

VERIFICA DELL'EFFICACIA ESTINTIVA DI TRATTAMENTI AUTUNNALI E INVERNALI NEI CONFRONTI DELLE ASCOSPORE DI *VENTURIA INAEQUALIS*

R. CORNALE¹, R. FERRARI¹, M. PRANDINI¹, L. ANTONIACCI², R. BUGIANI²,

¹ Centro Agricoltura Ambiente CdS, - Via Sant'Agata 835, 40014 Crevalcore (Bologna)

² Servizio Fitosanitario - Regione Emilia-Romagna - Via A. da Formigine, 3, 40129

riccardo.bugiani@regione.emilia-romagna.it

loredana.antoniacci@regione.emilia-romagna.it

RIASSUNTO

Nel 2017 e 2018 sono state effettuate due prove sperimentali con lo scopo di valutare l'efficacia di alcuni prodotti a basso impatto ambientale nel diminuire l'inoculo della ticchiolatura in campi di melo colpiti dalla malattia nell'anno precedente. Sono stati saggiati prodotti a base di ipoclorito di potassio, urea zootecnica e un formulato a base di *Bacillus* spp., applicati in due momenti: a caduta foglie e prima della ripresa vegetativa. La valutazione dell'efficacia dei trattamenti è stata effettuata nella primavera successiva, sulla base di incidenza e gravità sulle foglie delle prime due infezioni ascosporiche. La prova ha evidenziato, in entrambe le annate, risultati migliori da parte di ipoclorito di potassio (Verdenora) rispetto agli altri formulati a confronto. I risultati sono da considerarsi buoni in quanto tutte le applicazioni consentono una riduzione del potenziale di inoculo.

Parole chiave: lettiera fogliare, urea, ipoclorito di potassio, *Bacillus* spp.

SUMMARY

EFFICACY EVALUATION OF AUTUMN AND WINTER TREATMENTS ON PRIMARY APPLE SCAB INFECTIONS OF *VENTURIA INAEQUALIS*

In 2017 and 2018 two field trials were carried out with the aim of evaluating the efficacy of some products, with low environmental impact, in reducing the inoculum of *V. inaequalis* on apple. Products based on potassium hypochlorite, zootechnical urea and *Bacillus* spp. were applied on the leaf litter after the leaf-fall and before bud-break. The efficacy was evaluated by assessing incidence and severity of the first two scab ascospore infections in the spring. The study showed that potassium hypochlorite (Verdenora) proved to have efficacy higher than the other formulations, in both years. The study showed good results because all the treatments reduced the inoculation potential.

Keywords: leaf litter treatments, potassium hypochlorite, urea, *Bacillus* spp.

INTRODUZIONE

La ticchiolatura è la più grave e diffusa avversità fungina del melo, in grado di causare danni rilevanti, nel caso in cui non vengano attuate idonee misure di controllo. Il fungo responsabile vive esclusivamente allo stato parassitario e compie il suo ciclo di sviluppo alternando una forma sessuata (*Venturia inaequalis*) ad una asessuata (*Spilocaea pomi* = *Fusicladium dendriticum*). La forma sessuata si differenzia all'interno dei tessuti dell'ospite quando le condizioni ambientali diventano sfavorevoli, consentendo al patogeno di perpetuarsi durante i mesi invernali.

Nelle condizioni climatiche dell'Emilia-Romagna le infezioni primarie sono causate in primavera dalle ascospore di *V. inaequalis*, che si liberano dai residui di foglie e frutti infetti caduti al suolo durante il periodo autunno – invernale. Con le piogge primaverili le ascospore vengono trasportate dagli schizzi d'acqua e dalle correnti d'aria sui tessuti verdi suscettibili del melo dove, in presenza di condizioni climatiche favorevoli, iniziano a germinare penetrando per

via cuticolare negli spazi intercellulari, dando origine, dopo un periodo di incubazione variabile in funzione della temperatura, ai primi sintomi.

Le strategie di difesa sono rivolte pertanto al controllo delle infezioni primarie ascosporiche e prendono avvio alla ripresa vegetativa dalla fase fenologica di "punte verdi". In seguito, se nel frutteto non vengono rilevati sintomi della malattia, i trattamenti vengono sospesi dopo la fase di "frutto noce", quando i frutti non sono più suscettibili alle infezioni primarie. Il potenziale di inoculo svernante del fungo gioca un ruolo importante nel determinare la gravità delle infezioni in primavera. In passato, sono stati avviati studi per validare tecniche in grado di ridurre il potenziale di inoculo di *V. inaequalis* svernante sulla lettiera fogliare. Le tecniche impiegate prevedevano l'asportazione della lettiera fogliare, la triturazione delle foglie o l'applicazione di urea al terreno al fine di accelerare la degradazione delle foglie da parte della microflora e della microfauna edafica. Secondo diversi autori, questi tipi di interventi, eseguiti in autunno e in primavera prima della ripresa vegetativa, portavano a ridurre il potenziale di inoculo ascosporico mediamente del 50 - 70% (MacHardy et al. 2001; Sutton et al. 2000), del 30% (Mescka e Bielenin, 2002) e dell'80% (Mitre et al., 2012).

Il presente studio, eseguito negli anni 2017-2019, ha avuto lo scopo di confrontare l'efficacia estintiva dell'applicazione alla lettiera fogliare di urea, ipoclorito di potassio e un formulato a base di *Bacillus* spp.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state realizzate in Emilia-Romagna in 2 meleti della cv. Stayman allevati a palmetta irregolare, colpiti dal fungo durante l'annata precedente. La prova è stata realizzata in tesi (200 m²) con 4 ripetizioni contenenti 4 piante ognuna.

Sono stati effettuati due interventi: il primo a completa caduta delle foglie (in novembre-dicembre) e il secondo prima della ripresa vegetativa (primi giorni di marzo della primavera successiva), all'innalzamento della temperatura (Fig.1 e 2). I trattamenti sono stati direzionati sulla lettiera fogliare (tra le file e sotto la fila). I trattamenti sono stati effettuati con motopompa Subaru dotata di barra irroratrice per bagnare uniformemente il terreno, con un volume di irrorazione di 500 L/ha.

I prodotti messi a confronto nella prova possiedono diverse modalità di azione:

- Verdenora (acqua elettrolizzata): contiene ipoclorito di potassio che distrugge le spore svernanti di *V. inaequalis*.
- Urea zootecnica: facilita la degradazione delle foglie prima della ripresa vegetativa, eliminando quindi anche le spore svernanti del fungo presenti nella lettiera.
- Bactim soil (*Bacillus* spp.): ammendante del suolo le cui colonie batteriche di *B. subtilis* e *B. licheniformis* accelerano i processi di decomposizione dei residui colturali.

Alla ripresa vegetativa, al fine di valutare la diminuzione del potenziale d'inoculo della ticchiolatura, non sono stati effettuati trattamenti specifici contro la malattia sulle prime due piogge considerate infettanti. Solamente dalle piogge successive (e potenziali infezioni) sono iniziati i trattamenti specifici contro il fungo.

Al fine di valutare l'efficacia degli interventi invernali, nella primavera successiva sono state rilevate incidenza e gravità della malattia per le prime due infezioni ascosporiche. Sono stati effettuati 3 rilievi su foglie in prefioritura, fioritura e alla fine della fase d'infezione primaria.

I rilievi sono stati effettuati controllando 100 foglie per ciascuna ripetizione.

Il confronto tra le percentuali sia di foglie colpite che di superfici fogliari colpite è stato effettuato eseguendo una Anova a una via, seguita dal test di SNK ($p < 0,05$). I dati sono stati

preventivamente trasformati in Arcsen (RadQ (n/100) per soddisfare l'omogeneità della varianza. Infine, è stata calcolata l'efficacia media delle diverse tesi (formula di Abbott). In tabella 1 e 2 sono riportati i prodotti utilizzati nella prova nei 2 anni.

Tabella 1. Prodotti impiegati nei due anni di prova

Prodotti impiegati	Principio attivo	Conc.	Unità	Fase BBCH
Verdenora	Ipoclorito di potassio	4	g/L	97 01
Urea	Urea	46	%	97 01
Bactim soil	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus licheniformis</i>	2,5 x 10 ⁸	Cfu /mL	97 01

Figura 1. Andamento climatico inverno 2017-18

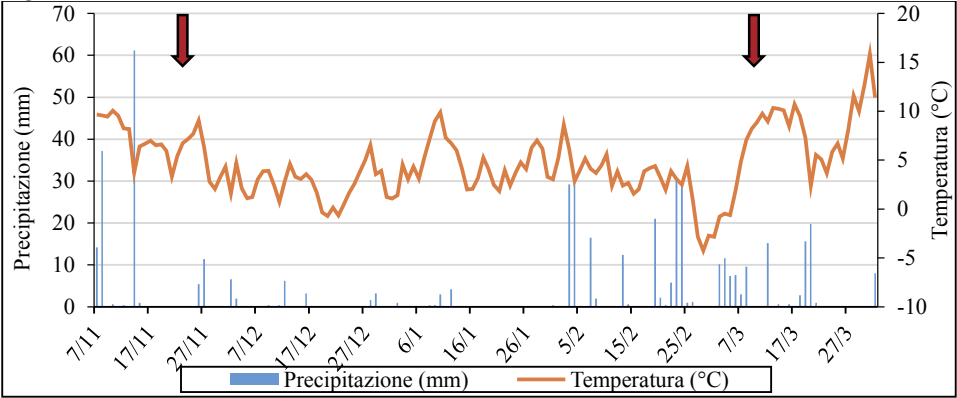
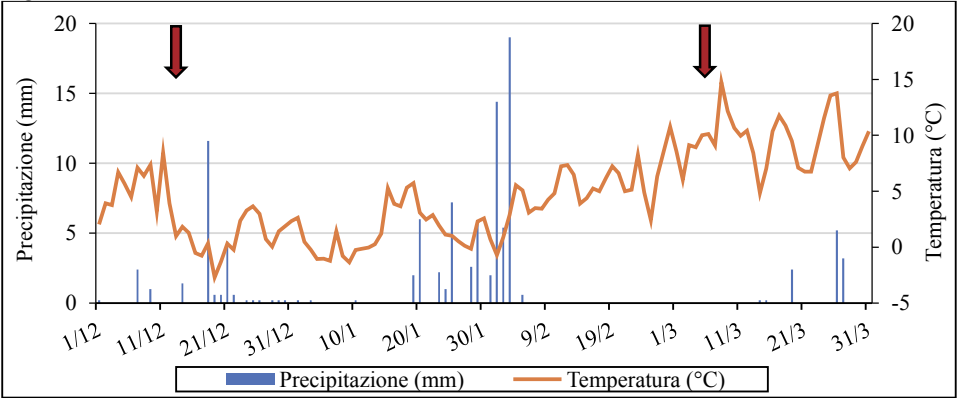


Figura 2. Andamento climatico inverno 2018-19



RISULTATI E DISCUSSIONE

Prova anno 2017-18

I trattamenti sono stati eseguiti il 23/11/2017 e il 9/3/2018. I rilievi sono stati effettuati il 24/4/2018, 3/5/2018 e 7/5/2018 e i risultati sono riportati in tabella 2. La 1° pioggia infettante

si è registrata il 4/4 e l'incubazione è terminata il 21/4. La 2° si è verificata il 10/4 e l'incubazione è terminata il 27/4.

Al primo campionamento la percentuale di foglie colpite nel testimone ha raggiunto il 12 %, mentre in tutte le altre tesi non ha superato il 3%. Per quanto riguarda la percentuale di superficie fogliare colpita, il testimone ha evidenziato il 4,4%, mentre le altre tesi hanno evidenziato superfici colpite variabili tra lo 0,7 e il 2,1%.

Nel rilievo successivo è stato osservato, in tutte le tesi, sia un aumento della percentuale di foglie colpite che della percentuale di superficie fogliare colpita. Il testimone, infatti, ha raggiunto il 35% di foglie colpite, mentre i valori riscontrati nelle altre tesi hanno oscillato tra il 9 e il 17%. Sempre nel testimone, la percentuale di superficie fogliare colpita ha raggiunto il 13,2% mentre nelle altre tesi i valori osservati erano compresi tra 4,5 e 5,8%.

Nel campionamento finale (7/5/2018), nel testimone, la percentuale di foglie colpite (incidenza) ha raggiunto l'89%. Tra le altre tesi, quella trattata con *Bacillus* spp. alla dose di 1 L/ha, ha fatto rilevare il 74% di foglie colpite. La tesi trattata sempre con *Bacillus* spp., ma alla dose di 1,5 L/ha, ha evidenziato il 59% di foglie colpite. La tesi trattata con Verdenora ha fatto registrare il 31% di foglie colpite. Infine, la tesi trattata con urea ha evidenziato il 37% di foglie colpite.

L'elaborazione statistica dei dati rilevati nell'ultimo campionamento ha evidenziato differenze significative tra il testimone e le altre tesi a confronto. Tra i prodotti a confronto, Verdenora ha evidenziato un attacco inferiore rispetto alle altre tesi, ma senza differenze significative rispetto alla tesi trattata con urea. La tesi trattata con *Bacillus* spp. alla dose 1,5 L/ha ha evidenziato risultati intermedi tra la tesi con urea e la tesi con *Bacillus* spp. alla dose 1 L/ha. Considerando la percentuale di superficie fogliare colpita (severità), nel campionamento finale il testimone ha raggiunto il 13,5 %. Tra le altre tesi, quella trattata con *Bacillus* spp. alla dose di 1 L/ha, ha fatto rilevare il 6,2 %, mentre alla dose di 1,5 L/ha, ha evidenziato il 5,6%. La tesi trattata con Verdenora ha fatto registrare il 5,1%, mentre infine quella trattata con urea ha evidenziato il 5,2% di superficie fogliare colpita.

L'elaborazione statistica dei dati relativi alla superficie fogliare colpita ha evidenziato differenze significative tra il testimone e le tesi trattate, ma non tra i diversi prodotti impiegati.

Le tesi trattate con Verdenora e urea hanno mostrato i maggiori valori di efficacia sia nel ridurre l'incidenza di ticchiolatura, con rispettivamente 62,9% e 55,6%, che nel ridurre la gravità della malattia, con rispettivamente 61,8% e 61,3% (tabella 2).

Tabella 2. Percentuale di foglie colpite nei rilievi eseguiti nella primavera 2018

Prodotti dosi	24/4		3/5		7/5	
	% foglie colpite	% superficie fogliare colpita	% foglie colpite	% superficie fogliare colpita	% foglie colpite	% superficie fogliare colpita
Testimone	12,0 a ⁽¹⁾	4,4 a	35,0 a	13,2 a	89,0 a	13,5 a
Verdenora 50 L/ha	2,0 b	1,5 a	9,0 b	4,9 b	31,0 d (62,9)	5,1 b (61,8)
Urea 25 kg/ha	2,0 b	0,7 a	13,0 b	4,5 b	37,0 d (55,6)	5,2 b (61,3)
<i>Bacillus</i> spp. 1,5 L/ha	2,0 b	1,5 a	11,0 b	5,2 b	59,0 c (33,4)	5,6 b (57,8)
<i>Bacillus</i> spp. 1 L/ha	3,0 b	2,1 a	17,0 b	5,8 b	74,0 b (16,9)	6,2 b (53,4)

⁽¹⁾A lettere differenti nella stessa colonna corrisponde una differenza statisticamente significativa (p≤0,05), Test SNK. In parentesi l'efficacia calcolata secondo Abbott

Date di applicazione: 23/11/2017 e 9/3/2018

Prova anno 2018-19

I trattamenti sono stati eseguiti il 14/12/2018 e il 6/3/2019. I rilievi sono stati effettuati il 26/4/2019 e il 16/5/2019 e i risultati sono riportati in tabella 3. La 1° pioggia infettante si è registrata il 5/4 e l'incubazione è terminata il 24/4. La 2° si è verificata il 12/4 e l'incubazione è terminata il 29/4.

Al primo campionamento la percentuale di foglie colpite nel testimone ha raggiunto il 20,8 %, mentre in tutte le altre tesi ha oscillato tra il 2,75 % del *Bacillus* spp. a 1,5 L/ha e il 9,50 % dell'urea, con l'unica eccezione delle tesi Verdenora 10 % e Verdenora 20 % dove non sono state osservate foglie colpite. Per quanto riguarda la percentuale di superficie fogliare colpita, il testimone ha evidenziato l'1,09 %, mentre le altre tesi hanno evidenziato superfici colpite variabili tra lo 0,17 % e lo 0,57 %.

Nel campionamento finale (16/5/2019), nel testimone, la percentuale di foglie colpite (incidenza) ha raggiunto il 32,5 %. Tra le altre tesi, quella trattata con urea, ha fatto rilevare il 23% di foglie colpite. La tesi trattata con *Bacillus* spp., alla dose di 1 L/ha, ha evidenziato il 21,7 % di foglie colpite, mentre quella trattata alla dose di 1,5 L/ha ha fornito un dato del 20%. La tesi trattata con Verdenora 20% ha fatto registrare il 18 % di foglie colpite, mentre quella trattata con Verdenora 10% ha fatto registrare il 16,5 % di foglie colpite (Tabella 3). L'analisi statistica ha evidenziato differenze significative tra il testimone e tutte le altre tesi trattate. Non sono emerse invece differenze significative tra i prodotti impiegati.

Considerando la percentuale di superficie fogliare colpita (severità), nel campionamento finale il testimone ha raggiunto l'8,3 %. Tra le altre tesi, quella trattata con *Bacillus* spp. alla dose di 1 L/ha, ha fatto rilevare l'8,2 %, mentre alla dose di 1,5 L/ha, ha evidenziato il 5,92%. La tesi trattata con urea ha raggiunto il 7,23 % di foglie colpite, mentre il Verdenora 20% ha fatto registrare il 5,24%. Infine, il Verdenora 10% ha evidenziato il 4,40 % di superficie fogliare colpita.

L'elaborazione statistica dei dati relativi alla superficie fogliare colpita ha evidenziato differenze significative tra il testimone e le tesi trattate, ma non tra i diversi prodotti impiegati.

Per quanto riguarda l'efficacia dei prodotti impiegati nel contenere la percentuale di foglie colpite (incidenza), le tesi trattate con Verdenora, ad entrambe le concentrazioni, hanno evidenziato i risultati migliori, superiori al 40%. Le altre tesi, invece, hanno mostrato risultati di efficacia compresi tra il 27% e 35%. Considerando l'efficacia nel contenere la percentuale di superficie fogliare colpita (gravità), la tesi trattata con Verdenora al 10% ha evidenziato un risultato del 41,1%. Tra le altre tesi, Verdenora al 20% e *Bacillus* spp. alla dose di 1,5 L/ha hanno mostrato valori di efficacia compresi tra il 16 e il 26%. Infine, le tesi trattate con Urea e *Bacillus* spp. alla dose di 1 L/ha hanno fornito valori di efficacia inferiori al 5%.

Tabella 3. Percentuali di foglie colpite e di superficie fogliare colpita nei rilievi del 2019

Prodotti	26/4		16/5	
	% foglie colpite	% superficie fogliare colpita	% foglie colpite	% superficie fogliare colpita
Testimone	20,8 a ⁽²⁾	1,09 a	32,5 a	8,30 a
Verdenora 10 [%]	0 e	0 e	16,5 b (48,2)	4,40 a (41,1)
Urea	9,50 b	0,57 b	23,0 b (27,6)	7,23 a (4,9)
<i>Bacillus</i> spp. 1,5 L/ha	2,75 d	0,17 d	20,0 b (35,4)	5,92 a (16,7)
<i>Bacillus</i> spp. 1 L/ha	5,50 c	0,33 c	21,7 b (30,7)	8,20 a (0)
Verdenora 20 [%]	0 e	0 e	18,0 b (42,3)	5,24 a (25,7)

⁽²⁾A lettere differenti nella stessa colonna corrisponde una differenza statisticamente significativa ($p \leq 0,05$), Test SNK. In parentesi il grado di efficacia calcolato secondo Abbott

Date di applicazione: 14/12/2018 e 6/3/2019

CONCLUSIONI

I prodotti impiegati nei due anni di prova hanno evidenziato un contenimento della ticchiolatura parziale, seppure con risultati discordanti per quanto riguarda l'urea.

È possibile ipotizzare come il trattamento a base di urea zootecnica abbia risentito negativamente di un inverno siccitoso (come quello del 2018-19), che non ha favorito la degradazione delle foglie. Le tesi trattate con acque idrolizzate (Verdenora) hanno fornito i risultati migliori in entrambe le annate, non risentendo delle diverse condizioni climatiche che hanno caratterizzato i due inverni. Infine, il formulato a base di *Bacillus* spp., ad entrambi i dosaggi, ha fornito i risultati peggiori, in entrambe le annate.

I risultati ottenuti evidenziano, in ogni caso, che trattamenti invernali mirati consentono una riduzione del potenziale di inoculo della ticchiolatura, almeno per le prime infezioni ascosporiche nella stagione successiva. Questa riduzione dell'inoculo di *V. inaequalis* permetterebbe di ritardare il primo trattamento stagionale anti-ticchiolatura (Carisse & Dewdney, 2002, Holb 2007) e consentirebbe di gestire in maniera più agevole ed efficace le strategie di difesa nelle prime fasi, specialmente in frutteti gravemente colpiti dalla malattia e con un elevato potenziale di inoculo (Rosenberg & Cox, 2012).

LAVORI CITATI

- Carisse, O., Dewdney, M., 2002. A review of non-fungicidal approaches for the control of apple scab. *Phytoprotection*, 83 (1), 1–29.
- Holb, I.J. 2007. Effect of Four Non-chemical Sanitation Treatments on Leaf Infection by *Venturia inaequalis* in Organic Apple Orchards. *Europ. J. Hort. Sci.* 72, 2, 60-65.
- McHardy W.E, Gadoury D.M., Gessler C., 2001. Parasitic and biological fitness of *Venturia inaequalis*: relationship to disease management strategies. *Plant Disease*, 85, 10, 1016-1051.
- Mezská B., Bielenin A., 2002. Rola mocznika w ocraniczaniu infekcji pierwotnych jabłoni przez *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh. *Acta Agrobotanica*, 55,1, 225-231.
- Mitre V., Mitre I., Sestras A.F., Petrisor C., Sestras R.E., 2012. Reducing Primary Inoculum of Apple Scab Using Foliar Application of Urea in Autumn. *Bulletin UASVM Horticulture*, 69,1, 4015-4016
- Rosenberger D., Cox K., 2012. Managing Apple Scab in High Inoculum Orchards. *Fruit Notes*, 77, 16-19.
- Sutton, D. K., MacHardy, W. E., Lord, W. G., 2000. Effects of shredding or treating apple leaf litter with urea on ascospore dose of *Venturia inaequalis* and disease buildup. *Plant Dis.* 84:1319-1326.