

LAMINARINA E ZOLFO NEL CONTENIMENTO DELL'OIDIO DEL MELO IN TRENTINO

M. MUCCI, A. WALDNER

Fondazione Edmund Mach, Centro Trasferimento Tecnologico, via E. Mach, 1
38098 - San Michele all'Adige (TN)
massimo.mucci@fmach.it

RIASSUNTO

Negli anni 2022 e 2023 è stata condotta in Trentino una sperimentazione di campo per valutare la laminarina, induttore di resistenza nelle piante, nel contenimento dell'oidio del melo. Le prove sono state realizzate in un meieto della cv Gala con un disegno sperimentale a blocchi randomizzati. La laminarina (Vacciplant[®]), applicata con un intervallo di tempo tra 7 e 10 giorni, è stata confrontata con zolfo (Thiopron[®]) e la sua miscela con zolfo. Tutte le tesi sono state confrontate tra loro e con una strategia di difesa standard basata su fungicidi di sintesi attualmente registrati su melo. In entrambi gli anni di prova, al rilievo finale, la tesi testimone non trattata mostrava la quasi totalità delle foglie colpite (>90%) con valori elevati di gravità (57% nel 2022, 78% nel 2023). La laminarina in miscela con zolfo, similmente alla tesi standard chimica, ha sempre garantito i migliori valori di efficacia (46% diffusione e 11% gravità nel 2022, 35% e 10% nel 2023). L'impiego in fitoiatria della laminarina quale induttore di resistenza, potrebbe contribuire a differenziare l'approccio alla difesa antioidica del melo. Sarà necessario raccogliere ulteriori evidenze sperimentali per ottimizzarne l'utilizzo in pieno campo.

Parole chiave: *Podosphaera leuotricha*, induttori di resistenza, Vacciplant, Thiopron

SUMMARY

EVALUATION OF LAMINARIN AND SULFUR IN THE CONTROL OF APPLE POWDERY MILDEW

Over 2022 and 2023, a field trial was carried out in Northern Italy (Trentino) to evaluate the activity of laminarin, a natural elicitor of the plant defense, against apple powdery mildew in an apple orchard cv Gala. The experiment design was a randomized block with five treatments; laminarin (Vacciplant[®]) with timing of 7-10 days, and sulfur (Thiopron[®]), both used alone, their tank mixture, a protection strategy based on synthetic fungicides and an untreated control. At the end of experiments, the untreated showed heavy damages on leaves by powdery mildew, with incidence values higher than 90% in both years and severity of 57% in 2022 and 78% in 2023, respectively. The mixture of laminarin and sulfur scored the highest protection results in a similar way to chemical products. Laminarin as elicitor in inducing resistance in plants could contribute to realize a different type of approach to crop protection. It will be necessary to acquire more evidence to better understand their utilization in the field.

Keywords: *Podosphaera leuhotricha*, elicitor plant defence, Vacciplant, Thiopron

INTRODUZIONE

Il Trentino a livello nazionale produce circa il 23% delle mele, quasi 5 milioni di q/anno, su una superficie di circa 10000 ettari (ISTAT 2022). Da ciò scaturisce l'importanza economica della coltivazione. Tra le malattie di origine fungina, la ticchiolatura, agente causale *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., rappresenta in assoluto la più temuta e contro di essa si concentrano i maggiori sforzi in termini di difesa.

Negli ultimi anni, in linea con quanto si registra anche in altre zone melicole vocate, sono stati segnalati numerosi casi di recrudescenza di attacchi di oidio anche piuttosto gravi. L'oidio del melo è causato dal fungo *Podosphaera leucotricha* (Ellis e Everh.) E.S. Salmon (anamorfo *Oidium farinosum* Cooke), un ascomicete biotrofo obbligato che infetta in modo preferenziale i getti terminali delle foglie, i nuovi germogli e può arrecare anche danni diretti ai frutti. I fattori predisponenti le infezioni sono numerosi a partire dall'aumento delle temperature, osservato soprattutto negli ultimi anni, e dalla concomitante riduzione delle piogge. La coltivazione di nuove varietà di melo tolleranti la ticchiolatura, spesso suscettibili agli attacchi di oidio, il ridimensionamento del portafoglio degli agrofarmaci disponibili rappresentano ulteriori elementi favorevoli (Strickland et al., 2021).

La difesa dall'oidio oggi si basa principalmente sull'adozione di adeguate pratiche colturali, a partire dalla scelta delle cultivar meno sensibili soprattutto nei siti dove sono più frequenti gli attacchi, e sull'utilizzo ragionato dei fitofarmaci autorizzati. Il controllo di tipo chimico contempla l'utilizzo di molecole di sintesi appartenenti a vari gruppi di fungicidi (DMI, QoI, SDHI). I trattamenti vengono in genere applicati a cadenza settimanale per l'intera durata del periodo di suscettibilità della pianta (a partire dalla fase di mazzetti affioranti fino al termine di crescita dei germogli).

Lo zolfo, utilizzabile anche in agricoltura biologica, rappresenta la soluzione più datata ed efficace che però soffre limiti di applicazione soprattutto nelle fasi più calde della stagione (oltre i 30°C circa), quando può causare fenomeni di fitotossicità.

Gli induttori di resistenza rappresentano una famiglia di sostanze capaci di stimolare o rinforzare il meccanismo di difesa normalmente presente nelle piante. A questo gruppo appartiene la laminarina, un polisaccaride del glucosio (β -glucano) che è presente esclusivamente nelle alghe marine brune (*Laminaria digitata*). La sua struttura, simile ai prodotti di degradazione della parete cellulare fungina, può dare avvio ad una cascata di segnali molecolari interpretati dalla pianta come pericolo di attacco da parte di un organismo patogeno (Vera et al., 2011). Attualmente la laminarina è distribuita a nome Vacciplant[®] da UPL Italia e viene impiegata per la protezione delle piante da vari agenti patogeni (Aziz et al., 2003; Romanazzi et al., 2016; Pugliese et al., 2018). Nonostante i progressi compiuti e la corposa bibliografia in merito, non si conosce ancora come sfruttare il vero potenziale di questa categoria di prodotti e si procede, dal punto di vista applicativo in campo, in maniera ancora piuttosto empirica. Il tipo di cultivar e altri fattori di tipo ambientale influenzano pesantemente la risposta di efficacia. Il livello di protezione raggiunto utilizzando solo gli elicitori di resistenza è in genere di tipo parziale e inferiore ai risultati ottenuti con i fungicidi di tipo tradizionale (Walters et al., 2013).

La presente nota riporta i primi risultati ottenuti nel contenimento delle infezioni di oidio del melo con la laminarina, impiegata da sola e in miscela con zolfo.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione è stata allestita nel 2022 e 2023 a Mezzocorona (TN), località Piovi, in un meleto cultivar Gala, di 18 anni, rappresentativo della zona e allevato a “super-spindle”, con sesto d’impianto di 3,5 x 0,8 m, interessato, per giacitura ed esposizione, da frequenti attacchi di oidio. È stato realizzato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati per il confronto tra cinque tesi, ciascuna con quattro repliche di venti piante. Scopo delle prove era di valutare l’efficacia antioidica di Vacciplant (p.a. laminarina, 45 g/L) e Thiopron (p.a. zolfo, 825 g/L), utilizzati separatamente in modalità esclusiva e nella loro miscela estemporanea. Un’altra tesi veniva protetta con l’utilizzo di fungicidi di sintesi a differente meccanismo d’azione come da normale pratica agricola ed infine l’ultima tesi rappresentava il testimone non trattato (tabella 1). La prova è stata ripetuta il secondo anno in una area diversa del meleto adottando lo stesso protocollo di studio e riproducendo il disegno sperimentale con una diversa randomizzazione delle parcelle. Considerata la varietà di melo molto suscettibile e la pressione spesso elevata della malattia, tutte le applicazioni erano ripetute ogni 7-10 giorni. I dati meteo sono stati registrati da una capannina posizionata in prossimità del sito di prova. Prima di avviare la prova, su tutta l’area interessata dallo studio, testimone incluso, sono stati rimossi manualmente i germogli con sintomi di infezioni primarie (EPPO 1999). I trattamenti, eseguiti in numero di nove per ciascuna tesi, erano eseguiti con un atomizzatore per frutteto di tipo trainato con cinque serbatoi indipendenti, con un volume d’acqua di 500 L/ha.

Sono state valutate le seguenti variabili; a) la frequenza di foglie colpite da infezioni secondarie di oidio (duecento foglie per replica), b) la percentuale di superficie fogliare infetta per ottenere l’indice di McKinney o gravità media ponderata (McKinney, 1923). Su quest’ultimo parametro si è impostato il calcolo dell’AUDPC ovvero l’area sottesa dalla curva di progressione della malattia (Fry, 1978; Jeger e Viljanen-Rollinson, 2001). È stata monitorata inoltre la comparsa di eventuali sintomi di fitotossicità imputabile ai trattamenti. Tutti i dati raccolti, trasformati quando necessario, sono stati sottoposti all’analisi della varianza (ANOVA) e al successivo test di Tukey per la separazione delle medie.

Tutte le pratiche agronomiche e i trattamenti di mantenimento in campo sono stati eseguiti dall’agricoltore evitando l’uso di agrofarmaci con potenziali effetti antioidici.

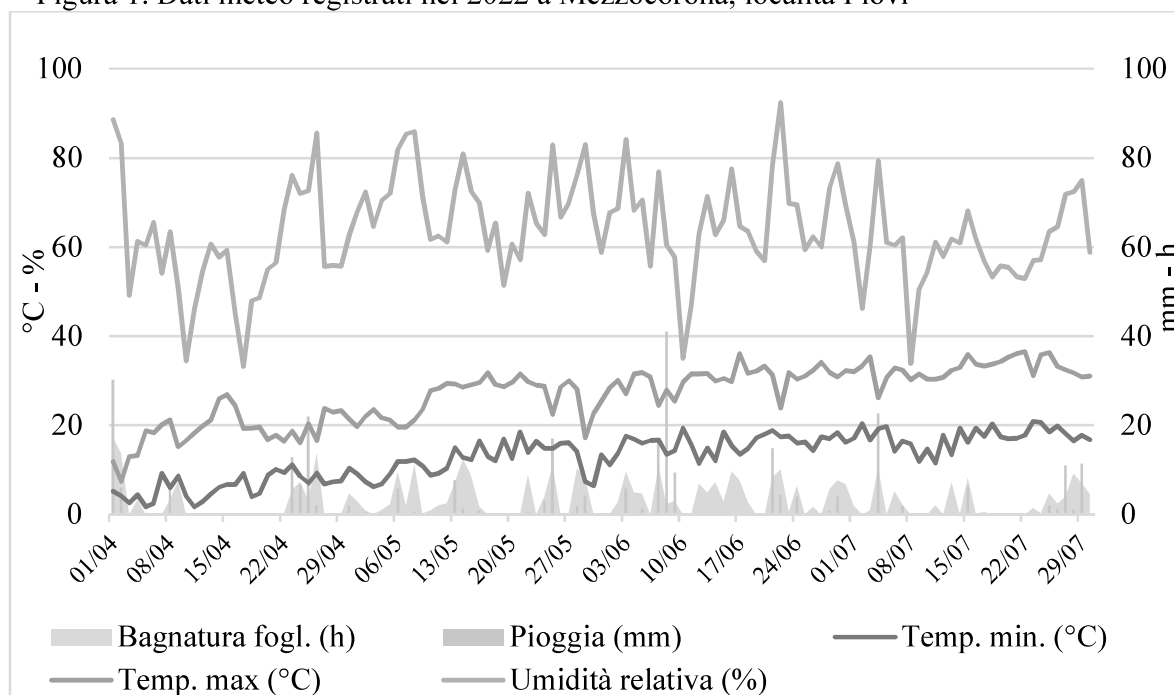
Tabella 1. Principali caratteristiche dei fungicidi confrontati in campo nei due anni di prova

Formulato	Sostanza attiva	Form.	Conc. s. a. (g/L)	Dose form. (L/ha)
Vacciplant	Laminarina	SL	45	1
Thiopron	Zolfo	SC	825	4
Nimrod 250 EW	Bupirimate	EW	250	0,9
Cidely	Cyflufenamid	EW	51,3	0,5
Topas 10 EC	Penconazolo	EC	100	0,5

RISULTATI

Nel 2022 la prova è stata interessata da importanti eventi piovosi a partire da fine aprile, con bagnature anche prolungate che continuavano con una certa regolarità anche nei mesi di maggio e giugno. Le temperature rientravano nella media stagionale (figura 1).

Figura 1. Dati meteo registrati nel 2022 a Mezzocorona, località Piovi



Le piante non trattate, a partire dal primo rilievo (10 maggio), hanno mostrato una percentuale di foglie colpite pari a 80% con una gravità media del 33%. Nel successivo rilievo del 30 maggio i valori registrati salivano al 91% di frequenza e 56% di gravità rimanendo pressoché invariati sino al termine della prova (28 giugno). Confrontate con il testimone, tutte le tesi trattate hanno contenuto la malattia, la tesi standard ha fatto registrare comunque sempre i risultati migliori. Durante l'ultimo rilievo la diffusione sulle foglie era simile per le tesi trattate con zolfo, laminarina e la loro miscela e i valori in quest'ultimo caso erano 46% di diffusione e 11% di gravità. La tesi di riferimento chimica faceva registrare 39% di diffusione e 9% di gravità.

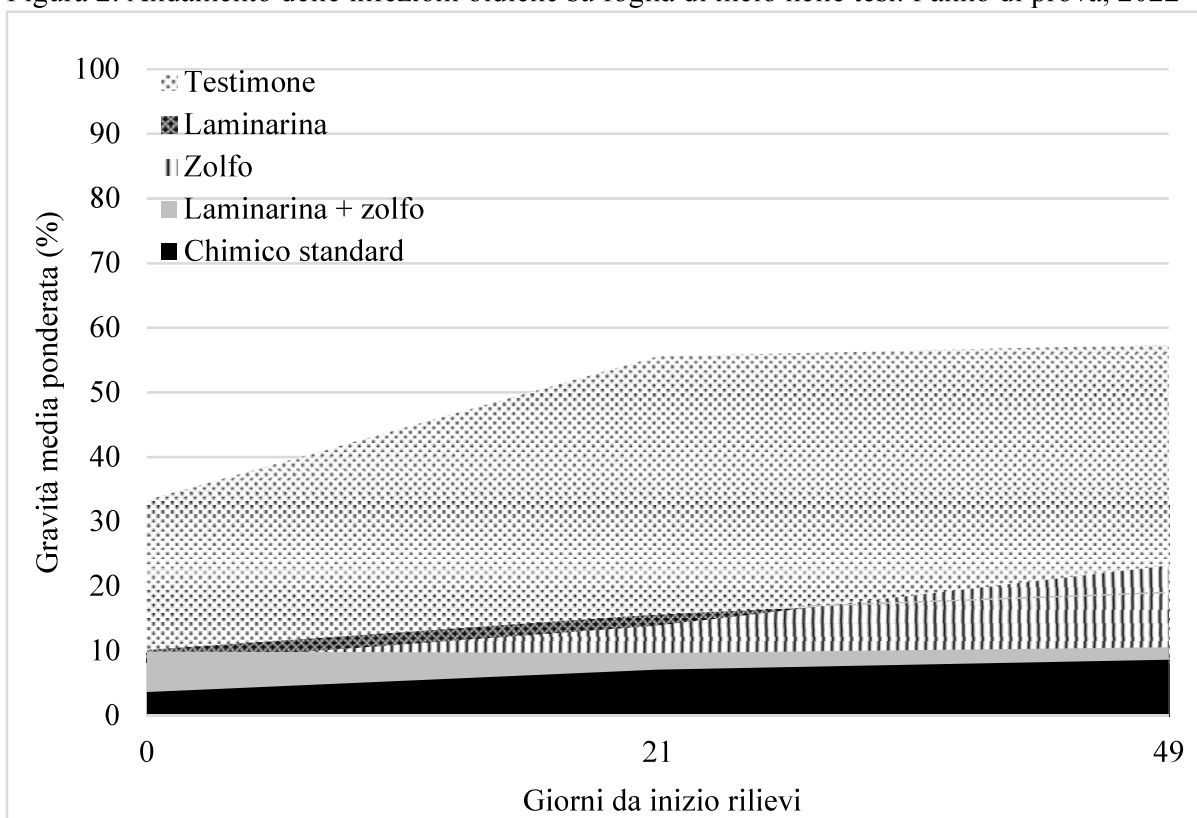
Tutti i valori di AUDPC delle tesi trattate erano simili tra loro con un range variabile da 332 (tesi chimica standard) a 759 (laminarina) e significativamente inferiori al valore del testimone non trattato pari a 2514 (tabella 2, figura 2).

Tabella 2. I anno di prova, 2022: valori di infezione di oidio su foglia

Tesi Formulato	Dose g o mL/ha	10/5		30/5		28/6		AUDPC (valore)
		Diffusione (%)	Indice McKinney	Diffusione (%)	Indice McKinney	Diffusione (%)	Indice McKinney	
Testimone non trattato	-	79,9 a*	33,3 a	91,3 a	55,6 a	93,3 a	57,4 a	2514,1 a
Vacciplant	1000	33,4 b	10,1 b	45 b	15,6 b	58,8 b	19,2 bc	758,5 b
Thiopron	4000	28 bc	9,9 b	42 bc	13,9 b	49,8 bc	23,2 b	750,5 b
Vacciplant + Thiopron	1000 + 4000	29,3 bc	8,0 b	34,3 bc	9,8 b	46,1 bc	10,6 bc	489,1 b
Standard chimico (A+B+C)**	900 + 500 + 500	14,5 c	3,6 b	14,5 c	7,1 b	38,5 c	8,6 c	331,9 b

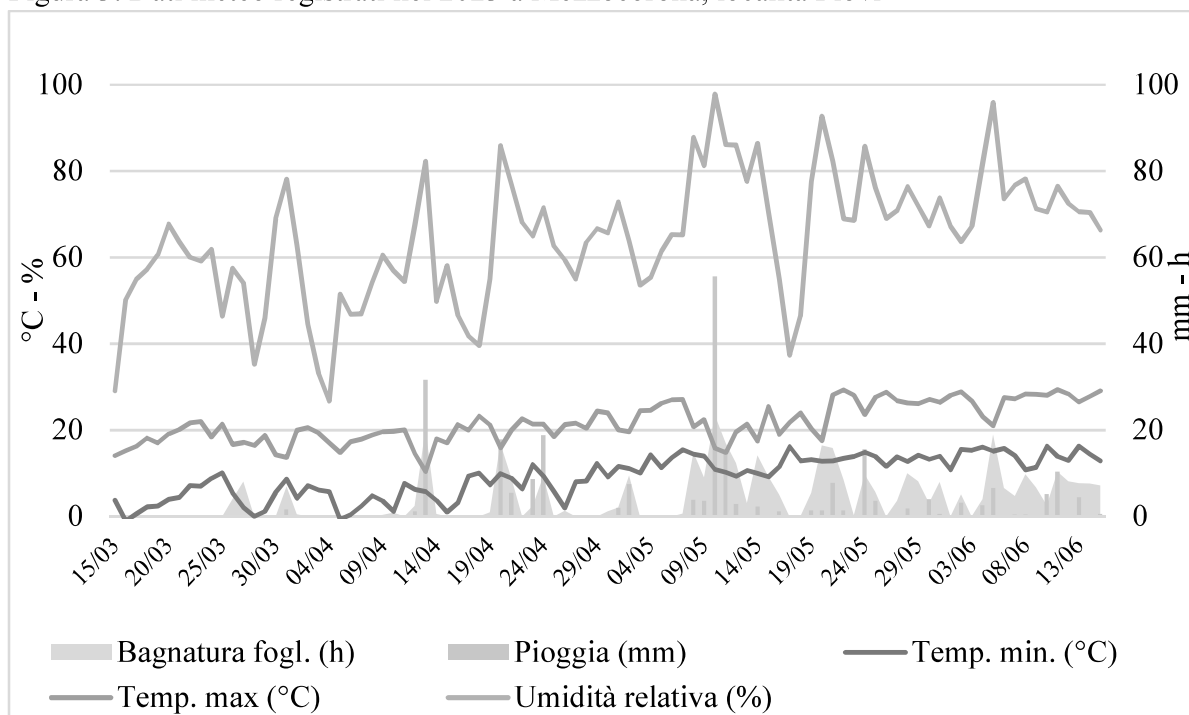
Date trattamenti; 14-25/4; 4-11-17-24-31/5; 6-13/6; **A= .4 trattamenti Nimrod 250 EW, B= 2 tratt. Cidely, C= 3 tratt. Topas 10 EC; *Valori della stessa colonna seguiti da lettere differenti sono significativamente diversi. Tukey's HSD, $p < 0,05$

Figura 2. Andamento delle infezioni oidiche su foglia di melo nelle tesi. I anno di prova, 2022



Nel 2023 il periodo di prova è stato caratterizzato da una primavera molto piovosa con temperature nella media stagionale (figura 3).

Figura 3. Dati meteo registrati nel 2023 a Mezzocorona, località Piovi



Durante il primo rilievo (5 maggio), i sintomi sul testimone erano presenti su circa il 76% delle foglie osservate con un valore di gravità media del 47%. Tutte le tesi si differenziavano dal testimone non trattato e la tesi standard registrava i livelli di protezione migliori (23% diffusione e 4% gravità).

All'ultimo rilievo, 16 giugno, la malattia era presente sulla quasi totalità delle foglie del testimone con una gravità media del 78%. Tutte le tesi facevano registrare un significativo contenimento delle infezioni (tabella 3).

La laminarina da sola non ha consentito di ottenere risultati soddisfacenti (75% diffusione, 41% gravità) ma quando in miscela con lo zolfo i valori miglioravano sensibilmente (35% diffusione, 10% gravità), ponendosi a metà strada tra quelli registrati dallo zolfo da solo (42% diffusione, 13% gravità) e quelli della tesi chimica standard, in assoluto la più efficace (31% diffusione, 8% gravità).

Il valore AUDPC nel testimone non trattato era pari a 2928. Significativamente più basso era il valore di 335 della tesi chimica standard, simile a 231 della tesi laminarina+zolfo e a 596 della tesi a base di zolfo (tabella 2, figura 4).

In entrambe le annate non sono mai stati osservati sintomi di fitotossicità a seguito dei trattamenti.

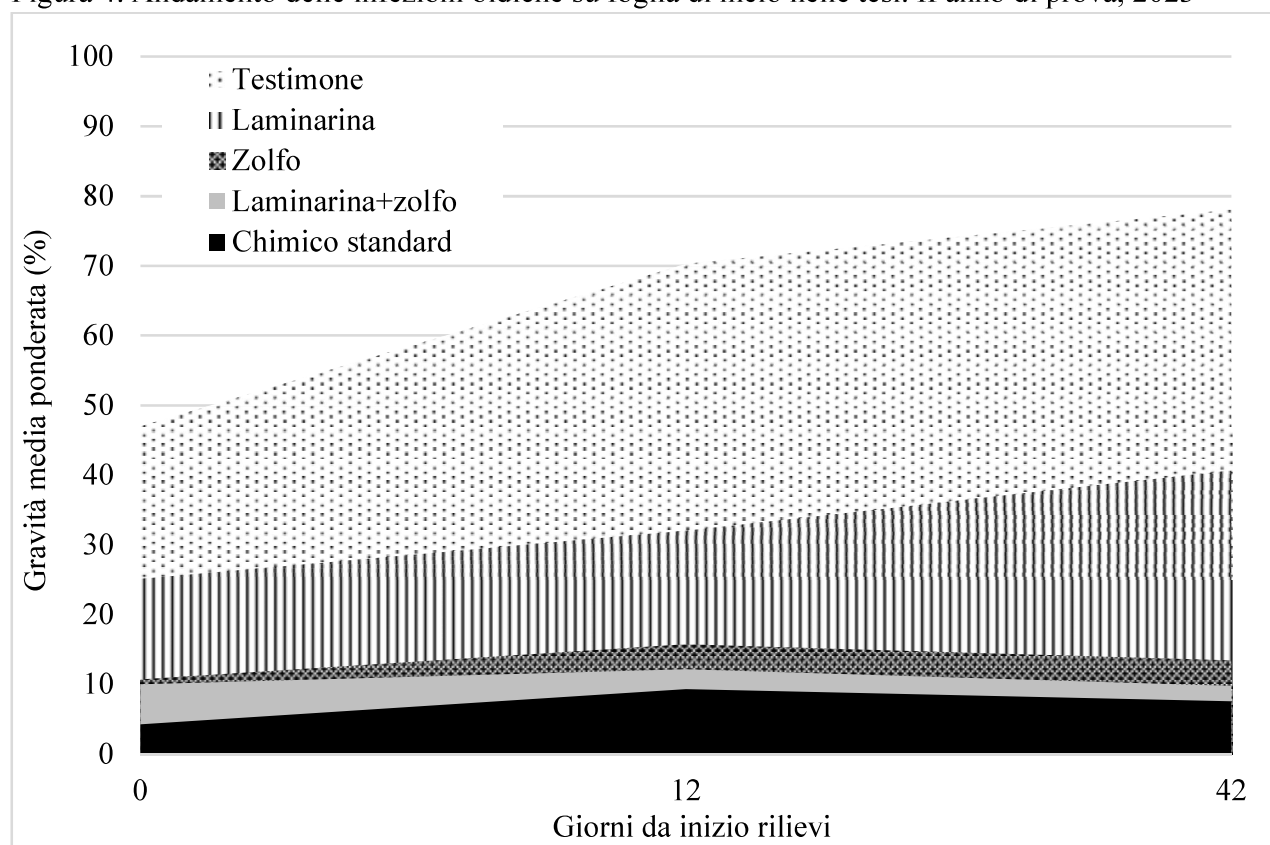
Tabella 3. Il anno di prova, 2023: valori di infezione di oidio su foglia

Tesi Formulato	Dose mL/ha	05/5		17/5		16/6		AUDPC (valore)
		Diffusione (%)	Indice McKinney	Diffusione (%)	Indice McKinney	Diffusione (%)	Indice McKinney	
Testimone non trattato	-	76 a*	47 a	89,5 a	70,2 a	95,1 a	78,1 a	2928,1 a
Vacciplant	1000	53,6 b	25,1 b	58,3 b	32 b	74,6 b	40,7 b	1434,1 b
Thiopron	4000	38,9 bc	10,7 c	43 c	15,7 c	42,3 c	13,4 c	596,1 c
Vacciplant + Thiopron	1000 + 4000	34 cd	10 c	36,4 c	12,2 c	35,4 d	9,8 c	462,0 c
Standard chimico (A+B+C)**	900 + 500 + 500	23,4 d	4,2 c	32,6 c	9,3 c	31,1 d	7,6 c	334,7 c

Date trattamenti; 21-31/3; 10-22/4; 3-13-23-31/5; 8/6; **A= 4 trattamenti Nimrod 250 EW, B= 2 tratt.

Cidely, C= 3 tratt. Topas 10 EC; *Valori della stessa colonna seguiti da lettere differenti sono significativamente diversi. Tukey's HSD, p<0,05

Figura 4. Andamento delle infezioni oidiche su foglia di melo nelle tesi. Il anno di prova, 2023



CONCLUSIONI

La strategia di difesa chimica convenzionale e l'impiego dello zolfo hanno confermato ciò che già si conosce in termini di valida efficacia antioidica anche in condizioni di pressione elevata di malattia. La laminarina impiegata da sola per l'intera stagione, non può garantire una soluzione pienamente soddisfacente. Ciò potrebbe limitarne la trasferibilità in campo nonostante i potenziali vantaggi e l'uso consentito in agricoltura biologica. L'utilizzo della miscela laminarina e zolfo, in base alle evidenze raccolte durante le prove sperimentali, si è dimostrato uno strumento efficace nel contenere le infezioni secondarie di oidio del melo, al pari della strategia chimica standard di riferimento. Se si considera l'attivazione da parte della laminarina delle difese sistemiche della pianta e l'attività più propriamente di copertura tipica dello zolfo, ciò potrebbe suggerire una modalità di utilizzo preferenziale da estendere anche a linee di difesa di tipo integrato. Tale impostazione potrebbe rivelarsi utile anche per la gestione dell'insorgenza di fenomeni di resistenza. Ulteriori esperienze sperimentali saranno fondamentali al fine di valutare la risposta in base alle differenti cultivar di melo e alle modifiche dei protocolli applicativi di campo (es. momento, frequenza e dosaggio dei prodotti) e garantire comunque accettabili livelli di efficacia a costi ragionevoli.

LAVORI CITATI

- Aziz A., Poinssot B., Daire X., Adrian M., Bézier A., Lambert B., Joubert J.M., Pugin A., 2003. Laminarin elicits defense responses in grapevine and induces protection against *Botrytis cinerea* and *Plasmopara viticola*. *Mol Plant Microbe Interact*, 16, 12, 1118-28.
- EPPO, 1999. Guideline 'Podosphaera leucotricha' (PP 1/69(3)). In: Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products, Vol. 2, Fungicides and bactericides, 97-99.
- Fry W.E., 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology*, 68, 1650-1655.
- Jeger M.J., Viljanen-Rollinson S.L.H., 2001. The use of the area under the disease progress curve (AUDPC) to assess quantitative disease resistance in crop cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 102, 32-36.
- McKinney H., 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *J. Agric. Res.*, 26, 195-218.
- Pugliese M., Monchiero M., Gullino M., Garibaldi A., 2018. Application of laminarin and calcium oxide for the control of grape powdery mildew on *Vitis vinifera* cv. Moscato. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125, 1-6.
- Romanazzi G., Mancini V., Feliziani E., Servili A., Endeshaw S., Neri D., 2016. Impact of alternative fungicides on grape downy mildew control and vine growth and development. *Plant Disease*, 100, 739-748.
- Strickland D., Hodge K., Cox K., 2021. An Examination of Apple Powdery Mildew and the Biology of *Podosphaera leucotricha* (Ellis e Everh.) E. S. Salmon from Past to Present. *Plant Health Progress*, 22, 421-432.
- Vera J., Castro J., Gonzalez A., Moenne A., 2011. Seaweed polysaccharides and derived oligosaccharides stimulate defense responses and protection against pathogens in plants. *Marine Drugs*, 9, 12, 2514-2525.
- Walters D., Ratsep J., Havis N., 2013. Controlling crop diseases using induced resistance: challenges for the future. *Journal of Experimental Botany*, 64, 5, 1263-1280.