

IMPIEGO DI MANCOZEB E ZOLFO PER IL CONTROLLO DELLA CERCOSPORIOSI DELLA BARBABIETOLA DA ZUCCHERO

G. VANDINI¹, G. CAMPAGNA², A. VACCHI²

¹ UPL Italia s.r.l. - Via Terni, 275 - 47522 San Carlo di Cesena (FC)

² Coprob - Via Mora, 56 - 40061 Minerbio (BO)
gianluca.vandini@uniphos.com

RIASSUNTO

Nel periodo 2012-2017 è stato condotto uno studio di campo allo scopo di verificare l'attività anticercosporica dei formulati Penncozeb[®] DG (mancozeb 75% WG) e Thiopron[®] (zolfo 825 g/L SC), potenziali sostituti dei formulati a base di strobilurine e triazoli per i quali a partire dal 2010 sono state segnalate riduzioni di efficacia. I prodotti sono stati applicati (generalmente tre volte per stagione) con criterio preventivo e turni variabili dalle due alle tre settimane. I dati presentati sono positivi sia in termini di protezione dell'apparato fogliare (le tesi mancozeb hanno evidenziato valori di AFA compresi tra il 18,6% ed il 44,5% rispetto al 25,4% - 89,8% dei prodotti di riferimento), sia riguardo la ricaduta sui parametri produttivi (9,7 - 15,4 T/ha di saccarosio per il mancozeb contro 9,3 - 13,9 T/ha per i formulati standard). Il formulato a base di zolfo ha mostrato una chiara attività diretta verso la malattia (AFA pari al 50,2% - 75,5%, in funzione della dose, rispetto al 94,2% del non trattato). I migliori risultati sono stati ottenuti con applicazioni combinate dei due formulati.

Parole chiave: *Cercospora beticola*, Penncozeb DG, Thiopron

SUMMARY

MANCOZEB DG AND SULFUR TO CONTROL BEET LEAF SPOT

In the period 2012-2017, a field study was carried out to verify the activity against Beet leaf spot of the formulates Penncozeb[®] DG (mancozeb 75% WG) and Thiopron[®] (sulfur 825 g/L SC), potential substitutes for the formulations based on strobilurins and triazoles (from 2010 they showed drop in effectiveness). The products were applied (generally three times per season) preventively and at intervals varying from two to three weeks. The data presented are positive both in terms of protection of foliar apparatus (mancozeb showed values of AFA between 18.6% and 44.5% compared to 25.4% - 89.8% of reference products) and in terms of effects on production parameters (9.7 - 15.4 T/ha of sucrose for mancozeb versus 9.3 - 13.9 T/ha for standard formulations). The sulfur-based formulation showed a clear direct activity towards the disease (AFA between 50.2% and 75.5%, depending on the dose, compared to 94.2% of the untreated check). The best results were obtained with combined applications of the two formulations.

Keywords: *Cercospora beticola*, Penncozeb DG, Thiopron

INTRODUZIONE

La barbabietola da zucchero, con oltre 30.000 ha coltivati, concentrati quasi esclusivamente in due soli areali (Emilia Romagna e Veneto) costituisce la base di una tuttora importante filiera produttiva estremamente qualificante per l'agricoltura italiana. Lo zucchero è infatti uno dei prodotti che riveste un'importanza strategica nell'ambito delle produzioni agricole. In questi anni, le strutture coinvolte nel mercato stanno operando per qualificare il prodotto di origine nazionale, connotandolo come dotato di qualità organolettiche superiori. Sulla spinta delle richieste di mercato, si stanno avviando anche interessanti produzioni pilota di zucchero biologico.

La cercosporiosi, causata dal fungo deuteromicete *Cercospora beticola* Sacc., è la malattia più grave della barbabietola, poiché può determinare la completa distruzione dell'apparato fogliare. Ciò, oltre a comportare l'inevitabile interruzione del processo di accumulo delle sostanze di riserva nel fittone, determina il calo del titolo zuccherino (retrogradazione), in quanto la pianta reagisce a tale situazione producendo nuove foglie a scapito dello zucchero accumulato in precedenza (Campagna e Rosini, 2016). La malattia può interessare tutte le parti verdi della pianta e, frequentemente, anche gli scapi fiorali. Generalmente, sverna come micelio nei residui di vegetazione o su diverse piante spontanee, mentre raramente la forma conidica è in grado di perpetuare l'inoculo. Si manifesta inizialmente con piccole tacche sulle foglie che rapidamente divengono le tipiche macchie rotondeggianti isolate. Tali aree, espandendosi, confluiscono fino a formare ampie zone necrotiche che interessano, talvolta, l'intero lembo fogliare. (Ponti e Laffi, 1990).

Contro la cercosporiosi sono di fondamentale importanza l'adozione di corrette pratiche agronomiche (rotazioni, arature, rimozioni dei residui di vegetazione, ecc.), l'utilizzo di varietà il più possibile tolleranti, la corretta nutrizione (altro aspetto sul quale, attualmente, la ricerca sta focalizzandosi), nonché la difesa chimica (Campagna et al., 2016). Quest'ultima è stata lungamente basata sull'impiego di triazoli e strobilurine, fino a quando, intorno al 2010, non sono divenuti evidenti i cali di attività di queste molecole nei confronti di *C. beticola* (Cioni et al., 2012). Si è quindi gradualmente passati a strategie basate sull'impiego di prodotti di copertura con meccanismo d'azione multisito (Bubani et al., 2014) al fine di riportare il livello di controllo del patogeno ai valori necessari. La rivalorizzazione di vecchi prodotti alla luce di tecnologie innovative e nell'ambito di una strategia integrata da effetti nutrizionali e biostimolanti, permette di raggiungere nuovi obiettivi in evoluzione. Nel contempo sono stati ricalibrati sia i turni di intervento (ridotti da 3 a 2 settimane), sia i momenti d'applicazione dei trattamenti (non più dopo la comparsa dei sintomi, ma con approccio strettamente preventivo). A tale scopo è divenuto sempre più importante l'ausilio dei modelli previsionali, studiati fin dagli anni 70 (Berger, 1976) e peraltro già disponibili in Italia da diverso tempo (Rossi et al., 1996).

Nel triennio 2012-2014 e nel 2017 sono state effettuate 6 prove sperimentali volte alla verifica dell'attività anticercosporica di Penncozeb® DG (mancozeb 75% WG) e Thiopron® (zolfo 825 g/L SC) di cui si riportano i risultati.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato condotto in pieno campo nei due areali (Emilia Romagna e Veneto) dove viene attualmente coltivata la barbabietola da zucchero. In particolare, quattro delle sei prove costituenti lo studio sono state eseguite a Passo Segni (nella parte orientale della provincia di Bologna), mentre le restanti due prove sono state situate a Vighizzolo (PD) e Cornè (RO).

Le varietà utilizzate sono state: "Massima" nel 2012, "Fabrizia" nelle due prove del 2013 e "Marinella" nella prova del 2014 ed in entrambe quelle del 2017.

Lo schema sperimentale adottato per la realizzazione delle prove è stato quello a blocchi randomizzati con parcelle elementari di dimensioni variabili da m² 6,75 a m² 27 replicate quattro volte.

Le caratteristiche dei formulati utilizzati sono elencate nella tabella 1. Per l'esecuzione dei trattamenti è stato utilizzato un semovente dotato di barre laterali, eroganti volumi di soluzione variabili tra 350 e 500 L/ha. I dettagli delle applicazioni sono riportati in calce alle tabelle dei risultati delle singole prove.

L'efficacia dei trattamenti è stata valutata stimando visivamente, a livello parcellare, la percentuale di area fogliare interessata dalla malattia (AFA, affected foliar area). La valutazione

della fitotossicità è avvenuta valutando visivamente i sintomi secondo la scala EWRS da 1 (nessun sintomo) a 9 (coltura distrutta). I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (Anova) utilizzando il test LSD per la separazione delle medie ($p \leq 0,05$).

Tabella 1. Caratteristiche dei formulati saggianti

Formulato	Sostanza attiva	Concentrazione	Formulazione	Dose (kg o L/ha)
Penncozeb DG	Mancozeb	75%	WG	2,1
Thioproton	Zolfo	825 g/L	SC	5 - 7,5
Opera	Pyraclostrobin + epoxiconazole	133 + 50 g/L	SE	1
Sphere	Trifloxystrobin + cyproconazole	375 + 160 g/L	SC	0,4
Spyrale	Fenpropidin + difenoconazole	375 + 100 g/L	EC	0,75
Amistar Xtra	Azoxystrobin + cyproconazole	200 + 80 g/L	SC	1

RISULTATI E DISCUSSIONE

Anno 2012

Nel primo anno di sperimentazione, anche grazie alla sensibilità alla malattia della varietà utilizzata (“Massima”), la pressione della malattia è risultata piuttosto elevata. Al momento dei due rilievi, eseguiti l’8 agosto e l’11 settembre, il testimone non trattato presentava un valore di AFA (affected foliar area) rispettivamente del 56,2% e dell’89,8%. Il confronto tra i prodotti era basato sul tradizionale programma di 3 applicazioni eseguite con un intervallo di circa 3 settimane, a partire dalla comparsa dei sintomi (approccio curativo-eradicante). Va specificato che il formulato a base di mancozeb (dotato di esclusiva azione di contatto) avrebbe richiesto un accorciamento del turno di intervento ed un approccio strettamente preventivo (essendo privo di attività curativa od eradicante). E’ inoltre doveroso specificare che nella località dove è stata eseguita la prova, nel biennio precedente era stato osservato un apparente calo di efficacia dei formulati a base di strobilurine e triazoli fino ad allora diffusamente impiegati nella difesa anticercosporica. I dati dei rilievi hanno confermato tale risultanza sia in quello dell’8 agosto, dove i prodotti di riferimento si sono collocati tra il 30,5% ed il 35,7% di area fogliare colpita rispetto al 10,1% del mancozeb, che in quello finale (11/09), nel quale i 3 formulati di confronto non si sono discostati dal dato del testimone non trattato (89,8%). Il dato relativo al mancozeb (44,5%) evidenzia invece un buon contenimento del patogeno nonostante il lungo intervallo fra i trattamenti e l’approccio curativo della strategia. L’andamento appena descritto trova conferma anche nei dati produttivi. La tesi mancozeb risulta migliore in termini di produzione complessiva di radici, polarizzazione e, conseguentemente, quantità di saccarosio per ettaro. In nessuna delle tesi sono stati riscontrati sintomi di fitotossicità.

Tabella 2. Risultati della prova di Passo Segni (BO) del 2012

Formulato	AFA (%)		Estirpo (20/9)		
	8/8	11/9	Radici (T/ha)	Polarizzazione (%)	Saccarosio (T/ha)
Testimone non trattato	56,2 a*	89,8 a	70,8 c	14,7 d	10,4 d
Mancozeb	10,1 c	44,5 b	82,3 a	16,2 a	13,3 ab
Pyraclostrobin + epoxiconazole	33,9 b	89,8 a	77,5 bc	15,7 b	12,2 c
Trifloxystrobin + cyproconazole	35,7 b	89,8 a	79,8 ab	15,3 c	12,2 c
Fenpropidin + difenoconazole	30,5 b	89,8 a	80,5 ab	15,7 b	12,6 bc

Numero e date delle applicazioni: 3 (15/6, 5/7 e 25/7)

* I valori della stessa colonna contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test LSD ($p \leq 0,05$)

Anno 2013

Nel secondo anno dello studio, nonostante l'adozione di una varietà ("Fabrizia") tollerante la cercosporiosi, la presenza della malattia è risultata elevata, in particolare nell'areale padovano. Infatti, nel rilievo finale il dato dell'AFA relativo al testimone era pari al 76,7% a Passo Segni (BO) e al 94,2% a Vighizzolo (PD). Come nell'anno precedente, la strategia adottata prevedeva 3 applicazioni effettuate con un turno di 3 settimane (flessibile in funzione dello sviluppo della malattia), a partire dalla comparsa dei primi sintomi. In entrambe le prove, i rilievi eseguiti evidenziano il superiore livello di controllo (18,6% e 26,8% i valori di AFA rilevati rispettivamente a Passo Segni ed a Vighizzolo) ottenuto dalla tesi trattata con mancozeb rispetto ai prodotti di confronto a base di strobilurine e triazoli. Nelle due prove e contrariamente a quanto rilevato nel 2012, anche questi ultimi formulati si sono differenziati dal testimone, probabilmente grazie alla minor pressione della malattia determinata dalla tolleranza genetica della varietà impiegata. Quando descritto a proposito del controllo della malattia a livello fogliare coincide con l'andamento dei dati produttivi. Anche in questo caso ed in modo particolare nella prova di Passo Segni, la tesi trattata con mancozeb evidenzia risultati superiori per quanto concerne la produzione complessiva di radici, la polarizzazione e la conseguente quantità di saccarosio ad ettaro. I dati delle tesi di confronto risultano complessivamente intermedi tra la tesi mancozeb ed il testimone non trattato. Nessuno dei formulati posti a confronto ha indotto la comparsa di sintomi fitotossici.

Tabella 3. Risultati della prova di Passo Segni (BO) del 2013

Formulato	AFA (%)		Estirpo (11/9)		
	22/8	3/9	Radici (T/ha)	Polarizzazione (%)	Saccarosio (T/ha)
Testimone non trattato	51,0 a*	76,7 a	84,2 b	15,0 b	12,6 c
Mancozeb	15,8 c	18,6 d	96,8 a	15,9 a	15,4 a
Azoxystrobin + cyproconazole	23,8 c	25,4 c	86,7 b	16,0 a	13,9 b
Trifloxystrobin + cyproconazole	32,4 b	45,1 b	84,3 b	15,2 b	12,8 c

Numero e date delle applicazioni: 3 (2/7, 22/7 e 9/8)

* I valori della stessa colonna contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test LSD ($p \leq 0,05$)

Tabella 4. Risultati della prova di Vighizzolo (PD) del 2013

Formulato	AFA (%)		Estirpo (16/9)		
	21/8	6/9	Radici (T/ha)	Polarizzazione (%)	Saccarosio (T/ha)
Testimone non trattato	33,4 a*	94,2 a	61,3 b	13,3 a	8,1 b
Mancozeb	11,8 c	26,8 c	70,2 a	13,8 a	9,7 a
Azoxystrobin + cyproconazole	18,6 b	58,8 b	67,1 ab	14,0 a	9,4 ab
Trifloxystrobin + cyproconazole	19,7 b	63,6 b	68,1 ab	13,6 a	9,3 ab

Numero e date delle applicazioni: 3 (20/6, 15/7 e 2/8)

* I valori della stessa colonna contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test LSD ($p \leq 0,05$)

Anno 2014

Nel terzo anno di sperimentazione, è stata apportata una sostanziale modifica al quadro sperimentale. Analogamente a quanto accaduto nel mondo produttivo, sono stati abbandonati i formulati a base di strobilurine, non ritenendoli più prodotti di riferimento adeguati a causa della marcata diminuzione d'efficacia verso *C. beticola* osservata in campo. Nel contempo, è stato introdotto nei protocolli di prova il formulato Thiopron (a base di zolfo in sospensione concentrata) al fine di valutarne l'attività diretta verso il patogeno, l'azione additiva o sinergica con il mancozeb e la capacità di aumentare la persistenza dei prodotti ad esso miscelati grazie all'adesivante in esso contenuto. Nel 2014 si sono verificate le condizioni più favorevoli allo sviluppo di *C. beticola* degli ultimi anni. Tale fatto, unitamente alla sensibilità della varietà Marinella impiegata nella prova (localizzata a Passo Segni, nel bolognese), ha determinato un'altissima virulenza del patogeno. Già nel rilievo dell'1 agosto il livello di AFA del testimone non trattato era del 75,4%, raggiungendo poi, al 12 agosto, il 94,2%. Per conservare la confrontabilità dei dati con quelli ottenuti nel biennio precedente, è stato mantenuto il programma di 3 applicazioni ad intervalli di 3 settimane a partire dalla comparsa dei sintomi, penalizzando, in tal modo, l'attività di mancozeb e zolfo. Thiopron ha fornito risultati positivi e statisticamente diversi dal testimone nei confronti della cercosporiosi ad entrambe le dosi impiegate ed in entrambi i rilievi, avvalorando l'ipotesi della sua attività diretta verso il patogeno. Anche i dati produttivi confermano tale andamento. Il dato relativo alla tesi trattata con il solo mancozeb (AFA pari al 35,2% nell'ultimo rilievo) mostra nuovamente un elevato livello di controllo del fungo. L'aggiunta dello zolfo al mancozeb evidenzia un miglioramento in termini numerici (AFA) solo nel primo rilievo. L'appiattimento del risultato nel prosieguo della prova è da attribuirsi in gran parte al turno d'intervento eccessivamente lungo per la tipologia di sostanze attive impiegate. I dati produttivi evidenziano invece una chiara tendenza positiva, soprattutto osservando il dato relativo alla produzione di radici e di saccarosio ad ettaro. Non sono stati rilevati sintomi di fitotossicità nelle tesi poste a confronto. Al contrario, nelle tesi trattate con il formulato a base di zolfo (da solo od in miscela con mancozeb) è stato possibile osservare un maggior vigore vegetativo delle piante di barbabietola.

Tabella 5. Risultati della prova di Passo Segni (BO) del 2014

Formulato	AFA (%)		Estirpo (3/9)		
	1/8	12/8	Radici (T/ha)	Polarizzazione (%)	Saccarosio (T/ha)
Testimone non trattato	75,4 a*	94,2 a	94,0 c	11,6 b	10,9 b
Zolfo (5 L/ha)	53,0 b	75,5 b	104,7 bc	12,1 ab	12,7 a
Zolfo (7,5 L/ha)	42,0 bc	50,2 c	108,0 ab	11,9 ab	12,9 a
Mancozeb	33,2 cd	35,2 d	111,3 ab	12,4 a	13,7 a
Mancozeb + Zolfo (5 L/ha)	26,3 d	37,4 d	117,8 a	11,9 ab	13,9 a

Numero e date delle applicazioni: 3 (17/6, 8/7 e 29/7)

* I valori della stessa colonna contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test LSD ($p \leq 0,05$)

Anno 2017

Nel 2017 sono state eseguite due ulteriori prove di efficacia al fine di verificare le risultanze emerse dalle prove degli anni precedenti. Le prove sono state localizzate a Passo Segni (BO) ed a Corzè (RO). Per entrambe è stata utilizzata la varietà Marinella mediamente sensibile alla cercosporiosi. La virulenza di *C. beticola* è stata piuttosto elevata e già alla metà di agosto, sul testimone non trattato, l'AFA era del 90% a Passo Segni e del 79,9% a Cornè. Su entrambe le tesi trattate è stata effettuata un'applicazione anticipata con il solo Thiopron (prima decade di giugno). In seguito sono stati eseguiti tre trattamenti con il solo mancozeb o con la miscela di mancozeb e zolfo, adottando un turno di circa due settimane. I risultati evidenziano un buon controllo della malattia per entrambe le tesi in entrambe le prove. L'aggiunta dello zolfo adesivato formulato in sospensione concentrata ha migliorato l'efficacia dei trattamenti soprattutto nella fase iniziale. I dati produttivi confermano quanto sopra descritto. Le tesi trattate mostrano una produzione (soprattutto in termini di saccarosio) più elevata di quella del testimone. Nella prova condotta a Cornè, l'aggiunta dello zolfo ha determinato un consistente aumento della produttività (oltre 12 T/ha di radici e quasi 2 T/ha di saccarosio). Tali dati sono in linea con il maggior vigore vegetativo osservato empiricamente dalle piante di questa tesi. Neanche in queste ultime prove sono stati riscontrati sintomi di fitotossicità dovuti ai trattamenti anticercosporici.

Tabella 6. Risultati della prova di Passo Segni (BO) del 2017

Formulato	Epoca	AFA (%)		Estirpo (14/9)		
		31/7	16/8	Radici (T/ha)	Polarizzazione (%)	Saccarosio (T/ha)
Testimone non trattato	-	35,0 a*	90,0 a	107,1 a	13,6 a	14,5 b
Zolfo (5 L/ha) Mancozeb	A B, C, D	14,0 b	60,0 b	114,6 a	14,1 a	16,1 a
Zolfo (5 L/ha) Mancozeb + Zolfo (5 L/ha)	A B, C, D	9,0 c	56,0 b	109,5 a	14,2 a	15,5 a

Numero e date delle applicazioni: 4 (A = 8/6, B = 27/6, C = 10/7, D = 24/7)

* I valori della stessa colonna contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test LSD ($p \leq 0,05$)

Tabella 7. Risultati della prova di Cornè (RO) del 2017

Formulato	Epoca	AFA (%)		Estirpo (30/8)		
		1/8	18/8	Radici (T/ha)	Polarizzazione (%)	Saccarosio (T/ha)
Testimone non trattato	-	22,0 a*	79,9 a	76,4 b	14,4 a	11,0 b
Zolfo (5 L/ha) Mancozeb	A B, C, D	13,8 b	35,2 b	79,6 b	15,0 a	11,9 b
Zolfo (5 L/ha) Mancozeb + Zolfo (5 L/ha)	A B, C, D	8,6 c	33,2 b	92,0 a	15,0 a	13,8 a

Numero e date delle applicazioni: 4 (A = 9/6, B = 26/6, C = 11/7, D = 25/7)

* I valori della stessa colonna contraddistinti dalla stessa lettera non differiscono significativamente al test LSD ($p \leq 0,05$)

CONCLUSIONI

L'analisi complessiva dei risultati ottenuti nello studio ha permesso di confermare l'elevata attività anticercosporica di Penncozeb DG (mancozeb 75%) e di accertare l'azione complementare sulla malattia del formulato Thiopron (a base di zolfo in sospensione concentrata). Il grado di controllo conseguito dal formulato a base di mancozeb nei confronti di *Cercospora beticola* è stato elevato e superiore a quello dei prodotti di riferimento in tutte le prove eseguite, sia per quanto riguarda la protezione dell'apparato fogliare (espresso come AFA%), sia in termini di produttività della coltura (espressa come peso delle radici e come quantità di saccarosio ottenuto). Le strategie migliori sono state quelle che prevedevano l'applicazione della miscela di mancozeb e zolfo, anche per sfruttare l'azione antidilavamento del formulato Thiopron. Il meccanismo d'azione multisito di entrambi i principi attivi, al contrario di quanto verificatosi a carico di triazoli e strobilurine, permetterà di mantenere inalterati nel tempo tali risultati, senza perdite d'efficacia.

LAVORI CITATI

- Berger R.D., 1976. Computer simulation of *Cercospora apii* and *Helminthosporium turcicum*. *Proceedings of the American Phytopathological Society*, 3, 217.
- Bubani E., Cioni F., Cristiani C., Campagna G., 2014. Impiego di zolfo nelle strategie contro la cercospora della bietola. *L'Informatore Agrario*, 14, 54-56.
- Campagna G., Fabbri A., Rosini D., Vacchi A., Zavanella M., 2016. Cercospora beticola: come contenerla in modo efficace. *L'Informatore Agrario*, 24, 53-55.
- Campagna G., Rosini D., 2016. Integrated strategies for *Cercospora* leaf spot (CLS) control. *Proceedings 75th IIRB Congress – 16-17 February, Brussels (B)*.
- Cioni F., Campagna G., Maines G., 2012. Cercosporiosi e direttiva 2009/128/CE: limitazione e ottimizzazione dei fungicidi. *L'Industria saccarifera Italiana*, 105, 5, 81-86.
- Ponti I., Laffi F., 1990. Malattie crittogamiche delle colture erbacee, Edizioni L'Informatore Agrario, Verona, 168 pp.
- Rossi V., Battilani P., Racca P., Giosué S., 1996. Simulazione dell'effetto di trattamenti fungicide per il controllo di *Cercospora beticola*. *Atti Giornate Fitopatologiche 1996*, 1, 527-534.

