

RISULTATI SPERIMENTALI SULL'IMPIEGO DI UN AGROFARMACO A BASE DI LAMINARINA NELLA DIFESA DEL MELO DALLA TICCHOLIATURA

L. TOLOTTI¹, A. ALBERTINI¹, A. FRONTALI¹

¹ UPL Italia s.r.l. - Via Terni, 275 - 47522 San Carlo di Cesena (FC)
lorenzo.tolotti@upl-ltd.com

RIASSUNTO

Negli anni 2018 e 2019 in una serie di prove sperimentali di campo è stata verificata l'efficacia di Vacciplant® (elicitore a base di laminarina, 45 g/L) nei confronti della ticchiolatura del melo (*Venturia inaequalis*). L'attività del formulato è stata valutata sia sulle infezioni primarie che su quelle secondarie applicandolo sia da solo che in miscela con altri fungicidi nell'ambito di una strategia. I risultati hanno evidenziato un discreto grado di controllo quando il prodotto è stato utilizzato da solo ed un'ottima complementarità quando applicato in miscela con prodotti di copertura. In questo caso, sono stati rilevati aumenti del grado di controllo fino al 10% circa sulle foglie ed un controllo totale della malattia sui frutti.

Parole chiave: *Venturia inaequalis*, agricoltura biologica, Vacciplant

SUMMARY

A LAMINARIN-BASED PLANT PROTECTION PRODUCT USED IN APPLE TREES AGAINST APPLE SCAB

In 2018 and 2019, an efficacy study was conducted to evaluate the activity of Vacciplant® (elicitor containing laminarin, 45 g/L) against Apple scab (*Venturia inaequalis*) in apple trees. The effects were investigated in both primary and secondary infections applying the formulated product straight or tank-mixed in strategy with others fungicides. The product provided a fair degree of control when applied alone. Efficacy largely improved when Vacciplant was tank-mixed with "contact" products. In this case, the control of the disease increased by 10% on leaves, reaching a complete activity on fruits.

Keywords: *Venturia inaequalis*, organic agriculture, Vacciplant

INTRODUZIONE

La ticchiolatura è la più grave malattia del melo ed è presente in tutti gli areali di coltivazione europei ed italiani. Pur esistendo una diversa sensibilità varietale, colpisce in misura più o meno grave, tutte le principali cultivar.

L'agente causale è l'ascomicete *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., la cui forma conidica è *Spilopcea pomi* Fr.. Lo svernamento del patogeno avviene, prevalentemente, sulle foglie cadute a terra in autunno. A primavera, le ascospore, favorite da piogge frequenti e, soprattutto, da prolungate bagnature fogliari, danno origine alle infezioni primarie. Dopo una fase latente, nella quale il micelio si sviluppa nei tessuti dell'ospite, si manifestano su foglie e frutti le tipiche macchie brune che costituiscono il caratteristico sintomo della malattia. A partire da queste aree si originano poi le infezioni conidiche secondarie (Pollini e Ponti, 2018).

La lotta alla ticchiolatura del melo è basata su trattamenti preventivi effettuati con cadenza fissa o, più razionalmente, con turno epidemiologico. Gli interventi iniziano nella fase dell'ingrossamento delle gemme e si protraggono fino al termine del ciclo delle infezioni primarie (approssimativamente la fine di giugno). In alcuni casi, può essere necessario continuare le applicazioni fino alla raccolta per contrastare le infezioni secondarie.

Vacciplant è un agrofarmaco a base di laminarina, oligosaccaride estratto dall'alga bruna *Laminaria digitata*. Questo prodotto, venendo percepito dal melo come segnale di un attacco

fungino, induce l'attivazione dei meccanismi di autodifesa della pianta (produzione di fitolessine e di proteine ed enzimi specifici, aumento della resistenza della parete cellulare), preparandola a difendersi dall'attacco del fungo (Bernardon-Méry et al., 2013).

Le prove riportate nel presente lavoro sono state eseguite negli anni 2018 e 2019 ed hanno avuto come obiettivo la valutazione del grado d'efficacia di Vacciplant nei confronti della ticchiolatura del melo. E' stato inoltre valutato anche il possibile inserimento in strategie di difesa in alternativa ad altri principi attivi o in miscela con prodotti di copertura per aumentarne il grado di efficacia.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state realizzate nelle provincie di Ferrara, Verona e Cuneo, aree dove il melo viene tradizionalmente coltivato. E' stato adottato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati, con quattro ripetizioni per ogni tesi. I dettagli relativi alle prove sperimentali sono riportati in tabella 1.

Tabella 1. Localizzazione ed altre caratteristiche delle prove

Anno	Località	Cultivar	Sesto d'impianto (m)	Numero piante/parcella	Superficie parcella (m ²)
2018	Cona (FE)	Imperatore	4 x 2	3	24
2019	Ronco all'Adige (VR)	Dallago			
		Morgenduft	4 x 1,1	5	22
2019	Villafalletto (CN)	Golden	4,2 x 1,2	5	25,2
		Delicious			

Per effettuare i trattamenti sono state utilizzate irroratrici spalleggiate o semoventi, impiegando volumi d'acqua compresi tra 1000 e 1400 L/ha. Le caratteristiche dei formulati posti a confronto nel biennio di prove sono elencate in tabella 2 mentre in tabella 3 e 4 sono riportati i prodotti impiegati nelle due prove di strategia svoltesi nel 2019. I dettagli delle applicazioni sono riportati in calce alle tabelle dei risultati delle singole prove.

Tabella 2. Caratteristiche dei formulati posti a confronto nel 2018 e nel 2019

Formulato	Sostanza attiva	Formulazione	Concentrazione (% o g/kg/L)	Dose formulato (kg o L/ha)
Vacciplant	Laminarina	SL	45	0,75 / 1
Delan 70 WG	Dithianon	WG	70	0,75
Century Pro	Fosfonato di potassio	SL	755	1,9

La valutazione dell'efficacia dei prodotti e degli eventuali sintomi di fitotossicità è stata eseguita mediante rilievi a circa 14 o 28 giorni dall'ultima applicazione dei formulati a confronto. E' stata determinata la diffusione della malattia, esaminando 200 foglie e 100 frutti, rilevando la percentuale di organi colpiti. Nelle prove del 2019 è stata inoltre determinata la gravità dell'attacco sulle foglie, rilevando la percentuale della superficie interessata dai sintomi della malattia.

La fitotossicità è stata determinata rilevando visivamente i sintomi ed esprimendoli secondo una scala da 0 a 100 per ogni sintomo considerato (decolorazioni, necrosi, ecc.).

I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (Anova) ed al test LSD (Least Significance Difference) o SNK (Student-Newman-Keuls) o Tukey ($p \leq 0,05$). È stato inoltre calcolato il grado percentuale di efficacia secondo la formula di Abbott.

Tabella 3. Caratteristiche dei formulati comuni alle strategie del 2019 - Ronco all'Adige

Formulato	Sostanza attiva	Formulazione	Concentrazione (% o g/L)	Dose formulato (kg o L/ha)	Epoca
Cuprofix Ultra Disp.	Rame	WG	40	1	A, B
Syllit 65	Dodina	WG	65	1,38	C, D
Delan 70 WG	Dithianon	WG	70	0,75	E, I, K, M
Vision Plus	Dithianon + pyrimethanil	SC	250 + 250	1,5	E, K
Sercadis	Fluxapyroxad	SC	300	0,3	F
Polyram DF	Metiram	WG	70	2,6	F, G
Fontelis	Penthiopyrad	SC	200	0,9	G
Nando Maxi	Fluazinam	SC	500	1,5	H, J, L

Epocche e date d'applicazione - A: 12/3, B: 15/3, C: 25/3, D: 28/3, E: 2/4, F: 6/4, G: 10/4, H: 17/4, I: 22/4, J: 24/4, K: 29/4, L: 2/5, M: 7/5

Tabella 4. Caratteristiche dei formulati comuni alle strategie del 2019 - Villafalletto

Formulato	Sostanza attiva	Formulazione	Concentrazione (% o g/L)	Dose formulato (kg o L/ha)	Epoca
Cuprofix Ultra Disp.	Rame	WG	40	1	A, B
Syllit 65	Dodina	WG	65	1,38	C, D
Delan 70 WG	Dithianon	WG	70	0,75	E, G, J, L, N; O; P
Vision Plus	Dithianon + pyrimethanil	SC	250 + 250	1,5	E, L
Sercadis	Fluxapyroxad	SC	300	0,3	F
Polyram DF	Metiram	WG	70	2,6	F, H
Difcor	Difenoconazole	EC	250	15 mL/hL	G, J; O
Fontelis	Penthiopyrad	SC	200	0,9	H
Nando Maxi	Fluazinam	SC	500	1,5	I, K, M

Epocche e date d'applicazione - A: 6/3, B: 14/3, C: 21/3, D: 25/3, E: 2/4, F: 5/4, G: 9/4, H: 15/4, I: 22/4, J: 26/4, K: 30/4, L: 7/5, M: 10/5, N: 16/5; O: 21/5; P: 28/5

RISULTATI E DISCUSSIONE

Prova anno 2018 - Cona (FE)

Nonostante l'andamento climatico siccitoso di aprile, grazie all'elevata suscettibilità della cultivar Imperatore Dallago, l'evento piovoso dei giorni 10, 11 e 12 aprile (solo circa 4 mm complessivi) ha determinato un'infezione primaria assai significativa. Le frequenti ed abbondanti precipitazioni del mese di maggio hanno successivamente provocato numerose infezioni secondarie, permettendo la diffusione della malattia sulle foglie. Le 10 applicazioni, eseguite ogni 3 - 7 giorni a turno epidemiologico, hanno avuto inizio il 10 aprile, quando il melo era allo stadio di punte verdi (immediatamente prima dell'infezione primaria) e sono proseguite fino al 30 maggio (fase di ingrossamento dei frutti). E' stato utilizzato un volume d'acqua di 1000 L/ha. Alla data del rilievo (11 giugno), il testimone ha evidenziato una diffusione della ticchiolatura del 40,3% sulle foglie, ma inferiore al 3% sui frutti (tabella 5). La tesi trattata con il solo dithianon ha mostrato un controllo del 76,4% sulle foglie e del 36,4% sui frutti. L'applicazione della sola laminarina durante l'intero periodo di prova (questa tesi è stata inserita ai soli fini sperimentali poiché l'uso continuativo di questa sostanza attiva da sola non costituisce una pratica fitoiatrica razionale) non ha ottenuto un significativo controllo della malattia sulle foglie.

Tabella 5. Risultati della prova 2018 - Cona (FE): diffusione di *V. inaequalis*

Trattamento	Dose (kg o L/ha)	Rilievo dell'11/6			
		Foglie colpite (%)	Grado di efficacia (%)**	Frutti colpiti (%)	Grado di efficacia (%)**
Testimone non trattato	-	40,3 a*	-	2,8 a*	-
Dithianon	0,75	9,5 b	76,4	1,8 ab	35,7
Dithianon + Laminarina	0,75 + 0,75	8 b	80,1	0,5 bc	82,1
Dithianon + Laminarina	0,75 + 1	6 b	85,1	0 c	100
Laminarina	1	32,8 a	18,6	1,8 ab	35,7

*Nella stessa colonna a lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative per $p \leq 0,05$ (test LSD); **Il numero tra parentesi indica il grado di efficacia % (Abbott)
Date d'applicazione e fasi BBCH: 10/4 (BBCH53), 16/4 (57), 23/4 (65), 30/4 (72), 4/5 (74), 9/5 (74-79), 15/5 (74-79), 21/5 (74-79), 24/5 (74-79), 30/5 (74-79)

Tabella 6. Risultati della prova 2018 - Cona (FE): diffusione di *P. leucotricha* sulle foglie

Trattamento	Dose (kg o L/ha)	Rilievo dell'11/6	
		Foglie colpite (%)	Grado di efficacia (%)**
Testimone non trattato	-	75 a*	-
Dithianon	0,75	55 ab	26,7
Dithianon + Laminarina	0,75 + 0,75	30 c	60
Dithianon + Laminarina	0,75 + 1	27,5 c	63,3
Laminarina	1	45 bc	40

*Nella stessa colonna a lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative per $p \leq 0,05$ (test LSD); **Il numero tra parentesi indica il grado di efficacia % (Abbott)
Date d'applicazione e fasi BBCH: vedi tabella 5

Il grado di efficacia rilevato sui frutti è invece risultato più elevato e pari a quello del solo dithianon. Il dato più rilevante, è costituito dal risultato delle due tesi dove la laminarina è stata applicata in miscela con il prodotto di copertura. In particolare alla dose più elevata (1 L/ha) ha permesso di ottenere un grado di efficacia dell'85,1% sulle foglie (con un incremento del 9% circa) e un'efficacia totale sui frutti. Nella stessa data, è stato eseguito anche un rilievo dell'effetto collaterale sull'oidio (*Podosphaera leucotricha*). Vacciplant, applicato da solo alla dose di 1 L ad ettaro, ha raggiunto un grado di efficacia del 40% sulle foglie. Quando la laminarina è stata utilizzata, alla dose più elevata, in miscela con il dithianon, tale percentuale ha superato il 63% (tabella 6). In nessuna tesi sono stati rilevati sintomi di fitotossicità su foglie o frutti.

Anno 2019 – Prova Ronco all'Adige (VR)

Le prove del 2019, diversamente da quelle dell'anno precedente, si sono basate su una strategia costituita da applicazioni comuni alle due tesi trattate, nelle quali è stata inserita la laminarina a confronto con fosfonato di potassio (i prodotti impiegati e le epoche d'esecuzione degli interventi sono elencati nella tabella 3). Nelle tre seguenti epoche: immediata pre-fioritura (E), fine caduta petali (I) ed accrescimento frutti (K) ai prodotti costituenti la strategia comune è stato aggiunto in miscela fosfonato di potassio o laminarina. I trattamenti sono iniziati il 12 marzo (ingrossamento gemme) ed hanno avuto termine il 7 maggio (accrescimento frutti). In

totale, sono state eseguite 13 applicazioni, ogni 2-10 giorni, con modalità epidemiologica. Il volume d'acqua impiegato è stato di 1000-1400 L/ha. Le abbondanti piogge verificatesi nella prima e nella terza decade di aprile hanno determinato l'insorgenza di numerose infezioni primarie. Le precipitazioni pressochè continue della prima metà di maggio hanno poi provocato un rapido sviluppo della malattia sia sulle foglie che sui frutti. Al momento del rilievo (16 maggio), il testimone aveva circa il 95% delle foglie ed oltre il 50% dei frutti colpiti (tabella 7).

Tabella 7. Risultati della prova 2019 - Ronco all'Adige (VR): diffusione di *V. inaequalis*

Tesi	Trattamento	Dose (L/ha)	Rilievo del 16/5		
			Foglie colpite (%)	Superficie fogliare colpita (%)	Frutti colpiti (%)
1	Testimone non trattato	-	94,6 a*	20,7 a	52,3 a
2	Strategia + Fosfonato di potassio (E, I, K)	1,9	1,3 (98,6)** b	0,1 (99,5) b	0,5 (99) b
3	Strategia + Laminarina (E, I, K)	1	1,5 (98,4) b	0,1 (99,5) b	0,3 (99,4) b

*Nella stessa colonna a lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative per $p \leq 0,05$ (test Student-Newman-Keuls (SNK)); **Il numero tra parentesi indica il grado di efficacia % (Abbott)
 Epoche, date d'applicazione e fasi BBCH - A: 12/3 (BBCH 03), B: 15/3 (07), C: 25/3 (10), D: 28/3 (56), E: 2/4 (56), F: 6/4 (57), G: 10/4 (59), H: 17/4 (65), I: 22/4 (67), J: 24/4 (71), K: 29/4 (72), L: 2/5 (72), M: 7/5 (73)

L'analisi dei dati evidenzia per entrambe le tesi trattate un elevato grado di controllo della malattia (prossimo al 100% sia su foglie che su frutti). La sostituzione del fosfonato di potassio con la laminarina non ha prodotto diminuzioni del livello di efficacia complessivo della strategia. Tale dato appare di particolare rilevanza, in quanto, in esperienze precedenti è stato ben evidenziato l'apporto del fosfonato di potassio in strategie di difesa articolate e basate su numerosi principi attivi (Brunelli et al., 2019). Nessuna delle strategie a confronto ha causato sintomi di fitotossicità su foglie o frutti.

Anno 2019 – Prova di Villafalletto (CN)

Anche questa prova, è stata impostata con una strategia comune alle due tesi trattate costituita da una serie di applicazioni nelle quali sono stati impiegati i principi attivi ritenuti più idonei per ogni specifica fase del ciclo della coltura e della malattia (i prodotti impiegati e le epoche degli interventi sono elencati in tabella 4). I trattamenti, iniziati il 6 marzo (inizio ingrossamento gemme) sono proseguiti fino al 28 maggio (accrescimento frutti), coprendo tutto il periodo delle infezioni primarie. In tre diverse epoche (pre-fioritura, fine caduta petali ed accrescimento frutti), alla strategia comune, alle due tesi trattate, è stato aggiunto fosfonato di potassio o laminarina. Complessivamente, sono state effettuate 16 applicazioni ogni 3-8 giorni, con criterio epidemiologico. Dopo un marzo piuttosto secco, le frequenti precipitazioni della prima quindicina e dell'ultima decade di aprile hanno provocato l'insorgenza di alcune infezioni primarie. Nel seguito, alcuni importanti eventi piovosi, verificatisi in maggio, hanno accentuato la presenza della malattia con nuove infezioni primarie e diverse secondarie. Al momento dei rilievi (tabella 8), il testimone presentava sintomi su quasi il 60% delle foglie (4 giugno) ed oltre il 30% dei frutti (24 giugno). L'esame dei dati rilevati mostra un grado di controllo della malattia estremamente elevato per entrambe le tesi trattate sia sulle foglie che sui frutti. Anche in questo

caso, la sostituzione del fosfonato di potassio con la laminarina non ha modificato il risultato in termini di efficacia complessiva della strategia. Questo risultato, confermando quello della prova precedente, avvalorata ulteriormente la validità dell'impiego di laminarina in strategia. Le due strategie messe a confronto hanno evidenziato una completa selettività colturale, senza provocare sintomi di fitotossicità su foglie o frutti.

Tabella 8. Risultati della prova 2019 - Villafalletto (CN): diffusione di *V. inaequalis*

Tesi	Trattamento	Dose (L/ha)	Rilievo del 4/6		Rilievo del 24/6
			Foglie colpite (%)	Superficie colpita (%)	Frutti colpiti (%)
1	Testimone non trattato	-	58,1 a*	38,7 a	33,5 a
2	Strategia + Fosfonato di potassio (E, J, L)	1,9	1,4 (97,6)** b	0,1 (99,7) b	0 (100) b
3	Strategia + Laminarina (E, J, L)	1	0,5 (99,1) b	0,1 (99,7) b	0 (100) b

*Nella stessa colonna a lettere diverse corrispondono differenze statisticamente significative per $p \leq 0,05$ (test Tukey); **Il numero tra parentesi indica il grado di efficacia % (Abbott)
 Epoche, date d'applicazione e fasi BBCH - A: 6/3 (BBCH 01); B: 14/3 (07); C: 21/3 (10); D: 25/3 (55); E: 2/4 (59), F: 5/4 (61), G: 9/4 (61), H: 15/4 (65), I: 22/4 (67), J: 26/4 (69), K: 30/4 (69), L: 7/5 (71), M: 10/5 (71), N: 16/5 (71), O: 21/5 (71), P: 28/5 (72).

CONCLUSIONI

L'analisi dei risultati ottenuti nel biennio di prove ha permesso di confermare l'efficacia di Vacciplant (formulato a base di laminarina) nei confronti della ticchiolatura del melo. Il prodotto, anche quando impiegato da solo per l'intero ciclo dei trattamenti (utilizzo non razionale per un elicitore delle difese), ha evidenziato un discreto contenimento di *V. inaequalis* e dell'oidio del melo. Quando il prodotto è stato utilizzato (in modo più appropriato) all'interno di strategie di difesa, in alternativa ad altri prodotti (ad esempio, al fosfonato di potassio) o in miscela con molecole ad azione di contatto (dithianon) ha evidenziato interessanti risultati. In entrambe le prove di strategia, condotte nel 2019, è stato in grado di sostituire il fosfonato di potassio all'interno delle strategie di difesa impostate. Nella prova svolta nel 2018, Vacciplant ad entrambe le dosi saggiate, in associazione a dithianon, ha evidenziato un aumento del grado di controllo della ticchiolatura sulle foglie (fino a circa il 10%) rispetto alle tesi trattate con il solo dithianon. Alla dose maggiore (1 L/ha) ha inoltre consentito il controllo totale della malattia sui frutti. Gli effetti additivi sopra descritti rappresentano una reale possibilità di potenziamento delle strategie di difesa fino ad ora disponibili sia in ambito integrato che biologico.

LAVORI CITATI

- Bernardon-Méry A., Joubert J. M., Hoareau A., 2013. La laminarine contre la tavelure du pommier. *Phytoma*, 662, 28-31.
- Brunelli A., Fabbri M., Paganelli M., Venturi P., Vittone G., Bevilacqua A., 2019. Fosfonato di potassio, supporto contro la ticchiolatura del melo. *L'Informatore Agrario*, 14, 48-51.
- Pollini A., Ponti I., 2018. Avversità delle piante coltivate, Edizioni *L'Informatore Agrario*, Verona.