective processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 127: 188-193.
- GLENN D.M., EREZ A., PUTERKA G.J., GUNDRUM P., 2003.** Particle films affect carbon assimilation and yield in "Empire" apple. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 128: 356-362.
- KNIGHT A.L., UNRUH T.R., CHRISTIANSON B.A., PUTERKA G.J., GLENN D.M., 2000.** Effects of a kaolin-based particle film on oblique banded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 93: 744-749.
- LALANCETTE N., BELDING R.D., SHEARER P.W., FRECON J.L., TIETJEN W.H., 2005.** Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science*, 61:25-39.
- LAPOINTE S.L., 2000.** Particle film deters oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 93: 1459-1463.
- MAZOR M., EREZ A., 2004.** Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop Protection*, 23, 47-51.
- MELGAREJO P., MARTINEZ J.J., HERNANDEZ F., MARTINEZ-FONT R., BARROWS B. AND EREZ A., 2004.** Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Scientia Horticulturae*, 100:349-353.
- MOSTAFA T.S., AL MOAJEL. N.H., 1991.** Relative efficacy of certain inert dusts and synthetic chemical insecticides in protecting stored rice grain against *Trogoderma granarium* Everts attack. *Bulletin of the Entomological Society of Egypt, Economic Series*, I 17: 101-109.
- PASQUALINI E., CIVOLANI S., CORELLI GRAPPADELLI L., 2002.** Particle film technology: approach for a biorational control of *Cacopsylla pyri* (Rynchota: Psyllidae) in northern Italy. *Bulletin of Insectology*, 55: 39-42.
- PREE D.J., ARCHIBALD D.R., KER K.W., COLE K.J., 1990.** Occurrence of pyrethroid resistance in pear psylla (Homoptera: Psyllidae) populations from southern Ontario. *Journal of Economic Entomology*, 83: 2159-2163.
- PUTERKA G.J., GLENN D.M., SEKUTOWSKI D.G., UNRUH T.R., JONES S.K., 2000.** Progress toward liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. *Environmental Entomology*, 29: 329-339.

PUTERKA G.J., REINKE M., LUVISI D., CIOMPERIK M.A., BARTELS D., WENDEL L., GLENN D.M., 2003. Particle film, Surround®WP, effects on glassy-winged sharpshooter infestations in grape. Online. Plant Health Progress doi: 10.1094/PHP-2003-0321-01-RS.

RUSSO V.M., DIAZ-PEREZ J.C., 2005. Kaolin-based particle film has no effect on physiological measurements, disease incidence or yield in peppers. *HortScience*, 40: 98-101.

SAOUR G., MAKEE H., 2004. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *Journal of Applied Entomology*, 128: 28-31.

SHOWLER A.T., 2002. Effects of a kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. *Journal of Economic Entomology*, 95: 754-762.

SHOWLER A.T., 2003. Effects of kaolin particle film on beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), oviposition, larval feeding and development on cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95: 265-271.

TEDESCHI R., VISENTIN C., ALMA A., BOSCO D., 2003. Epidemiology of apple proliferation (AP) in northwestern Italy: evaluation of the frequency of AP-positive psyllids in naturally infected populations of *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae). *Annals of Applied Biology*, 142: 285-290.

THOMAS A.L., MULLER M.E., DODSON B.R., ELLERSIECK M.R., KAPS M., 2004. A kaolin-based particle film suppresses certain insect and fungal pests while reducing heat stress in apples. *Journal of the American Pomological Society*, 58: 42-51.

UNRUH T.R., KNIGHT A.L., UPTON J., GLENN D.M., PUTERKA G.J., 2000. Particle films for suppression of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *Journal of Economic Entomology*, 93: 737-743.