

IBISCO®, NUOVO FUNGICIDA A BASE DI CHITO-OLIGOSACCARIDI (COS) E OLIGO-GALATURONIDI (OGA)/PER LA PROTEZIONE DELLA VITE E DELLE COLTURE ORTICOLE: RISULTATI SPERIMENTALI SU OIDIO

A. BENVENUTI¹, D. SERRA², M. SCANNAVINI³, D. GIORGINO⁴,
S. ALESSANDRI⁵

¹Eurofins Agrosience Services Srl - via Madonna delle Grazie, 191 Fondi (LT)

²Agrigeos Srl - via G. Bruno, 136 Catania

³Astra Innovazione e Sviluppo srl – Via Tebano, 45 Faenza (RA)

⁴Agroservice R&S S.r.l – Via Canosa, 30 Andria (BT)

⁵Gowan Italia spa – Via Morgagni, 68, Faenza (RA)

salessandri@gowanitalia.it

RIASSUNTO

Ibisco® è un nuovo fungicida base di COS (chito-oligosaccaridi)-OGA (oligo-galaturonidi) proposto da Gowan Italia per la protezione della vite e di alcune orticole dagli attacchi di Oidio. COS-OGA è la prima “sostanza attiva a basso rischio” approvata a livello comunitario ed è costituita da un complesso brevettato di oligosaccaridi di origine naturale. Il prodotto non ha un’azione diretta sugli organismi patogeni, ma agisce preventivamente come “elicitore”, attivando le difese naturali della pianta, che diventa così in grado di contrastare gli eventuali attacchi fungini. Grazie ai diversi processi di difesa coinvolti, non è soggetto al rischio di sviluppare resistenze da parte dei patogeni. In questo lavoro si riportano i risultati di alcune prove sperimentali eseguite nel 2014-15 su uva da vino e da tavola, pomodoro e zucchino. Le prove avevano lo scopo di saggiare l’efficacia e la selettività del prodotto a confronto con altri formulati impiegati da soli o in strategia. Dalla sperimentazione è emerso un buon controllo dell’oidio nelle diverse condizioni di impiego e una ottima selettività sulle colture testate.

Parole chiave: elicitori, difesa, pomodoro, zucchino

SUMMARY

IBISCO®, A NEW FUNGICIDE BASED ON CHITOSAN-OLIGOSACCHARIDES (COS) AND OLIGO-GALACTURONIDES (OGA) FOR THE PROTECTION OF GRAPE AND VEGETABLE CROPS: EXPERIMENTAL RESULTS ON POWDERY MILDEW

Ibisco® is a new COS-OGA-based fungicide proposed by Gowan Italy for the protection of grape and some vegetables crops from powdery mildew. COS-OGA is the first "low-risk active substance" adopted at Community level and it consists of a patented complex of natural oligosaccharides. The product does not have a direct action on pathogenic organisms, but it acts preventively as elicitor, activating the natural defenses of the plant, making it capable of countering any fungal attack. Thanks to the various defense processes involved, it is not subject to the risk of developing pathogen resistance. This study reports the results of some tests carried out in 2014-15 on wine grape and table grape, tomato and courgette. The trials were designed to test the product efficacy and selectivity in comparison with other fungicides used alone or in strategy. Ibisco showed good control of powdery mildew in various conditions and excellent selectivity on crops.

Keywords: elicitor, control, tomato, courgette

INTRODUZIONE

Le nuove esigenze nella protezione delle colture agricole spingono verso una progressiva integrazione fra i trattamenti chimici tradizionali e altre soluzioni alternative, fra cui le sostanze attive “a basso rischio”, previste dal Regolamento relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari (CE, Reg. 1107/2009 - art.22).

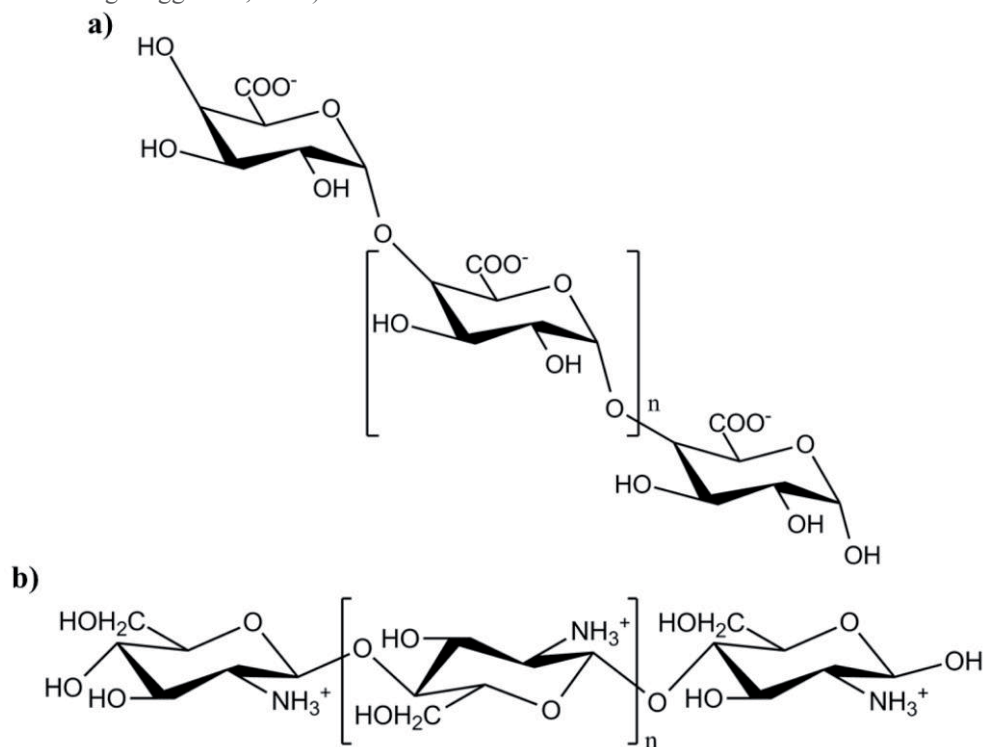
Alcune ricerche innovative negli ultimi anni si sono quindi dedicate allo studio di queste molecole, per verificarne l'efficacia fitoiatrica e le possibilità d'impiego in campo.

A seguito del parere favorevole presentato dall'EFSA (Autorità europea per la sicurezza alimentare), il Regolamento (UE) 2015/543 del 1° aprile 2015 ha approvato la prima "sostanza attiva a basso rischio" a livello comunitario (COS-OGA).

COS-OGA è una nuova sostanza attiva, costituita da un complesso brevettato di oligosaccaridi di origine naturale, messa a punto da FytoFend SA, spin-off dell'Università di Namur (Belgio).

Questo complesso zuccherino è formato da una parte "COS" (chito-oligosaccaridi) derivata da chitosano, componente anche delle pareti cellulari fungine ed estratto dalla chitina dell'esoscheletro dei crostacei, e da una parte "OGA" (oligo-galatturonani) derivata da pectine, componenti delle pareti cellulari vegetali ed estratte dalla buccia di agrumi e mele (vedi figura 1).

Figura 1. Struttura generale "OGA" in figura "a" e struttura generale "COS" in figura "b" (Fürstenberg-Hägg *et al.*, 2013)



La parte pectinica, caricata negativamente, assume la caratteristica struttura "egg-box" in presenza di ioni sodio e calcio, e viene stabilizzata dalla parte chitosanica, carica positivamente (Grant *et al.*, 2010).

Studi di laboratorio hanno dimostrato che questo complesso COS-OGA agisce come elicitore (attivatore) delle difese naturali della pianta. Legandosi ai recettori della membrana vegetale, produce un segnale biochimico che si diffonde nella pianta e provoca diverse

risposte fisiologiche di difesa, come ad esempio l'ispessimento delle pareti vegetali attraverso la deposizione di callosio e lignina. In altri casi è stata verificata una rimodulazione dei processi di alcalinizzazione e flusso potassico, oltretutto con intensità maggiore rispetto alle due parti prese singolarmente (Cabrera *et al.*, 2010). Test su piante di pomodoro hanno inoltre evidenziato gli effetti di COS-OGA su attività perossidasi e bio-sintesi di proteine di patogenesi "PR protein", coinvolte nel meccanismo di Resistenza Sistemica Acquisita "SAR" (van Aubel *et al.*, 2013).

L'originalità della sostanza attiva COS-OGA consiste nella sua composizione: i frammenti del chitosano (COS) vengono rilevati dalla pianta come molecole "estrane" provenienti da un agente patogeno ("non-self", in immunologia), mentre i frammenti di pectina (OGA) vengono rilevati come provenienti dalla degradazione della parete cellulare vegetale ("self"). Questo doppio segnale d'allarme aumenta la rapidità e l'intensità della risposta di difesa.

Nello specifico è poi stata approfondita l'attività come induttore di resistenza all'Oidio, considerando i buoni risultati già ottenuti da elicitori chitosanici in condizioni controllate di laboratorio (Faoro *et al.*, 2008).

Studi già pubblicati hanno dimostrato con prove di campo l'efficacia di COS-OGA nel controllo dell'oidio su vite e su cetriolo in serra (van Aubel *et al.*, 2014). Ora, grazie alla collaborazione fra i ricercatori di FytoFend e la società Gowan Italia, è stato registrato per il mercato italiano un "prodotto fitosanitario a basso rischio" a base di COS-OGA denominato Ibisco® (Reg. Min. Sal. N° 16509 del 5 febbraio 2016).

Ibisco è un formulato liquido contenente 12,5 g/L di COS-OGA, per l'impiego anti-oidico su solanacee e cucurbitacee in serra, vite da vino e uva da tavola. Il prodotto va utilizzato preventivamente, con 2-3 interventi fogliari prima degli attacchi del patogeno, in modo da manifestare un effetto elicitore "cumulativo".

L'attivazione dei recettori di membrana è molto rapida: già 30 minuti dopo il trattamento si sviluppa il segnale elicitore che viene trasmesso in maniera sistemica ascendente e discendente nella pianta. Pertanto, anche in caso di successivo dilavamento del prodotto sulle foglie da parte delle piogge, l'efficacia del trattamento non ne risente. Infatti non è il complesso COS-OGA che viene trasportato nella pianta, ma è il segnale biochimico da esso prodotto che viene trasmesso.

Il prodotto non ha un'azione diretta sugli organismi patogeni, ma agisce preventivamente, attivando le difese naturali della pianta che diventa così in grado di contrastare gli eventuali attacchi fungini. Grazie ai diversi processi di difesa coinvolti, non è soggetto al rischio di sviluppare resistenze da parte dei patogeni.

Ibisco non è tossico per l'uomo, gli animali e l'ambiente, non è classificato e non ha effetti fitotossici per le colture. Il suo impiego non prevede un periodo di sicurezza da rispettare prima della raccolta viste le caratteristiche della sostanza attiva, per la quale non sono richiesti limiti massimi di residuo sulle derrate alimentari (European Food Safety Authority, 2014).

Ibisco si inserisce perfettamente all'interno di strategie di difesa integrate con gli altri fungicidi tradizionali, sia nelle fasi iniziali che successivamente, fino alla raccolta dei frutti.

Per garantire alla pianta una prontezza di difesa ottimale, deve essere impiegato in modo preventivo, preferibilmente eseguendo 2-3 interventi fogliari prima della comparsa della malattia, utilizzando irroratrici in grado di bagnare uniformemente e adeguatamente sia la pagina superiore che quella inferiore delle foglie e i grappoli.

Le irrorazioni dovrebbero essere eseguite al mattino quando le pareti cellulari sono bagnate dalla rugiada, con gli stomi aperti e i primi raggi solari, in modo che il prodotto possa penetrare più facilmente all'interno dei tessuti fogliari.

La sua efficacia antioidica è stata dimostrata da diversi studi internazionali e recentemente è stata sperimentata anche in Italia.

Di seguito vengono presentati i risultati di quattro prove sperimentali di lotta contro l'oidio condotte rispettivamente su vite da vino, uva da tavola, zuccchino e pomodoro in coltura protetta, realizzate in diversi areali italiani per verificare l'attività del nuovo formulato Ibisco.

MATERIALI E METODI

In tutte le prove è stato adottato lo schema sperimentale dei blocchi randomizzati con quattro ripetizioni.

Prova su vite da vino. E' stata eseguita nel 2014 dal Centro di saggio Astra presso un'azienda situata sulle colline di Imola (BO) in un vigneto di 8 anni di età della cv Chardonnay, allevato a Guyot e con sesto d'impianto di 2 x 3,5 m. Le parcelle erano costituite da 5 piante contigue sul filare.

I trattamenti antioidici, effettuati ad intervalli di 7 o 10 giorni nelle fasi fenologiche comprese tra grappoli differenziati e prechiusura del grappolo, sono stati effettuati con un nebulizzatore spalleggiato (mod. Stihl SR 420), distribuendo un volume d'acqua variabile in funzione dello sviluppo vegetativo delle viti.

Le caratteristiche dei fungicidi in prova sono riportati in tabella 1.

I rilievi sono stati eseguiti valutando la diffusione dell'attacco su 50 grappoli per ripetizione. Per ciascuno dei grappoli esaminati è stata stimata la superficie del grappolo interessata dai sintomi mediante le seguenti classi: 0= assenza di sintomi, 1= da 0,1 a 5% di superficie con sintomi, 2= da 5,1 a 15%, 3= da 15,1 a 40%, 4= da 40,1 a 70%, 5= oltre 70%). I dati sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) e le differenze tra le medie confrontate con il test di SNK (con $p \leq 0,05$).

Tabella 1. Fungicidi impiegati nella prova su uva da vino (anno 2014)

Formulato	Sostanza attiva	Formulazione	Concentrazione p.a (g/L o %)	Dose formulato (kg o L/ha)	Dose s.a. (g /hL)
Ibisco	COS-OGA	L	12,5	3	37,5
Tioflor WDG	Zolfo	WG	80	4	3.200
Domark 125	Tetraconazolo	EW	125	0,24	30
Veliero	Spiroxamina	EC	499,5	0,4	200

Prova su uva da tavola. E' stata realizzata nell'anno 2015 dal Centro di saggio Agroservice R&S presso un'azienda sita in Agro di Trinitapoli (BT), area particolarmente vocata alla viticoltura. Il vigneto era della varietà Italia 2, allevato a tendone e con sesto di impianto di 2,2 m tra le file e 2,2 m sulla fila.

Ogni tesi era costituita da 36 piante, 9 per parcella. I primi due interventi antioidici (A e B) sono stati effettuati il 9 maggio e il 16 maggio con zolfo bagnabile (Tioflor WDG) in tutte le tesi a confronto, escluso il testimone non trattato e sono poi proseguiti con i prodotti descritti in tabella 2. Le applicazioni sono state eseguite utilizzando un atomizzatore spalleggiato Oleo Mac mod. AM162, impiegando un volume di soluzione di 1000 L/ha.

I rilievi riguardanti incidenza (% di grappoli con sintomi) e severità (% di area colpita per grappolo), sono stati eseguiti su 100 grappoli per parcella, elaborati e confrontati con il test di Bartlett's per l'analisi della varianza. La differenza significativa delle medie è stata elaborata con il test Student-Newman-Keul mentre l'efficacia è stata determinata con la formula di Abbott.

Tabella 2. Formulati utilizzati ed epoca dei trattamenti della prova su uva da tavola (anno 2015)

Formulato	Sostanza attiva	Concentrazione p.a (g/L o %)	Dose formulato (kg o L/ha)	Trattamenti
Ibisco + Tioflor WG	COS-OGA + zolfo	12,5 - 80	3 + 3	CDEFHIKNPS
Karma 85	Bicarbonato di K	85	5	CDEFHIKNPS
Domark 125	Tetraconazolo	125	0,3*	CEGJIMQT
Veliero	Spiroamina	499,5	0,8	CE
Domark 125 + Ibisco	Tetraconazolo+COS-OGA	125 - 12,5	0,3 + 3	GJ
Ibisco + Tioflor WG	COS-OGA + zolfo	12,5 - 80	3 + 3,5	LOR

Date trattamenti: C=23/5 (BBCH 67); D=30/5 (BBCH 68); E=3/6 (BBCH 69); F= 6/6 (BBCH 71); G=12/6 (BBCH 73); H=13/6 (BBCH 74); I=20/6 (BBCH 75); J=22/6 (BBCH 77); K=27/6 (BBCH 77); L=30/6 (BBCH 77); M=2/7 (BBCH 78); N=4/7 (BBCH 79); O=7/7 (BBCH 79); P=11/7 (BBCH 79); Q=11/7 (BBCH79); R=15/7 (BBCH 80); S=18/7 (BBCH81);T=22/7 (BBCH 83).

Prova su zucchini in coltura protetta. E' stata realizzata dal Centro di saggio Eurofins Agrosience Services, nella primavera 2015 in una azienda situata in località Vallemarina, comune di Monte San Biagio (LT), su coltura di zucchini della varietà Greyzini, in un sito storicamente molto attaccato da oidio delle cucurbitacee (*Golovinomyces cichoracearum*, *Podosphaera xanthii*).

Le parcelle avevano una superficie di 10 m². I trattamenti sono stati eseguiti con nebulizzatore spalleggiato (mod Efco IS 2026). Il formulato Ibisco è stato saggiato in due differenti modalità: in una tesi in miscela con zolfo bagnabile per tutto il periodo della prova, nell'altra tesi in una strategia più complessa al fine di ridurre la quantità di residui chimici durante le fasi della raccolta. Queste modalità di impiego sono state confrontate con interventi a base di solo tetraconazolo e con strategie standard dove erano state inserite anche le meptildinocap e bupirimate, così come riassunto in tabella 3.

Il programma dei trattamenti prevedeva applicazioni fogliari distanziate da un intervallo di 6-7 giorni, da iniziare in maniera preventiva rispetto l'insorgenza delle infezioni.

I rilievi sono stati effettuati stimando la percentuale della superficie fogliare interessata dalle efflorescenze miceliari e raccogliendo i dati relativi alla pagina inferiore e superiore, separatamente. Per ogni parcella sono state valutate 5 foglie a pianta dalle 10 piante posizionate centralmente nella parcella stessa. Le foglie sono state scelte sulla base della posizione rispetto alla pianta privilegiando quelle in posizione basale e comunque verificando gruppi di foglie omogenei come età e dimensioni.

I dati dei rilievi sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova) con un livello di significatività del 5% e quindi, dato il numero esiguo delle tesi a confronto, al test di confronto multiplo di Student-Newman-Kneuls ($p \leq 0,05$).

Tabella 3. Formulati utilizzati ed epoca dei trattamenti della prova su zucchino in coltura protetta (anno 2015)

Formulato	Sostanza attiva	Concentrazione p.a (g/L o %)	Dose formulato (kg o L/ha)	Trattamenti
Ibisco + Tioflor WG	COS-OGA Zolfo	12,5 80	2 2	ABCDEFGF
Domark 125	Tetraconazolo	125	0,4	ABCDEFGF
Karathane Star EC	Meptildinocap	35,7	0,6	ABC
Domark 125	Tetraconazolo	125	0,4	DE
Nimrod 250 EW	Bupirimate	23,8	1	FG
Karathane Star EC	Meptildinocap	35,7	0,6	ABC
Domark 125 +Ibisco	Tetraconazolo+COS-OGA	125 +12,5	0,4+2	DE
Ibisco +Tioflor WDG	COS-OGA+Zolfo	12,5+ 80	2+2	FG

Date trattamenti: A=10/4 (BBCH 73); B=16/4 (BBCH 74); C=23/4 (BBCH 75); D=30/4 (BBCH 75); E=7/5 (BBCH 76); F=14/5 (BBCH 76); G=20/5 (BBCH 77)

Prova su pomodoro in coltura protetta. E' stata realizzata nel 2014 dal Centro di saggio Agrigeos nella provincia di Ragusa, su pomodoro in coltura protetta (varietà Pixel).

Il sesto di impianto era 90 cm tra le file e 40 cm sulla fila, con una dimensione di ciascuna parcella di 10,4 m². Le applicazioni sono state effettuate con nebulizzatore a spalla Subaru Multi ATR 80 a partire dal 12/5 quando le condizioni ambientali erano favorevoli per lo sviluppo della malattia. Durante il periodo di prova è stato utilizzato un volume di acqua di 1000 L/ha.

I dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi della varianza Anova e il danno è stato espresso come % di foglie che mostrano sintomi (incidenza della malattia) e come % di superficie fogliare colpita da sintomi tipici dell'oidio (severità della malattia), valutando ad ogni rilievo 50 foglie di età e dimensioni simili, scelte a caso sulle piante al centro di ogni parcella. L'efficacia dei trattamenti è stata calcolata mediante la formula dell'efficacia semplice di Abbott.

In totale sono stati effettuati 3 rilievi: 5/6,19/6 ed il 2/7.

I prodotti impiegati e l'elenco degli interventi eseguiti sono riportati nella tabella 4.

Tabella 4. Formulati utilizzati ed epoca dei trattamenti della prova di pomodoro in coltura protetta (anno 2014)

Tesi	Formulato	Sostanza attiva	Concentrazione p.a (g/L o %)	Dose formulato (kg o L/ha)	Trattamenti
1	Testimone n.t.	-	-	-	-
2	Domark 125	Tetraconazolo	125	0,4	ABCDEF
3	Scudex	Penconazolo	100	0,4	ABCDEF
4	Ibisco	COS-OGA	12,5	2	ABCDEF
5	Signum	Boscalid + piraclostrobin	267 + 67	1,5	ABCDEF

Date dei trattamenti: 12/5 (BBCH 69-81), 20/5 (BBCH 69-82), 29/5 (BBCH 69-83), 5/6 (BBCH 69-84), 12/6 (BBCH 69-85), 19/6 (BBCH 69-86.)

RISULTATI

I risultati delle sperimentazioni condotte sulle quattro colture sono riportati nelle tabelle 5-8.

Prova su vite da vino

I primi sintomi di oidio sono comparsi il 19 giugno 2014 nella fase di “chiusura” del grappolo. Successivamente, nella terza decade del mese di giugno e per tutto il mese di luglio, si sono succedute una serie di infezioni che hanno determinato nel testimone la presenza di un attacco che ha interessato il 90,5% dei grappoli, con un'intensità del 12,5%, come evidenziato nel rilievo effettuato il 1 agosto (tabella 5).

Con questa pressione della malattia tutte le tesi poste a confronto hanno garantito una protezione del grappolo statisticamente significativa rispetto al testimone non trattato.

In particolare la prova evidenzia come Ibisco, in miscela con lo zolfo bagnabile, ha fornito una protezione del grappolo numericamente superiore, anche se non significativa dal punto di vista statistico, rispetto all'impiego dello zolfo da solo. Tutte le tesi sono state completamente selettive nei confronti della coltura.

Tabella 5. Risultati della prova condotta su vite da vino nel 2014 (Rilievo del 1/8)

Tesi/ Formulati	Dose formulato (kg o L/ha)	Data interventi	Grappoli colpiti %	Superficie Grappolo colpita %
Testimone n. t.	-	-	90,5 a*	12,5 a
Tioflor WG	4	24/4, 5/5, 12/5, 19/5, 26/5, 3/6, 11/6, 19/6, 30/6, 8/7	14,5 b (84)**	0,8 b (93,9)
Ibisco + Tioflor WG	3 + 4	24/4, 5/5, 12/5, 19/5, 26/5, 3/6, 11/6, 19/6, 30/6, 8/7	10 b (89)	0,3 b (97,4)
Veliero	0,4	24/4, 5/5,		
Domark 125	0,24	15/5, 26/5, 5/6,	16 b	0,6 b
Ibisco	3	19/6,	(82,3)	(95)
Tioflor WG	4	30/6, 8/7		

*I valori della stessa colonna contrassegnati da lettere diverse differiscono tra loro per $p \leq 0,05$ (Test SNK)

** Grado d'azione % calcolato secondo la formula di Abbott

Prova su uva da tavola

Il periodo iniziale della prova è stato caratterizzato da un andamento climatico non particolarmente favorevole allo sviluppo dell'oidio. Le prime infezioni dei grappoli infatti, si sono riscontrate agli inizi di luglio con un'incidenza nel testimone del 26,7% ed una severità del 2,1% (tabella 6) e nel corso della prova sono andate via via aumentando. Nel primo rilievo del 4 luglio la miscela estemporanea di Ibisco + Tioflor è riuscita a contenere l'infezione al pari della tesi trattata con Domark 125, mentre leggermente inferiore è risultato il contenimento della malattia nella tesi trattata con Karma. La tesi più performante è risultata la strategia basata su diversi prodotti e miscele (tesi 5).

Nel prosieguo della stagione, con l'incrementarsi degli attacchi di oidio sui grappoli, la risposta dei prodotti è comunque stata soddisfacente e al rilievo successivo del 29/7 la tesi 5 è risultata la migliore. Paragonabili tra di loro sono apparse le tesi Ibisco + Tioflor e Domark, mentre leggermente inferiore si è dimostrata l'attività del formulato Karma 85. A livello statistico, comunque, in tutti i rilievi non si sono rilevate differenze significative di efficacia tra le varie tesi, eccetto che con il testimone non trattato.

Tabella 6. Risultati della prova condotta su uva da tavola nel 2015: rilievi sui grappoli

Tesi	Formulati	Dose formulato (kg o L/ha)	Rilievo del 4/7		Rilievo del 29/7	
			Incidenza (%)	Severità (%)	Incidenza (%)	Severità (%)
1	Testimone n.t.	-	26,7 a *	2,1 a	60 a	13,4 a
2	Ibisco + Tioflor WDG	3 + 3,5	9,2 b (61,3)**	0,2 b (78,9)	20,7 b (61,9)	1 b (79,4)
3	Karma 85	5	10,7 b (58,1)	0,6 b (76,5)	26,7 b (51,2)	1,6 b (79,3)
4	Domark 125	0,3°	9,5 b (60,6)	0,3 b (70,9)	19 b (65,4)	1,2 b (79,7)
5	Veliero	0,8	6,7 b (74,7)	0,1 b (92,9)	13,7 b (75,3)	0,4 b (92,9)
	Domark 125 + Ibisco	0,3 + 3				
	Ibisco + Tioflor WDG	3 + 3,5				

*Vedi tabella 5

** Grado d'azione % secondo la formula Abbott

° dose attualmente non in etichetta (in fase di estensione)

Prova su zucchini in coltura protetta

Le forti oscillazioni termiche che avevano caratterizzato il mese di aprile sono andate progressivamente attenuandosi, consentendo nelle parcelle testimone lo sviluppo delle infezioni già dal 14 maggio per poi progressivamente accentuarsi nelle settimane successive. Nell'ultima settimana del mese di maggio il progredire dell'infezione ha coinvolto in misura variabile anche le parcelle trattate. I rilievi effettuati nel periodo antecedente il 28 maggio avevano evidenziato un controllo pressoché completo su tutte le parcelle trattate a fronte di un'infezione ancora bassa sul testimone. Nel rilievo del 28 maggio (8 giorni dopo l'ultima applicazione) le infezioni erano aumentate progressivamente (tabella 7). Considerando la percentuale delle superfici infette (severità), non vi sono state differenze significative fra le varie tesi trattate, pur rilevando una attività di controllo sulla pagina superiore pari al 100% nelle tesi 2 e 5. Nelle pagine inferiori, che sono state interessate da infezioni maggiori, l'efficacia relativa all'incidenza della tesi 2 (Ibisco + Tioflor WDG) è risultata significativamente superiore rispetto alle tesi 3 e 4.

Tabella 7. Risultati della prova condotta su zucchini nel 2015: rilievo su foglie del 28/5

Tesi	Formulati	Dosi (kg o L/ha)	Pagina inferiore		Pagina superiore	
			Severità %	Incidenza %	Severità %	Incidenza %
1	Testimone n.t.	-	9,4 a *	66,7 a	7,1 a	36,1 a
2	Ibisco + Tioflor WDG	2	1,1 b	21,9 c	0 b	0 c
		2	(88,5)**	(67,2)	(100)	(100)
3	Domark 125	0,4	2,2 b (76,5)	45,7 ab (31,5)	0,7 b (89,7)	4,1 b (88,6)
4	Karathane star EC	0,6	3,2 b (66,8)	43,4 ab (35)	0,5 b (92,7)	17,7 a 51)
	Domark 125 EC	0,4				
	Nimrod 250 EW	1				
5	Karathane Star EC	0,6	1,2 b (86,8)	32,6 bc (51,1)	0 b (100)	0 c (100)
	Domark 125 +	0,4				
	Ibisco	2				
	Ibisco + Tioflor WDG	2				

* Vedi tabella 5

** Grado d'azione % secondo la formula di Abbott

Prova su pomodoro in coltura protetta

Nel rilievo del 5 giugno la percentuale di foglie infette nel testimone non trattato ha raggiunto il valore di 30,5%, mentre la percentuale di superficie fogliare infetta (severità) l'1,7 %, statisticamente differente dalle parcelle trattate (tabella 8).

Nel successivo rilievo del 19 giugno la pressione della malattia è aumentata notevolmente e il risultato di efficacia in tutte le parcelle trattate tende a diminuire, ma senza differenze statistiche tra le varie tesi.

Nell'ultimo rilievo del 2 luglio la pressione della malattia nel testimone non trattato ha raggiunto l'80,4% di foglie infette e 44,3% di area infetta e tutte le tesi trattate hanno contenuto egregiamente la malattia, senza differenze significative tra di loro.

Tutti i trattamenti sono risultati selettivi sulla coltura e nessun sintomo di fitotossicità è stato osservato durante i rilievi.

Tabella 8. Risultati della prova condotta su pomodoro nel 2011: rilievi su foglie

Tesi/ Formulato	Rilievo 5/6		Rilievo 19/6		Rilievo 2/7	
	Incidenza (%)	Severità (%)	Incidenza (%)	Severità (%)	Incidenza (%)	Severità (%)
Testimone n.t.	30,5 a*	1,7 a	70.1a	28.6 a	80,4 a	44,3 a
Domark 125	0,5 b (98,4)**	0,0 b (98,5)	25.9 b (63,1)	10.8 b (62,1)	39,2 b (51,2)	17,8 b (59,8)
Scudex	2,9 b (90,4)	0,1 b (91,8)	24.0 b (65,8)	8.4 b (70,7)	38,7 b (51,8)	16,1 b (63,8)
Ibisco	8,5 b (72,0)	0,4 b (74,0)	31.0 b (55,8)	9.2 b (67,7)	38,3 b (52,3)	15,9 b (64,1)
Signum	1,5 b (95,0)	0,1 b (95,6)	26.1 b (62,8)	10.1 b (64,7)	39,3 b (51,1)	17,1 b (61,4)

*Vedi tabella 5

**Grado d'azione % secondo la formula di Abbott

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nel corso dei due anni di sperimentazione effettuata il formulato a base di COS-OGA (Ibisco), impiegato da solo (prova oidio pomodoro in coltura protetta) o in miscela con zolfo bagnabile (nelle altre prove proposte), ha dimostrato buona efficacia contro l'Oidio e ottima selettività sulle colture saggiate.

L'attività nei confronti della malattia si è rivelata comparabile a quella di alcuni prodotti chimici e biologici di riferimento, quali tetraconazolo, penconazolo, pyraclostrobin, boscalid, bicarbonato di potassio.

Ibisco, grazie all'originalità del suo meccanismo di azione, al favorevole profilo ecotossicologico, all'assenza di limite massimo di residuo e di intervallo di sicurezza, si propone come soluzione antioidica innovativa sia per l'agricoltura biologica che per moderni programmi di difesa integrata.

Infatti, la flessibilità di impiego del prodotto rende possibile il suo utilizzo lungo tutto il periodo di sensibilità della coltura all'oidio, sia nelle fasi iniziali e intermedie ma anche durante la fase finale e la raccolta delle derrate, soprattutto per quelle da consumo fresco a raccolta scalare (es. cucurbitacee e solanacee) e l'uva da tavola, dove diventa strategica la necessità di ridurre la problematica dei residui chimici da agrofarmaci.

Il prodotto, per esplicare al massimo le proprie potenzialità, deve essere impiegato con un intervallo tra i trattamenti non superiore a 7 giorni e in modo preventivo, con l'esecuzione 2-3

interventi fogliari prima degli attacchi del patogeno, in modo da manifestare un effetto elicitore “cumulativo”.

La s.a. COS (chito-oligosaccaridi) - OGA (oligo-galaturonidi) è in corso di inserimento nell'elenco dei prodotti impiegabili in Agricoltura Biologica (Reg. n.834/2007).

LAVORI CITATI

- Cabrera J.-C., Boland A., Cambier P., Frettinger P., Van Cutsem P., 2010. Egg Box Conformation of Oligogalacturonides. Chitosan Oligosaccharides strongly Modulate the Supramolecular Conformation and the Biological Activity of OGA in Arabidopsis. *Glycobiology*, 20, 775-786.
- CE, Regolamento n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE.
- European Food Safety Authority (EFSA), 2014. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance COS-OGA1. *EFSA Journal* 2014, 12(10), 3868.
- Fürstenberg-Hägg J., Zagrobelny M., Bak S., 2013. Plant Defense against Insect Herbivores. *International Journal of Molecular Sciences*, 14, 10242-10297.
- Faoro F., Maffi D., Cantu D., Iriti M., 2008. Chemical-induced resistance against powdery mildew in barley: the effects of chitosan and benzothiadiazole. *BioControl*, 53, 387-401.
- Grant G.T., Morris E.R., Rees D.A., Smith P.J.C., Thom D., 1973. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: The egg-box model. *FEBS Lett*, 32, 195-198.
- UE, Regolamento n.543/2015 della Commissione del 1° aprile 2015, che approva la sostanza attiva COS-OGA, in conformità al regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari, e che modifica l'allegato del regolamento di esecuzione (UE) n. 540/2011 della Commissione.
- Van Aubel G., Buonatesta R., Van Cutsem P., 2013. COS-OGA, a new oligosaccharidic elicitor that induces protection against a wide range of plant pathogens. *IOBC-WPRS Bulletin Vol. 89, 2013. Induced resistance in plants against insects and diseases*, 403-407.
- Van Aubel G., Buonatesta R., Van Cutsem P., 2014. COS-OGA: A novel oligosaccharidic elicitor that protects grapes and cucumbers against powdery mildew. *Crop Protection*, 65, 129-137.