

EVOLUZIONE DELL'ATTIVITÀ DI STROBILURINE E TRIAZOLI VERSO *CERCOSPORA BETICOLA*, AGENTE DELLA CERCOSPORIOSI DELLA BARBABIETOLA DA ZUCCHERO

F. CIONI¹, G. MAINES¹, C. TURAN², G. BATTISTINI², M. COLLINA²

¹ Beta Scarl – Via Conca 75, 44030 Malborghetto di Boara (FE)

² Centro di Fitofarmacia - Dipartimento di Scienze Agrarie - Università di Bologna
Viale G. Fanin 46, 40127 Bologna
franco.cioni@betaitalia.it

RIASSUNTO

La segnalazione di cali di efficacia da parte di formulati contenenti analoghi delle strobilurine e triazoli nella difesa dalla cercosporiosi della barbabietola da zucchero nelle aree bieticole dell'Italia settentrionale, ha stimolato una verifica della sensibilità di *Cercospora beticola* ai suddetti fungicidi, con indagini sia di campo che di laboratorio.

I risultati di campo hanno mostrato rilevanti riduzioni di efficacia da parte delle strobilurine, nei confronti delle quali è stata accertata la elevata presenza in laboratorio di ceppi di *C. beticola* resistenti. Per i triazoli (in particolare difenoconazole) sono stati rilevati casi di ridotta sensibilità del patogeno ma con intensità inferiori rispetto alle strobilurine.

Parole chiave: fungicidi, resistenza, ridotta sensibilità

SUMMARY

EVOLUTION OF *CERCOSPORA BETICOLA* SENSITIVITY TO STROBILURINS AND TRIAZOLS ON SUGAR BEET

Because of a reduced field activity of strobilurin and triazol fungicides in cercospora leaf spot control, a research programme and a survey (field and laboratory trials) were carried out in several sugar beet growing areas of northern Italy to assess the sensitivity of *Cercospora beticola* to these fungicides. The field trials results showed an important reduction in the efficacy of strobilurins and laboratory tests indicated that QoI resistance had developed in some *Cercospora beticola* populations. As for triazols, particularly Difenconazole, some cases of decreased sensitivity of the pathogen were observed. This decreased sensitivity had lower intensity with respect to strobilurins.

Keywords: fungicides, resistance, efficacy reduction

INTRODUZIONE

La difesa anticercosporica ha subito, nel corso degli ultimi 15 anni, un sensibile cambiamento dovuto principalmente all'introduzione di nuovi principi attivi ad elevata efficacia e con meccanismi d'azione molto specifici (Meriggi *et al.*, 2000) e alla progressiva scomparsa dal panorama commerciale delle varietà ad elevata tolleranza al patogeno per problemi legati alla loro ridotta potenzialità produttiva. A ciò si è aggiunto il processo europeo di revisione dei prodotti fitosanitari (Direttiva 414/99 e Reg. CE 1107/2009) che, per motivi tossicologici, ha portato all'esclusione dal mercato di alcune molecole cosiddette di "copertura" dotate di un ampio spettro d'azione.

Per quanto riguarda il contenimento delle infezioni di *Cercospora beticola* Sacc., agente della cercosporiosi della barbabietola da zucchero, se risultava buono con i programmi di lotta adottati nei primi anni 2000, a partire progressivamente dalla fine della prima decade, è risultato sempre più difficoltoso secondo quanto riportato dalle stesse aziende agricole. L'utilizzo prevalente e ripetuto di fungicidi monosito (con meccanismo d'azione specifico),

quali strobilurine (QoI) e triazoli (IBS) nelle strategie anticercosporiche per circa un decennio, ha condotto a sospettare una perdita diffusa e progressiva della loro efficacia.

D'altro canto, come la maggior parte delle malattie fungine, anche le popolazioni di *C. beticola* sono in grado di sviluppare resistenze genetiche nei confronti dei fungicidi, tanto da renderli del tutto inefficaci. In passato sono infatti già stati riscontrati fenomeni di resistenza nei confronti dei benzimidazoli negli anni '70 (D'Ambra *et al.*, 1975) ed anche fungicidi come i triazoli e strobilurine, potenzialmente soggetti a questo fenomeno, sono stati in passato (Languasco *et al.*, 2006) ed attualmente (Birla *et al.*, 2012; Cioni *et al.*, 2013) sotto attenta osservazione con specifici programmi di monitoraggio.

In questa nota si riporta una sintesi delle indicazioni emerse dalle più recenti verifiche condotte sia in campo che in laboratorio nel corso del triennio 2011-2013 per valutare la sensibilità di *C. beticola* ai fungicidi analoghi delle strobilurine e triazoli (test di laboratorio) e di tutte le sostanze attive registrate o potenzialmente registrabili (prove di campo).

MATERIALI E METODI

Prove di campo

Le prove sperimentali sono state condotte nel corso del triennio 2011-2013 in ciascuno dei tre comprensori bieticoli del Nord Italia, in aree ad elevato rischio cercosporico. I principali parametri d'impostazione delle prove e le caratteristiche dei formulati saggianti sono riassunti rispettivamente nelle Tabelle 1 e 2. Al fine di massimizzare le differenze fra le tesi è stata utilizzata una varietà sensibile alla malattia ad elevata diffusione commerciale; gli interventi sono stati eseguiti alla comparsa delle primissime macchie e proseguiti ad intervalli di 18-20 giorni (ma sempre in numero totale di 3) secondo quanto previsto in ciascun comprensorio bieticolo.

L'attività dei prodotti nelle diverse tesi nei confronti della cercosporiosi è stata valutata sia con rilievi periodici sull'area fogliare ammalata percentuale (AFA) e sia con rilievi produttivi quanti-qualitativi. Gli estirpi delle radici sono avvenuti in un'unica epoca, orientativamente intermedia rispetto alla campagna bieticola. I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza, le medie sono state separate mediante test DMS ($p=0,05$).

Tabella 1. Dati inerenti le prove svolte in campo

		Comprensorio bieticolo								
		Minerbio (BO)			Pontelongo (PD)			San Quirico (PR)		
	Anno	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
		Località	Passo Segni			Cona	Mira	Vighizzolo	Marcaria	Poggio Rusco
data	Semina	21/3	07/3	23/3	22/3	13/3	20/4	11/3	5/3	17/4
	Raccolta	10/9	19/9	10/9	29/8	24/9	17/9	16/8	11/9	23/9
	Inizio trattamenti	20/6	15/6	2/7	14/6	11/6	20/6	16/6	13/6	3/7
	Varietà	Massima								
	Superficie parcella	27 m ²								
	Superficie raccolta	6,3 m ²								
	Tipo rilievi	area fogliare ammalata (%) e produzione quanti-qualitativa								

Tabella 2. Caratteristiche dei fungicidi utilizzati nelle prove di efficacia nel triennio 2011-13

Formulato	Sostanza attiva	Conc. formul. e s.a. (g/L o kg)	Form.	Dose/ha di formulato e s.a.	2011	2012	2013
Airone Più	ossicloruro tetraramico e idrossido	280 (140+140)	WG	4000 g (560+560 g s.a.)		X	X
Amistar Xtra	azoxystrobin + ciproconazolo	280 (200+80)	SC	1000 mL (200+80 g s.a.)	X	X	X
Antracol 70 WG	propineb	700 (700)	WG	2000 g (1400 g s.a.)		X	
Bumper P	prochloraz + propiconazolo	490 (400+90)	EC	1500 mL (600+135 g s.a.)	X		
Clortosip 500 SC	chlorothalonil	500 (500)	SC	2000 mL (1000 g s.a.)		X	X
Cuprofix 30 Disperss	mancozeb + rame metallo	420 (300+120)	DG	5000 g (1500+600 g s.a.)			X
Domark 40 EW	tetraconazolo	40 (40)	EW	2500 mL (100 g s.a.)	X		
Folpan 80 WG	folpet	80 (80)	WG	1200 g (960 g s.a.)			X
Impact Supreme	flutriafol + prochloraz	227 (47+180)	EC	2000 mL/ (94+360 g s.a.)	X		
Indar 5 EW	fenbuconazolo	50 (50)	EW	2000 mL (100 g s.a.)	X		
Merpan 80 WG	captano	80 (80)	WG	2000 g/ha (1600 g s.a./ha)			X
Opera	pyraclostrobin + epoxiconazolo	183 (133+50)	SE	1000 mL (133+50 g s.a.)	X	X	
Opus + Sportak 45 EW	epoxiconazolo+prochloraz	575 (125+450)	SC - EW	1000+1000 mL (125+450 g s.a.)	X	X	
Penncozeb DG	mancozeb	750 (750)	DG	2000 g (1500 g s.a.)		X	
Penncozeb DG	mancozeb	750 (750)	DG	2100 g (1575 g s.a.)			X
Penncozeb DG	mancozeb	750 (750)	DG	2660 g (1995 g s.a.)			X
Proclaim	bitertanolo	500 (500)	SC	1000 mL (500 g s.a.)	X		
Qualy	cyprodinil	300 (300)	EC	1000 g (300 g s.a.)			X
Score 25 EC	difenoconazolo	250 (250)	EC	300 mL (75 g s.a.)	X	X	
Sphere	trifloxystrobin + ciproconazolo	535 (375+160)	SC	400 mL (150+64 g s.a.)	X	X	X
Sportak 45 EW	prochloraz	450 (450)	EW	1800 mL (810 g s.a.)	X		
Spyrale	fenpropidin + difenoconazolo	475 (375+100)	EC	700 mL (263+70 g s.a.)	X	X	X
Tilt 25 EC	propiconazolo	250 (250)	EC	1000 mL (250 g s.a.)	X		
Signal	fluazinam	500 (500)	SC	400 g (200 g s.a.)		X	

Analisi di sensibilità

Parallelamente all'attività di campo, il Centro di Fitofarmacia dell'Università degli Studi di Bologna (Dipsa) nel 2009, 2012 e 2013, ha svolto in laboratorio uno studio sull'analisi della sensibilità di *C. beticola* nei confronti di analoghi delle strobilurine (in particolare trifloxystrobin) e triazoli (difenoconazole). In questo lavoro vengono presentati i dati scaturiti dal campionamento del 2012 nel quale, insieme ad altri campi commerciali e ad un orto familiare, sono stati raccolti campioni anche da due delle tre località nelle quali sono state svolte le prove nello stesso anno (Passo Segni e Mira) (Tabella 3).

Da ciascun località sono state raccolte 30-40 foglie e ottenute da 6 a 30 colonie monoconidiche di *C. beticola* da sottoporre alle analisi di sensibilità. Le prove nei confronti di trifloxystrobin sono state eseguite valutando la germinazione conidica su substrato artificiale (Agar acqua 1,5%, BD). L'attività di inibizione della crescita miceliare su Potato Dextrose Agar (PDA, BD) è stata invece considerata nei saggi di sensibilità al difenoconazole.

Strobilurine. In piastre di agar acqua avvelenate inizialmente con le seguenti concentrazioni di trifloxystrobin tecnico (Sigma): 0-0,001-0,005-0,01-0,05-0,1-0,5-1-2 mg/L e in seguito con 0-0,01-0,1-1-2 mg/L, sono state deposte le sospensioni conidiche prodotte da almeno dieci monoconidiche per ciascun campione. Sono state inoltre preparate piastre avvelenate con il formulato commerciale (Flint, 50%, Bayer) ad una concentrazione di 100 mg/L. Le piastre sono state quindi poste ad incubare per circa 12 ore a $20^{\circ}\text{C} \pm 1$. Trascorso questo periodo è stato possibile procedere al rilievo della germinazione conidica su almeno 150 conidi. I dati ottenuti sono stati elaborati attraverso analisi probits allo scopo di ottenere i valori di DE_{50} (Dose efficace al 50%). Inoltre è stata stabilita, sempre per ciascuna monoconidica, la concentrazione minima inibitoria (CMI) che rappresenta la minima concentrazione di principio attivo necessaria per osservare la completa inibizione della crescita conidica. E' stata infine calcolata la percentuale di germinazione relativa a 2 e 100 mg/L rispetto al testimone non trattato.

Triazoli. Le prove sono state effettuate su PDA avvelenato con difenoconazole tecnico (Sigma) alle seguenti concentrazioni 0 - 0,001 - 0,01 - 0,1 - 1 - 10 mg/L. Un disco miceliare di 5 mm di diametro di ciascuna monoconidica è stato posto al centro di ciascuna piastra (3/concentrazione) e queste poi collocate in incubatore a $22^{\circ}\text{C} \pm 1$. Dopo 7 e 10 giorni sono stati effettuati i rilievi attraverso la media dei diametri ortogonali della crescita delle colonie. I dati ottenuti sono stati elaborati attraverso analisi probits allo scopo di ottenere i valori di DE_{50} ed è stata verificata anche la CMI.

Tabella 3. Analisi in laboratorio: provenienza dei campioni e principi attivi esaminati

Provenienza campione	Località (Provincia)	Principi attivi
Prova parcellare	Passo Segni (BO)	Trifloxystrobin Difenoconazole
Pieno campo	Mira (VE)	
Pieno campo	Villamarzana (RO)	
Pieno campo	Bovolenta (PD)	
Pieno campo	Portogruaro (VE)	
Pieno campo	Minerbio (BO)	
Bietola da costa (orto familiare)	Sestola (MO)*	

* 1020 m slm

RISULTATI E DISCUSSIONE

Prove di campo

Nei tre anni di prove la virulenza della malattia è stata sempre elevata con perdite, in termini di saccarosio (confronto fra la miglior tesi trattata e non trattata), tra il 20 ed il 38%. La comparsa delle prime macchie, negli anni 2011 e 2012, è avvenuta durante la seconda decade di giugno mentre nel 2013, a causa delle semine tardive, la comparsa è avvenuta più tardivamente (fine di giugno-primi di luglio) unitamente ad un decorso epidemiologico iniziale più lento.

I risultati delle singole annate 2011, 2012 e 2013, espressi come percentuale di area fogliare ammalata (AFA %) e come produzione in radici, polarizzazione e saccarosio indicizzati rispetto al non trattato posto uguale a 100, sono riportati rispettivamente nelle Tabelle 4, 5 e 6.

Anno 2011 (Tabella 4)

I valori di AFA percentuale relativi all'ultimo rilievo eseguito a Passo Segni (BO) e Cona (VE), mostrano livelli di efficacia (significativamente superiori alle altre tesi) da parte della miscela prochloraz ed epoxiconazole e di chlorothalonil. A Passo Segni (BO), dove i rilievi sono proseguiti anche a settembre, l'apparato fogliare trattato con tali prodotti e prochloraz+flutriafol era ancora quello originario (valori AFA compresi fra 49 e 84%), mentre tutte le altre mostravano un bouquet in fase di rivegetazione (emissione di nuove foglie). A Marcara invece, oltre alle menzionate sostanze attive, sono risultate significativamente più attive anche le miscele: azoxystrobin+ciproconazole, trifloxistrobin+ciproconazole, pyraclostrobin+epoxiconazole e fenpropidin+difenoconazole.

Fra i triazoli impiegati singolarmente, quelli a miglior attività nei rilievi di agosto (in ogni località) sono stati tetraconazole e propiconazole; a Passo Segni entrambi non si sono differenziati statisticamente da fenbuconazole, mentre nelle altre località solamente propiconazole non si è differenziato da quest'ultimo. Difenoconazole (principio attivo di riferimento nella difesa) ha mostrato valori AFA significativamente superiori ai due migliori sopraccitati. Tale molecola, nella miscela preconstituita con fenpropidin ha invece ottenuto un'efficacia comparabile ai due triazoli migliori. Le 3 miscele fra strobilurine e triazoli, azoxystrobin+ciproconazole, trifloxistrobin+ciproconazole e pyraclostrobin+epoxiconazole, hanno mostrato una sensibile perdita di efficacia rispetto agli ottimi livelli che facevano registrare durante i primi anni del loro impiego (Campagna *et al.*, 2000).

I parametri produttivi, riportati come media delle tre località, confermano l'andamento evidenziato dai valori espressi in AFA dalle differenti tesi, senza mostrare però le medesime differenze significative in termini di saccarosio prodotto.

Anno 2012 (Tabella 5)

Rispetto al 2011 a Passo Segni sono stati inseriti principi attivi registrati, quali la miscela fra ossicloruro tetramico e idrossido e non registrati sulla coltura: mancozeb, propineb e fluazinam. I risultati ottenuti (in termini di AFA) confermano quanto osservato nel 2011, infatti, in ciascuna delle tre località, la migliore attività nei confronti della cercosporiosi è stata ottenuta da chlorothalonil e, pur significativamente inferiore a Passo Segni e Mira, dalla miscela fra epoxiconazole e prochloraz. A Passo Segni tra le tesi migliori occorre evidenziare inoltre mancozeb e la miscela fra ossicloruro tetramico e idrossido; la prima sostanza attiva ha mostrato valori di AFA statisticamente equiparabili a Chlorothalonil, mentre la miscela fra rameici non è risultata dissimile da epoxiconazole+prochloraz.

I risultati produttivi (saccarosio), riferiti alla sola località di Passo Segni (BO) in quanto possibile un confronto più completo fra le tesi, confermano quanto sottolineato in termini di AFA; anticercosporici significativamente migliori rappresentati dalle miscele epoxiconazole+prochloraz e ossicloruro tetramico+idrossido e chlorothalonil. I peggiori (significativamente) e non dissimili fra loro sono stati difenoconazole, trifloxystrobin + ciproconazole, fluazinam, azoxystrobin + ciproconazole, pyraclostrobin + epoxiconazole.

Anno 2013 (Tabella 6)

Nel 2013, a Passo Segni e a Poggio Rusco, sono stati inseriti principi attivi non registrati sulla coltura, quali cyprodinil, captano, folpet e la miscela mancozeb+rame metallo.

I risultati confermano quanto già osservato durante il 2012: in termini di AFA la scarsa efficacia delle miscele azoxystrobin+ciproconazole, trifloxystrobin+ciproconazole e difenoconazole+fenpropidin è apparsa significativamente inferiore rispetto alla miscela ossicloruro tetramico e idrossido, a mancozeb e a chlorothalonil nella località di Poggio Rusco.

I dati produttivi (riferiti alla sola località di Passo Segni) evidenziano come i trattamenti eseguiti con mancozeb e ossicloruro tetramico e idrossido mostrino, relativamente al saccarosio prodotto, valori significativamente superiori a tutte le altre.

Analisi di sensibilità

Le prove di germinazione conidica effettuate sulle monoconidiche di *C. beticola* hanno mostrato valori di $DE_{50} > 2$ mg/L e dal 78 al 96% di germinazione relativa a 2 mg/L e da 64 a 96% a 100 mg/L di trifloxystrobin. La presenza di percentuali di germinazione simili al testimone non avvelenato nella concentrazione più alta di trifloxystrobin utilizzata, consente di affermare l'insorgenza del fenomeno di resistenza in maniera chiara e analoga a quanto riportato da Birla *et al.*, 2012 su campioni prelevati nei medesimi areali territoriali nel 2010. Dal confronto con i valori della *baseline* (calcolata su collezioni mai esposte alle strobilurine) riportati da Secor *et al.* (2010) negli USA (DE_{50} medie di 0,005 mg/L di trifloxystrobin) insieme a quelli rilevati dal Centro di Fitofarmacia in Italia nelle medesime zone nel 2009 (DE_{50} da 0,0036 a 0,116 mg/l di trifloxystrobin) e da quanto osservato sulle monoconidiche della popolazione prelevata da orto familiare (DE_{50} media 0,177 mg/L), è possibile affermare che il fenomeno della resistenza di *C. beticola* alle strobilurine è probabilmente ormai giunto ad una importante diffusione sul territorio.

I saggi effettuati con il difenoconazole hanno mostrato la presenza di una ridotta sensibilità degli isolati analizzati al prodotto evidenziando una DE_{50} variabile da 1,2 a 8,4 mg/L rispetto a 0,13 mg/L ottenuti dalla media di questo parametro sulle monoconidiche provenienti dall'orto familiare (le CMI sono invece tutte risultate maggiori della massima concentrazione utilizzata pari a 10 mg/L). Sulla base della letteratura internazionale la presenza del fenomeno di resistenza di *C. beticola* ai triazoli viene testimoniato da $DE_{50} > 1$ (Secor *et al.*, 2010) e quindi i valori scaturiti da questa analisi potrebbero aver originato dei cali di efficacia del prodotto sia nei campi sperimentali che commerciali.

Tabella 4. Anno 2011: risultati espressi in AFA (%) nelle singole località e dati produttivi (resa radici, polarizzazione e saccarosio) espressi in valori indice riferiti al test non trattato uguale a 100 (media delle 3 località) ed ordinati in base al saccarosio decrescente

Formulato	Dose/ha di formulato e s.a.												Resa produttiva (dati medi)		
	Passo Segni (BO)				Marcaria (MN)				Cona (VE)				radici (t/ha)	polarizzaz. (%)	saccarosio (t/ha)
	27/7 20DAT2	9/8 11DAT3	13/9 41DAT3	5/7 19DAT1	27/7 19DAT2	10/8 14DAT3	4/7 20DAT1	22/7 18DAT2	10/8 19DAT3	22/7 18DAT2	10/8 19DAT3				
Amistar Xtra	11,6 efg	20,9 ef	89,8 a	1,3 a	9,0 cde	24,9 fg	1,0 de	3,1 g	23,4 f	109 abc	102,9 abc	112,8 a-d			
Opera	11,6 d-g	21,9 def	89,8 a	1,1 a	6,5 e	16,5 fg	1,1 b-e	3,5 g	18,5 g	112,2 ab	103,6 a	115,4 ab			
Sphere	10,8 fg	22,4 def	89,8 a	1,1 a	7,0 de	17,4 fg	0,8 e	4,6 fg	25,9 ef	111,5 ab	101,7 a-d	112,9 a-d			
Spyrale	12,5 c-g	25,7 de	89,8 a	1,1 a	9,7 cde	26,1 efg	1,1 a-e	6,5 def	27,6 def	109,6 abc	103,2 ab	113,0 a-d			
Domark 40 EW	14,9 b-f	22,0 def	89,8 a	0,8 a	8,1 cde	27,8 ef	1,3 abc	9,2 cd	25,5 ef	108,2 a-d	102,9 abc	111,2 a-d			
Impact Supreme	10,1 fgh	19,1 ef	84 b	0,9 a	9,3 cde	20,6 fg	1,4 ab	8,2 cd	23,7 f	110,4 abc	103,3 ab	113,5 abc			
Opus + Sportak 45 EW	6,9 h	10,2 g	48,9 d	0,8 a	9,3 cde	15,9 g	1,0 cde	3,4 g	12 h	114,5 ab	104,3 a	119,2 a			
Score 25 EC	17,5 bcd	33,8 bc	89,8 a	1,3 a	20,0 b	56,2 bc	1,2 a-d	11,8 bc	41,9 b	106,0 bcd	98,8 d	104,7 de			
Clortosp 500 SC	8,7 gh	16,8 fg	67,4 c	1,0 a	9,5 cde	22 fg	1,1 b-e	4,5 fg	12,3 h	115,1 ab	103,1 ab	118,2 a			
Bumper P	14,7 b-f	22,6 def	89,8 a	1,0 a	11,4 cd	37,5 de	1,2 a-d	4,9 efg	26,3 ef	108,6 a-d	102,7 abc	111,2 a-d			
Indar 5 EW	18,5 bc	29,1 cd	89,8 a	1,3 a	12,1 c	48,4 cd	1,2 a-d	8,7 cd	33,2 cd	102,3 cd	100,2 bcd	101,7 e			
Proclaim	19,6 b	38,0 b	89,8 a	1,1 a	12,1 c	62,1 b	1,3 abc	8,9 cd	35,2 bc	107,6 a-d	99,0 d	106,2 cde			
Sportak 45 EW	16,4 b-e	37,5 b	89,8 a	1,1 a	20,0 b	59,9 bc	1,1 b-e	13,9 b	41,9 b	108,5 a-d	100,4 bcd	108,2 b-e			
Tilt 25 EC	12,3 d-g	23,5 def	89,8 a	1,0 a	11,2 cd	40,9 d	1,1 b-e	7,7 de	31,3 cde	114,1 ab	101,7 a-d	115,1 ab			
Non trattato	31,3 a	56,2 a	89,8 a	1,5 a	26,4 a	89,8 a	1,4 a	19,7 a	63,2 a	100,0 d	100 cd	100 e			

Tabella 5. Anno 2012: risultati espressi in AFA (%) nelle singole località e dati produttivi (resa radici, polarizzazione e saccarosio) espressi in valori indice riferiti al test non trattato uguale a 100 (solamente Passo Segni) ed ordinati in base al saccarosio decrescente

Formulato	Area Fogliare Ammalata (AFA %)										Resa produttiva (dati Passo Segni)			
	Passo Segni (BO)			Poggio Rusco (MN)			Mira (VE)				Valori indice (100 = non trattato)			
	6/7 21DAT1	25/7 20DAT2	8/8 13DAT3	11/9 46DAT3	3/7 20DAT1	24/7 21DAT2	14/8 21DAT3	11/7 13DAT2	19/7 21DAT2	7/8 18DAT3	radici (t/ha)	polarizzaz ione (%)	saccaros io (t/ha)	
Opus + Sportak 45 EW	2,2	8,2	18,6 b	71,1 b	1,0	2,0	7,9 a	8,2	10,5	39,8 b	130,4 a	106,1 bc	138,5 a	
Clortosp 500 SC	2,4	7,7	9,8 a	35,8 a	1,0	5,7	6,5 a	4,4	9,2	28,2 a	126,8 ab	109,5 ab	138,5 a	
Airone Più	3,6	15	17,4 b	71,1 b	-	-	-	-	-	-	123,3 bc	108,2 abc	132,7 ab	
Penncozeb DG	1,3	6,9	10,1 a	44,5 a	-	-	-	-	-	-	116,3 c	110,1 a	127,8 ab	
Antracol 70 WG	2,3	10,1	20,5 b	89,8 c	-	-	-	-	-	-	118,4 c	106,8 bc	126,0 bc	
Spyrale	1,9	17,7	30,5 cd	89,8 c	1,2	6,1	13,1 b	10,5	18,6	63,6 c	123,6 bc	101,4 de	126,0 bc	
Score 25 EC	3,1	22	44,5 f	89,8 c	1,2	8,6	15,5 bc	12,1	22,0	85,1 d	118,5 c	102,7 de	122,1 de	
Sphere	3,3	22	35,7 de	89,8 c	1,6	8,7	16,5 c	11,6	19,7	89,8 d	112,7 cd	103,4 cde	117,3 ef	
Zignal	2,5	22	38,3 e	89,8 c	-	-	-	-	-	-	112,7 cd	104,1 cd	117,3 ef	
Amistar Xtra	5,1	22,4	35,8 de	89,8 c	-	-	-	-	-	-	112,4 cd	103,4 cde	116,3efg	
Opera	2,5	15	33,9 cd	89,8 c	-	-	-	-	-	-	106,2 de	106,1 bc	112,5 fg	
Non trattato	5,8	27,8	56,2 f	89,8 c	1,1	13,1	20,9 d	19,7	27,8	89,8 d	100,0 e	100,0 e	100,0 g	

Dove non riportate le lettere: variabile non significativa. Valori relativi: radici 80,5 t/ha, polarizzazione 15,6%, saccarosio 12,6 t/ha

Tabella 6. Anno 2013: risultati espressi in AFA (%) nelle singole località e dati produttivi (resa radici, polarizzazione e saccarosio) espressi in valori indice riferiti al test non trattato uguale a 100 (solamente Passo Segni) ed ordinati in base al saccarosio decrescente

Formulato	Area Fogliare Annalata (AFA %)												Resa produttiva (dati Passo Segni)		
	Passo Segni (BO)				Poggio Rusco (MN)				Vighizzolo (PD)				radici (t/ha)	polarizzaz. (%)	saccarosio (t/ha)
	15/7 13DAT1	29/7 7DAT2	22/8 13DAT3	3/9 25DAT3	24/7 21DAT1	7/8 14DAT3	26/8 7DAT3	3/9 15DAT3	23/7 8DAT2	2/8 18DAT2	21/8 19DAT3	6/9 35DAT3			
Penncozeb DG	1,1 a	6,8 b	22,6 b	29,7 c	0,6 b	9,9 ab	17,6 d	39,8 cd	0,3 b	4,5 a	11,8 c	44,9 b	120,3 a	102,0 bcd	122,3 a
Airone Più	1,1 a	6,8 b	26,4 b	39,8 bc	1,2 b	5,1 b	28,4 c	39,8 cd	-	-	-	-	112,4 ab	110,2 a	122,2 a
Spyrale	1,4 a	14,7 ab	42,8 ab	92,0 a	1,5 ab	7,4 ab	37,3 bc	57,8 b	-	-	-	-	108,4 bc	100,0 d	116,1 bc
Qualy	1,3 a	13,2 ab	63,6 a	94,2 a	1,5 ab	11,8 a	43,5 ab	73,8 ab	-	-	-	-	104,7 de	104,8 ab	113,4 cd
Merpan 80 WG	1,5 a	13,8 ab	42,8 ab	83,6 a	1,3 b	7,6 ab	40,6 ab	62,5 b	-	-	-	-	107,0 bc	102,7 bc	112,5 cd
Folpan 80 WG	1,5 a	11,0 ab	56,2 a	82,6 a	1,0 b	7,5 ab	43,4 ab	62,3 ab	-	-	-	-	104,7 de	105,4 ab	111,6 cd
Amistar Xtra	1,2 a	17,8 a	53,8 a	92,0 a	-	-	-	-	1,0 b	4,5 a	28,6 ab	58,7 a	103,1 de	107,5 ab	109,8 de
Sphere	1,4 a	17,8 a	62,4 a	95,0 a	-	-	-	-	1,0 b	4,9 a	29,7 ab	63,4 a	100,3 e	102,7 bc	101,8 ef
Penncozeb DG	-	-	-	-	0,0 b	4,0 b	22,6 cd	29,7 d	-	-	-	-	-	-	-
Cuprofix 30 Dispers	-	-	-	-	0,3 b	4,2 b	22,6 cd	36,5 cd	-	-	-	-	-	-	-
Clortosp 500 SC	-	-	-	-	0,3 b	5,8 b	15,4 d	26,6 d	-	-	-	-	-	-	-
Non trattato	1,9 a	22,3 a	89,5 a	96,5 a	1,6 a	14,7 a	50,3 a	92,0 a	1,6 a	8,2 a	34,2 a	70,4 a	100 e	100 d	100 f

Dove non riportate le lettere: variabile non significativa. Valori relativi: radici 80,3 t/ha, polarizzazione 15,3%, saccarosio 12,6 t/ha

CONCLUSIONI

Le indagini intraprese, sulla base dei sospetti sorti a partire dal 2009 sulle possibili riduzioni di efficacia delle strobilurine e dei triazoli più diffusi in commercio per il contenimento della cercosporiosi della barbabietola da zucchero, hanno fornito indicazioni che portano a concludere che, nei comprensori bieticoli del Nord Italia, sono comparse popolazioni di *C. beticola* caratterizzate da frequenze medio-alte di isolati resistenti alle strobilurine e a difenoconazole. I valori riscontrati per il trifloxystrobin possono giustificare le notevoli perdite di efficacia delle strobilurine riscontrate in campo (nelle prove esaminate ma anche in contesti aziendali di pieno campo) così come i cali di efficacia riscontrati con le miscele a base di difenoconazole.

In attesa di monitorare più capillarmente i comprensori bieticoli, si consiglia la messa a punto di una strategia che preveda anche una rivalutazione delle modalità di utilizzo delle strobilurine in pieno campo con una loro limitazione fino alla eventuale eliminazione nei casi di evidenze di campo/laboratorio della presenza di resistenza.

LAVORI CITATI

- Birla K., Rivera-Varas V., Secor G.A., Kahan M.F.R., Bolton M.D., 2012. Characterization of cytochrome b from European field isolates of *Cercospora beticola* with quinone outside inhibitor resistance. *European Journal of Plant Pathology*, 134, 475-488.
- Campagna C., Bassi R., Casola F., Filippi G., Saporiti M., 2000. Sphere: nuovo fungicida per la lotta contro la cercospora e l'oidio della barbabietola da zucchero. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 265-269.
- Cioni F., Collina M., Maines G., Khan M.F.R., Secor G.A., Rivera V.V., 2013. A New Integrated Pest Management (IPM) Model for Cercospora Leaf Spot of Sugar Beets in the Po Valley, Italy. *Sugar Tech*, 2014, 16, 92-99.
- D'Ambra V., Mutto S., Caruba G., 1975. Indagini su una popolazione di *Cercospora beticola* Sacc. tollerante il Benomyl. *L'Industria Saccarifera Italiana*, 1975, 4, 91-93.
- Languasco, L., Moggi F., Rossi V., Beltrami G., Meriggi P., 2006. Influenza di strategie anti-resistenza sulla sensibilità ai fungicidi in *Cercospora beticola*. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 339-346.
- Meriggi P., Rosso F., Ioannidis P.M., Ayala Garcia J., 2000. Fungicide treatments against Cercospora leaf spot in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). In: *Advances in Sugar Beet research: Cercospora beticola Sacc., agronomic influence and control measures in sugar beet*, vol. 2, 77-102.
- Secor G.A., Khan M.F.R., Gudmestad N.C., 2010. Monitoring fungicide sensitivity of *Cercospora beticola* of sugar beet for disease management decisions. *Plant Disease*, 94 (11), 1272-1282.