ESPERIENZE SPERIMENTALI CON FLUDIOXONIL (GEOXE™) SU DIVERSE COLTURE ORTICOLE CONTRO BOTRITE E SCLEROTINIA

B. BUSIN, M. GALEAZZI, C.C. SANTORO
Syngenta Italia S.p.A., via Gallarate 139 – 20121
Milano bruno.busin@syngenta.com

RIASSUNTO

Fludioxonil (Geoxe™) fungicida formulato in granuli idrodispersibili (WG) contenente 500 g/kg di principio attivo è stato sviluppato per l'impiego come trattamento fogliare per la protezione di colture orticole. La sostanza attiva fludioxonil appartiene al gruppo chimico dei fenilpirroli, agisce inibendo la germinazione, la crescita e la penetrazione del micelio nella pianta ospite. Di seguito sono presentati i dati di efficacia contro *Botrytis cinerea* di fragola in coltura protetta e in pieno campo, e di pomodoro, peperone, zucchino e cetriolo in coltura protetta; e contro *B. cinerea* e *Sclerotinia sclerotiorum* di lattuga e simili, sia in coltivazione protetta che in pieno campo. Sono altresì riportati i dati di efficacia su alcuni legumi coltivati in pieno campo su entrambe le avversità citate. Gli studi confermano la validità del prodotto come interessante mezzo di controllo dei patogeni saggiati, completamente selettivo rispetto alle colture in sperimentazione.

Parole chiave: fragola, solanacee, cucurbitacee, lattuga, legumi

SUMMARY

EXPERIENCES WITH FLUDIOXONIL (GEOXE™) ON VARIOUS VEGETABLE CROPS AGAINST GREY MOLD AND WHITE MOLD

Fludioxonil (Geoxe™) is a fungicide formulated as water dispersible granules (WG) containing 500 g/kg of active ingredient to be used as foliar treatment in some vegetable crops. The active ingredient fludioxonil belongs to the chemical group of fenilpyrroles and works by inhibiting the germination, growth and penetration of mycelium in the host plant. Below, efficacy data are reported against: *Botrytis cinerea* of strawberry in greenhouse and open field, of tomato, pepper, cucumber and squash in greenhouse, *B. cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum* of lettuces and similar, both in protected cultivation and open field. Efficacy data on some vegetables grown in open field against both diseases are also reported. These trials confirm the validity of the product as an effective means of control for pathogens tested and the selectivity of the formulation towards the tested crops.

Keywords: strawberry, solanaceae, cucurbits, lettuce, legumes

INTRODUZIONE

La lotta alle avversità, la gestione delle resistenze e lo sviluppo dei mezzi tecnici, sono elementi che determinano la continua evoluzione delle strategie di difesa delle colture. A questi si affianca la richiesta di riduzione della quantità e del numero di residui di agrofarmaci rilevabili nelle produzioni agricole. In quest'ottica Syngenta Italia Spa ha sviluppato fludioxonil, (Geoxe™, Acler *et al.*, 2012) una formulazione in granuli idrodispersibili (50% s.a.), già registrata in Italia per l'impiego su pomacee per il controllo di alternaria, maculatura bruna e malattie da conservazione e su vite per il controllo di botrite.

Il fludioxonil è una molecola di origine naturale ottenuta dalla pirrolnitrina, metabolita secondario prodotto da *Pseudomonas spp.* (Nyfeler e Ackeman, 1992) il quale è risultato avere interessante attività fungicida preventiva di contatto se distribuito per via fogliare. La molecola penetra solo in minima parte nei tessuti vegetali, rimanendo legato alle cere

superficiali (Liguori *et al.*, 1994). Il gruppo di appartenenza FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) della molecola è quello dei fenilpirroli e si caratterizza per la capacità di alterare i processi di trasferimento dell'acqua e dell'assorbimento degli aminoacidi, provocando la morte delle cellule fungine. Fludioxonil è l'unico rappresentante di questa famiglia chimica con un meccanismo di azione unico e inserito dal FRAC nel gruppo E2 (*Fenilpirrole, MAP/Histidine- Kinase in osmotic signal transduction*).

Scopo del presente lavoro è quello di fornire i risultati ottenuti dalle sperimentazioni effettuate per richiedere l'estensione di etichetta di fludioxonil sulle colture orticole in prova.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state eseguite da Syngenta, centri di saggio e istituti di ricerca, ufficialmente riconosciuti dalle autorità competenti a effettuare le prove di registrazione in campo in conformità con i principi di buone pratiche sperimentali (GEP). Le sperimentazioni sono state effettuate sulle colture indicate in tabella 1 seguendo le specifiche linee guida EPPO (tabella 1).

Tabella 1. Colture orticole sperimentate per l'impiego di fludioxonil

Coltura	Metodo di coltivazione	Avversità	N° applicazioni massimo	Intervallo minimo	Dose formulato kg/ha
Fragola	Serra, Pieno campo	<i>B. cinerea</i>	2	10	0,50
Pomodoro, peperone, zucchini, cetriolo	Serra	<i>B. cinerea</i>	2	7	0,50
Lattughe e simili	Serra, Pieno campo	<i>B. cinerea</i> , <i>S. sclerotiorum</i>	2	10	0,50
Piselli (senza baccello), fagioli (con baccello)	Pieno campo	<i>B. cinerea</i> , <i>S. sclerotiorum</i>	2	10	0,75

Tabella 2. Linee guida EPPO utilizzate per la sperimentazione

Linee guida EPPO
PP 1/54 (3), PP 1/135 (3), PP 1/57 (3), PP 1/121 (2), PP 1/16 (2), PP 1/152 (4), PP 1/181 (4), PP 1/241 (1), PP 1/225 (2), PP 1/226 (2), PP 1/257 (1), PP 1/224

Sulla base della linea guida EPPO 1/241(1) "Guida per climi confrontabili", i risultati sperimentali inclusi in questo documento sono stati raggruppati e sintetizzati per zone EPPO.

Le prove presentate in questo lavoro sono state eseguite nelle seguenti zone EPPO:

- ! Zona Marittima: Belgio, Germania e Olanda
- ! Zona Mediterranea: Francia (zona sud), Italia e Spagna
- ! Zona Nord-Est: Lettonia, Lituania e Polonia
- ! Zona Sud-Est: Slovacchia

I risultati delle prove condotte in serra sono raggruppati come unica zona.

Le caratteristiche dei prodotti più significativi ai fini del presente lavoro sono riportati nelle tabelle dei risultati e sono elencati nella tabella 3.

Tabella 3. Prodotti utilizzati nelle prove

Sostanza attiva	Formulato	Formulazione	Concentrazione (%)	Dose formulato kg/ha	Dose s.a. kg/ha
Fludioxonil	Geoxe	WG	50	0,5-0,75	0,25-0,375
Pyraclostrobin + boscalid	Signum	WDG	26,7+6,7	1,5	0,501
Cyprodinil + fludioxonil	Switch	WG	37,5+25	1,0	0,625
Boscalid	Cantus	WG	50	1,0	0,5

Come regola il disegno sperimentale è stato eseguito con blocchi randomizzati completi con quattro repliche per trattamento. Le parcelle avevano dimensioni che variavano da 4 a 30 m². Tutte le normali tecniche di coltivazione e di allevamento sono state utilizzate nelle diverse zone EPPO secondo le esigenze delle colture e in conformità con le buone pratiche agricole. Le prove sono state collocate all'interno di aree in cui le colture sono comunemente coltivate, sia in campo sia in serra. La distribuzione delle prove è stata guidata principalmente dall'importanza della produzione di queste colture nell'Unione Europea e rappresentano i diversi settori agro-climatici per riflettere appieno la gamma delle diverse condizioni climatiche e agronomiche. Le fasi di crescita delle colture sono stati registrati utilizzando i codici BBCH appropriati e i livelli di attacco (incidenza e severità) delle avversità sono stati valutati analizzando foglie, steli e frutti per parcella secondo quanto riportato dalle linee guida EPPO. Si è, inoltre, calcolata l'efficacia percentuale dei diversi trattamenti rispetto al testimone attraverso la formula dell'efficacia semplice di Abbott. Nella seguente trattazione verranno riportati i risultati sperimentali delle tesi e dei rilievi più significativi. Durante le prove è stata anche valutata l'eventuale fitotossicità a vari intervalli dopo le diverse applicazioni. Le valutazioni sono state eseguite utilizzando la scala 0-100 dove 0 = nessun danno e 100 = perdita totale del raccolto ed i sintomi individuali, se del caso, sono stati opportunamente registrati.

I dati ricavati dai rilievi sono stati sottoposti ad analisi della varianza (Anova) e come test di separazione delle medie è stato utilizzato il test di SNK per $p \leq 0,05$. Nelle tabelle dei risultati sono state inserite le tesi più significative per cui le lettere indicanti la significatività statistica possono risultare non contigue.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Efficacia del prodotto nei confronti di *B. cinerea* della fragola

L'efficacia di fludioxonil contro *B. cinerea* della fragola è dimostrata da dieci studi condotti sia in serra sia in pieno campo impiegando volumi di acqua compresi tra 300 e 1.000 L/ha in diverse zone EPPO. Inoltre, come descritto nella tabella 4, l'efficacia del prodotto è stata valutata sui frutti al momento della raccolta.

Tabella 4. Percentuale di controllo dell'incidenza di *B. cinerea* di fragola sia in serra sia in pieno campo in diverse zone EPPO

% efficacia - Incidenza avversità in campo su frutto in raccolta			
Codice prova	Testimone non trattato (TNT)	Fludioxonil 0,5 kg/ha p.f.	Pyraclostrobin + boscalid 1,8 kg/ha p.f.
	% attacco	% efficacia (Abbott)	
ESATZF0012012	50,5 a ^(*)	95 c	58 b
ESAYZF0042012	18,7 a	74 b	63 b
ESAYZF0052012	21,6 a	57 b	67 b
FRSGZF0192012	37,5 a	85 b	84 b
FRSMZF0182012	13,4 a	61 b	44 b
ITCEZF3262012	24,0 a	72 c	59 c
ITNEZF0952012	15,5 a	100 c	98 c
ITNEZF3252012	14,4 a	94 ef	84 cd
NLDBZF9272012	17,8 a	32 ab	62 b
NLDBZF9282012	22,5 a	49 b	26 ab
Media (10 prove)	23,6	71,9	64,5

(*) medie seguite da lettere uguali sulla stessa riga non differiscono significativamente fra di loro (test SNK $p \leq 0,05$)

I dati dimostrano che fludioxonil (Geoxe) alla dose di 0,5 kg/ha di formulato esplica un'efficacia equivalente a quella dello standard commerciale. Questa dose sarà proposta in etichetta con massimo due applicazioni per ciclo di coltivazione della fragola contro *B. cinerea*.

Efficacia del prodotto contro *B. cinerea* del pomodoro

Di seguito sono riportati i risultati di tre prove di efficacia condotte su pomodoro in serra nel 2012 in Francia e in Spagna. Le prove sono state condotte impiegando volumi di acqua compresi tra 600 e 1.100 L/ha. La severità media dell'avversità è stata del 45% sul testimone e la valutazione dell'attacco di *B. cinerea* è stata eseguita su foglia, inoltre, è stato valutato il numero di lesioni (diffusione) sugli steli (tabella 5).

Tabella 5. Controllo della severità su foglie e diffusione su steli di pomodoro

Parametro	Codice prova	TNT	Fludioxonil 50 g/hL p.f.	Pyraclostrobin + boscalid 150 g/hL p.f.
Severità su foglia % controllo	ESFSZF0092012	11,4 a ^(*)	55 bd	34 ac
	ESSEZF3042012	63,7 a	31 b	24 ab
	FRBKZF0322012	49,6 a	84 b	71 b
	Media (3 prove)	41,6	56,7	43,0
Diffusione su stelo % controllo	ESFSZF0092012	6,2 a	72 bc	44 ab
	ESSEZF3042012	13,7 a	34 ab	32 ab
	FRBKZF0322012	4,2 a	88 b	88 b
	Media (3 prove)	8,0	64,7	54,7

(*) Vedi tabella 4

Questi risultati provenienti da prove effettuate in serra dimostrano che fludioxonil alla dose di etichetta proposta di 50 g/hL di prodotto formulato ha ottenuto risultati di efficacia generalmente comparabili allo standard, il prodotto al dosaggio saggiato è, quindi, da considerare efficace contro *B. cinerea* delle solanacee.

Risultati di efficacia contro *B. cinerea* delle cucurbitacee

I dati di efficacia contro *B. cinerea* delle cucurbitacee in serra, sono presentati da cinque prove di efficacia (tre studi condotti su cetriolo e due su melone) e valutati per l'incidenza e la severità di danno sulle foglie e sui frutti. Queste prove sono state eseguite tra il 2011 e il 2012 in colture protette in Francia, Italia e Spagna. L'obiettivo era di confermare le prestazioni di fludioxonil a 0,5 kg/ha di p.f. Negli studi specificatamente designati per questo patogeno, i trattamenti sono stati applicati in BBCH 61-79 con volumi di acqua impiegati compresi tra 175 e 1.025 L/ha (tabelle 6 e 7).

Tabella 6. Percentuale di controllo dell'avversità su foglia di cucurbitacee coltivate in serra

Codice prova	Coltura	Valutazione su foglia	TNT	Fludioxo nil 0,5 kg/ha p.f.	Cyprodinil + fludioxonil 1 kg/ha p.f.
			% attacco	% efficacia (Abbott)	
ESSEZF3052012	Melone	Incidenza	20,1 a ^(*)	62 b	82 bc
FRTMZF0062012	Cetriolo		63,2 a	75 b	80 b
BGEUZF6142012	Cetriolo		47,5 a	87 g	83 f
		Media (3 prove)	43,6	74,6	81,6
ESSEZF3052012	Melone	Severità	5,3 a	85 b	91 b
FRTMZF0062012	Cetriolo		15,4 a	95 c	96 c
BGEUZF6142012	Cetriolo		13,9 a	98 d	98 d
		Media (3prove)	11,5	92,6	95,0

(*) Vedi tabella 4

Tabella 7. Percentuale di controllo dell'avversità su frutto di cucurbitacee coltivate in serra

Codice prova	Coltura	Valutazione su frutto	TNT	Fludioxonil 0,5 kg/ha p.f.	Cyprodinil + fludioxonil 1 kg/ha p.f.
			% attacco	% efficacia (Abbott)	
ESSEZF3052012	Melone	Incidenza	16,6 a ^(*)	72 ab	67 ab
FRTMZF0062012	Cetriolo		38,7 a	62 b	48 b
ITSOZF0922011	Cetriolo		11,8 a	97 c	100 c
ITSOZF0962012	Melone		11,2 a	73 b	100 c
BGEUF6142012	Cetriolo		63,1 a	98 e	93 d
		Media (5 prove)	28,3	80,4	81,6

(*) Vedi tabella 4

I risultati ottenuti dalla sperimentazione dimostrano che alla dose di etichetta proposta di 0,5 kg/ha, l'efficacia del formulato è comparabile allo standard commerciale cyprodinil+fludioxonil (Switch), e che quindi, deve essere considerata come dose efficace contro *B. cinerea*.

Esperienze e risultati di controllo di *B. cinerea* e *S. sclerotiorum* di legumi

In tutti gli studi è stato selezionato come standard il boscalid 50% WG (Cantus) perché ampiamente utilizzato dai coltivatori di molti paesi contro *S. sclerotiorum* e *B. cinerea* ed è stato applicato alla dose di 1 kg/ha p.f.. I volumi d'acqua impiegati erano compresi tra 300 e 800 L/ha con applicazioni effettuate con intervallo compreso tra 6 e 14 giorni. I dati di efficacia contro *S. sclerotiorum* sono presentati dai risultati di quattordici prove fatte nelle zone Eppo Marittima, Mediterranea e Sud-est (tabella 8).

Tabella 8. Efficacia su legumi (piselli e fagioli) contro *S. sclerotiorum*

Parte valutata	Tipo di valutazione	Zone	N° prove	TNT	Fludioxonil 0,75 kg/ha p.f.	Boscalid 1 kg/ha p.f.
				% attacco	% efficacia (Abbott)	
Pianta	Severità	Mediterranea	13	50,1	68,8	63,4
		Sud-est	1	49,0	96,3	98,3
		Media	14	49,6	82,5	80,8
	Incidenza	Mediterranea	10	51,5	64,5	56,3
		Sud-est	2	60,3	85,8	89,4
		Media	12	55,9	75,1	72,8
Baccello	Incidenza	Mediterranea	8	24,1	74,1	67,7
		Sud-est	2	9,6	86,4	95,0
		Media	10	16,8	80,2	81,3

L'efficacia contro *B. cinerea* dei legumi viene presentata dai risultati di sette prove condotte nelle zone EPPO Mediterranea e Marittima nel corso di tre anni (2011-2014) (tabella 9).

Tabella 9. Efficacia su legumi (piselli e fagioli) contro *B. cinerea*

Parte valutata	Parametro	N° prove	TNT	Fludioxonil 0,75 kg/ha p.f.	Boscalid 1 kg/ha p.f.
			% attacco	% efficacia (Abbott)	
Pianta	Severità	7	37,5	62,9	60,6
	Incidenza	7	57,8	54,8	48,1
Baccello	Incidenza	4	27,9	52,1	54,8

I risultati provenienti da Francia, Italia, Spagna e ottenuti in più anni di prova dimostrano che fludioxonil (Geoxe) alla dose saggia di 0,75 kg/ha p.f. ha eguagliato l'efficacia dello standard commerciale (Cantus), pertanto deve essere considerato efficace contro *S. sclerotiorum* e *B. cinerea* dei legumi.

Esperienze e risultati di controllo di *S. sclerotiorum* di lattughe e simili

Sono stati condotti ventinove studi tra il 2011 e il 2014 che rappresentano le zone EPPO Mediterranea (Francia, Italia e Spagna), Marittima (Belgio, Francia e Germania), Nord-est (Polonia) e del Sud-est (Bulgaria) sia in pieno campo sia in condizioni protette (Belgio, Italia e Paesi Bassi). Le prove sono state eseguite con intervallo di applicazione compreso tra 6 e 15 giorni con volumi di acqua compresi tra 300 e 714 L/ha (tabella 10).

Tabella 10. Efficacia contro *S. sclerotiorum* di lattughe e simili in serra e in pieno campo

Tipo di rilievo	Zone	n° prove	TNT	Fludioxonil 0,5 kg/ha p.f.	Pyraclostrobin + boscalid 1,5 kg/ha p.f.
			% attacco	% efficacia (Abbott)	
Severità	Serra (tutte le zone)	9	50,7	75,2	64,9
Incidenza		10	60,7	67,7	53,8
Severità	Mediterranea	12	43,8	69,1	70,8
	Sud est	1	30,2	99,3	66,2
	Media	13	37,0	84,2	68,5
Incidenza	Mediterranea	18	46,0	69,8	63,1
	Sud est	1	38,1	98,4	60,7
	Media	19	42,0	84,1	61,9

L'efficacia contro *B. cinerea* è presentata da quattro prove effettuate in serra e da dieci prove condotte in pieno campo per le zone di registrazione del sud Europa (tabella 11).

Tabella 11. Efficacia contro *B. cinerea* di lattughe e simili in serra e in pieno campo

Tipo di valutazione	Zone	n° prove	TNT	Fludioxonil 0,5 kg/ha p.f.	Pyraclostrobin + boscalid 1,5 kg/ha p.f.
			% attacco	% efficacia (Abbott)	
Severità	Serra	4	29,1	79,1	56,1
Incidenza	(tutte le zone)	4	58,3	75,0	50,6
Severità	Mediterranea	7	28,9	65,7	48,7
	Sud-est	3	22,8	96,7	91,6
	Media	10	25,8	81,2	70,1
Incidenza	Mediterranea	7	54,7	62,9	42,7
	Sud-est	3	45,0	95,8	90,3
	Media	10	49,8	79,3	66,5

I risultati ottenuti nell'arco di due stagioni (2012-2013), dimostrano l'efficacia di fludioxonil che alla dose proposta 0,5 kg/ha p.f. equivale a quella dello standard commerciale di riferimento. Il prodotto alla dose proposta deve quindi essere considerato come efficace contro *B. cinerea* di lattughe e simili.

La fitotossicità è stata valutata in tutti gli studi riportati di questo lavoro. Le prove sono state condotte in campo e in serra in tutta Europa e attraverso tutte le zone EPPO. Negli studi di efficacia, la selettività di fludioxonil è stata valutata alla dose obiettivo di 0,5 kg/ha ed in alcune prove è stata saggiata anche la doppia dose di 1 kg/ha su fragola, pomodoro e cetriolo. Le prove di selettività sono state eseguite seguendo la linea guida EPPO PP1/135 (3). I risultati ottenuti confermano la selettività del prodotto impiegato alle dosi proposte sulle colture saggiate.

CONCLUSIONI

I risultati delle sperimentazioni portano a concludere che fludioxonil (Geoxe) garantisce un elevato livello di controllo di importanti malattie quali la *B. cinerea* e *S. sclerotiorum* di diverse colture orticole. In particolare, su botrite di fragola e di solanacee ha evidenziato un'efficacia comparabile agli standard di riferimento. Anche l'efficacia dimostrata nei confronti della sclerotinia della lattuga, sia in campo sia in serra, e di legumi in pieno campo, è da considerare elevata con un controllo equiparabile a quello dei migliori standard. In tutti gli studi condotti si è anche verificato la non fitotossicità del prodotto alle dosi proposte. Pertanto fludioxonil (Geoxe) è proposto come valida alternativa alle soluzioni esistenti sul mercato per la difesa delle colture saggiate, inoltre, l'impiego del prodotto permette di utilizzare una sola sostanza attiva. In sintesi, considerando l'efficacia e il meccanismo di azione unico, il favorevole profilo eco-tossicologico e il buon profilo residuale, fludioxonil (Geoxe) viene proposto come nuovo strumento utile per i moderni programmi di difesa integrata di diverse colture orticole.

LAVORI CITATI

- Acler A., Baldessari M., Coatti M., Giuliani G., Rizzolli W., Rubboli V., Serrati L., Valente Mirko, Zelger R., 2012. Geoxe (fludioxonil 50WG), nuovo fungicida: esperienze nel controllo di alternariosi e malattie da conservazione delle pomacee e della vite. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 275-284.
- Liguori R., Casola F., Bassi R., Fili V., Filippi G., Gebert H., Ruberti R., Saporiti G., 1994. Fludioxonil (CGA173506): nuovo fungicida fenilpirrolo a largo spettro d'azione. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 3, 7-14.