

Botrytis cinerea è un patogeno molto complesso, la cui strategia di difesa è da sempre attuata in 4 momenti: fioritura, pre-chiusura grappolo, invaiatura e pre-raccolta. Il trattamento in fioritura è stato considerato per lungo tempo di minore importanza, ma è da ritenersi un'applicazione chiave per il controllo della muffa grigia

SOSTANZE ATTIVE, AGENTI DI BIOCONTROLLO,
ANDAMENTO EPIDEMIOLOGICO

STRATEGIA DI DIFESA

efficace contro la botrite

>> **G. Fedele, T. Caffi, C. Brischetto,
V. Rossi**

La difesa integrata (Integrated pest management o Ipm) dagli organismi dannosi è un aspetto chiave della direttiva 2009/128/CE, la quale stabilisce le norme per un uso sostenibile dei prodotti fitosanitari. La difesa integrata dà preferenza ai metodi non chimici, incluse la gestione agronomica e la lotta biologica, e prevede un impiego mirato dei fungicidi di sintesi nei momenti opportuni e alle corrette dosi. Richiede inoltre maggiori conoscenze e competenze rispetto a quella convenzionale, e processi decisionali più complessi. In questo articolo si vogliono ripercorrere gli elementi importanti per un controllo razionale della muffa grigia della vite, malattia causata da *Botrytis cinerea*, secondo i principi della difesa integrata.

BIOLOGIA DEL FUNGO ED EPOCHE CLASSICHE D'INTERVENTO

Botrytis cinerea è in grado di svilupparsi e crescere attivamente come necrotrofo e saprofita su differenti substrati organici e, a seconda della fase fenologica, come patogeno a carico di vari organi della vite.

Si possono così individuare due principali periodi di suscettibilità della vite alle infezioni di *B. cinerea*: il primo periodo va dallo stadio fenologico di «infiorescenza ben visibile» (BBCH53) a quello di «bacche delle dimensioni di grano di pepe» (BBCH73); il secondo periodo va dallo stadio «la maggior parte delle bacche si tocca» (BBCH79) a «maturità di raccolta» (BBCH89). In quest'ultimo periodo si osserva un aumento progressivo della suscettibilità dovuto ai cambiamenti strutturali e biochimici delle bacche nel corso della maturazione.

Durante il primo periodo *B. cinerea* è in grado di causare infezione su infiorescenze e giovani grappoli. La fase di fioritura è quella di maggiore sensibilità; in questo periodo si possono verificare infezioni conidiche degli stili e degli ovuli (*pathway* I), come pure degli stami o dei petali (*pathway* IIa), e infezioni delle bacche attraverso il pedicello (*pathway* IIb) (Elmer e Michailides, 2007). Queste infezioni possono determinare sia la comparsa dei tipici sintomi sia evolvere in forma latente, cioè essere se-

guita da un periodo durante il quale il patogeno rimane all'interno della bacca senza causare sintomi di malattia. Le infezioni latenti possono evolvere in sintomi visibili dall'invaiaitura in poi e portare al classico marciume. Durante la fioritura il patogeno può anche colonizzare i residui floreali (fiori abortiti, caliptrici e stami) che rimangono «intrappolati» all'interno dei grappoli (*pathway* III: infezioni conidiche e colonizzazione di residui floreali all'interno del grappolo; Elmer e Michailides, 2007).

Durante la stagione estiva *B. cinerea* si sviluppa come micelio saprofitico sui residui floreali e, in condizioni favorevoli, produce conidi (*pathway* IV: accumulo di conidi entro i grappoli in maturazione; Elmer e Michailides, 2007) che possono infettare le bacche in maturazione. In questo periodo si assiste alla comparsa della caratteristica muffa di colore grigio con la produzione di ulteriori abbondanti conidi (*pathway* V: infezioni conidiche sulle bacche in maturazione; Elmer e Michailides, 2007). Le bacche in maturazione possono infettarsi anche per contatto con il micelio prodotto sulle bacche infette (*pathway* VI: infezioni da bacca a bacca; Elmer e Michailides, 2007).

Nonostante la complessità epidemiologica del patogeno, le classiche strategie di difesa sono basate su trattamenti eseguiti in corrispondenza di 4 specifici stadi fenologici della vite: A, fine della fioritura (BBCH69); B, pre-chiusura grappolo (BBCH77); C, invaiatura (BBCH83) e D, pre-raccolta (BBCH <89).

Le indicazioni più importanti per ciascuna applicazione e i relativi obiettivi fitosanitari sono riportati in *tabella 1*. I trattamenti in fioritura (A) sono mirati a ridurre le infezioni floreali, prevenire le infezioni latenti che avvengono in fioritura e disinfettare i residui floreali in modo

da ostacolare la colonizzazione saprofitica da parte di *B. cinerea*. I trattamenti in pre-chiusura grappolo (B) hanno lo scopo di prevenire la sporulazione di *B. cinerea* sui residui floreali intrappolati all'interno del grappolo, mentre i trattamenti dall'invaiaitura (C) alla pre-raccolta (D) mirano a ridurre le infezioni sulle bacche in maturazione, infezioni causate sia dai conidi sia dal contatto con il micelio aereo prodotto dalle bacche infette presenti nel grappolo.

I quattro trattamenti A, B, C e D sono necessari solo in condizioni di alto rischio. In situazioni meno predisponenti si possono adottare strategie basate su 1, 2 o 3 interventi. I criteri da seguire nella scelta degli interventi sono descritti di seguito. Il trattamento in A è stato considerato per lungo tempo di minore importanza ma, alla luce delle ricerche più recenti, è da ritenersi un'applicazione chiave per il controllo della muffa grigia.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO AGRONOMICO: SCELTA DELLA STRATEGIA

La valutazione dei fattori di rischio legati alle caratteristiche del vigneto è il punto di partenza per



definire la strategia d'intervento, che può essere basata su 1, 2, 3 o 4 interventi. È buona pratica definire a inizio stagione la strategia da seguire sulla base del rischio agronomico, per poi andare a modulare gli interventi in base al rischio stagionale.

I principali fattori di rischio sono legati alla suscettibilità varietale, alla vigoria e allo stato sanitario generale del vigneto.

T1 PRINCIPALI OBIETTIVI E INDICAZIONI PER I TRATTAMENTI ANTIBOTRITICI NELLE QUATTRO CLASSICHE EPOCHE D'INTERVENTO		
Stadio fenologico vite	Obiettivo principale	Note
Fioritura (A)	<ul style="list-style-type: none"> • Riduzione infezioni floreali • Prevenzione infezioni latenti • Disinfezione residui di fioritura 	<ul style="list-style-type: none"> • Trattamento chiave in presenza di condizioni favorevoli allo sviluppo di <i>B. cinerea</i> • Attenzione ai possibili effetti collaterali sui pronubi; i fiori di vite, pur essendo a impollinazione anemofila, sono visitati dai pronubi: utilizzare prodotti di origine naturale o agenti di biocontrollo ammessi in fioritura
Pre-chiusura grappolo (B)	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenzione della sporulazione di <i>B. cinerea</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Trattamento necessario solo in caso di pressione elevata di malattia e vi è necessità di adottare una strategia con 4 trattamenti (ABCD)
Invaiaitura (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Protezione delle bacche in maturazione 	<ul style="list-style-type: none"> • Trattamento utile quando incluso in strategie basate su due (AC-CD) o tre (ACD) trattamenti
Pre-raccolta (D)	<ul style="list-style-type: none"> • Protezione delle bacche in maturazione 	<ul style="list-style-type: none"> • Trattamento chiave per proteggere i grappoli in maturazione, dato la loro elevata suscettibilità • Non utilizzare prodotti che possono interferire negativamente con la fermentazione • Attenzione al rispetto del tempo di carenza



La presenza di lesioni a carico delle bacche durante la maturazione è un fattore predisponente alla malattia

SUSCETTIBILITÀ VARIETALE

Le caratteristiche morfologiche, anatomiche e chimiche delle varietà di vite determinano la suscettibilità varietale alla muffa grigia; varietà con grappoli compatti, ridotto spessore della cuticola e scarsa presenza di cere epicuticolari sono, di norma, più suscettibili. Da tener presente che il portinnesto influisce sull'interazioni tra botrite e pianta ospite, influenzando il vigore delle piante e la compattezza del grappolo; generalmente, portinnesti con apparato radicale profondo inducono minore suscettibilità, poiché gli acini sono meno soggetti a spaccature.

VIGORIA E DENSITÀ DELLA CHIOMA

Chiome dense, che non consentono un buon arieggiamento della vegetazione, danno luogo a microclimi umidi con periodi di bagnatura più lunghi, che aumentano il rischio di infezioni di *B. cinerea*. Vigoria e densità della chioma, oltre a essere influenzate da vitigno e portinne-

sto, possono essere regolate con le pratiche agronomiche. Un eccesso di azoto favorisce l'aumento di vigore vegetativo, la formazione di grappoli più compatti, composti da un maggior numero di acini e con cuticola più sottile. Il diradamento, la potatura estiva e la sfogliatura sono interventi utili per l'arieggiamento della chioma; la sfogliatura sembra anche favorire l'ispessimento di cuticola e cere.

STATO SANITARIO GENERALE DEL VIGNETO

Questo aspetto è legato, principalmente, alla presenza di lesioni a carico delle bacche durante la maturazione, le quali possono essere originate da infestazioni entomatiche, specie da parte di tignole, e da spaccature dovute a infezioni precoci di oidio, a squilibri idrici (le irrigazioni successive all'invaatura possono causare la fessurazione degli acini) e, ovviamente, la grandine.

Una semplice analisi di sintesi dei fattori di rischio agronomico può basarsi sulla storicità della malattia nel vigneto; maggiore è la frequenza di anni con infezioni botritiche, maggiore è il rischio agronomico del vigneto.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO STAGIONALE E DEI MOMENTI D'INTERVENTO

Il ricorso ai trattamenti antibotritici nelle epoche programmate in base al rischio agronomico diviene necessario in presenza di condizioni ambientali favorevoli allo sviluppo di *B. cinerea*. In linea generale, i modelli matematici possono essere considerati ottimi strumenti per la valutazione del rischio delle infezioni e il conseguente controllo delle malattie in vigneto. Per ridurre il ricorso ad applicazioni antibotritiche non necessarie sono stati sviluppati alcuni metodi climatici, tra questi la regola empirica dei due 15 (Bulit *et al.*, 1970) e il modello sviluppato da Broome *et al.* (1995). Entrambi i metodi basano la previsione del rischio d'infezione sulle sole condizioni di temperatura e bagnatura, senza considerare la complessità dell'epidemiologia del patogeno. Questo limite è la principale causa della scarsa affidabilità delle raccomandazioni fornite da questi metodi che, di fatto, non sono mai entrati nella pratica fitoiatrica, Recentemente González-Domínguez *et al.* (2015) hanno sviluppato un modello basato sull'epidemiologia e sul ciclo biologico di *B. cinerea*. In base ai dati meteorologici rilevati nel vigneto, il modello è in grado di prevedere, giorno per giorno, il rischio d'infezione al momento della vendemmia, tenendo conto dei vari *pathway* d'infezione. Il modello è quindi in grado di definire quando esistono condizioni predisponenti tali da richiedere un trattamento. Il modello è oggi a disposizione dei viticoltori all'interno del sistema di supporto alle decisioni vite.net® di Horta, spin off dell'Università Cattolica del Sacro Cuore.

T.2 CONFRONTO FRA DUE STRATEGIE DI DIFESA

Strategia (1)	Trattamento	Gravità della botrite alla vendemmia senza trattamenti	
		≤5%	>5%
Del viticoltore	no	2	3
	sì	3	1
Da modello	no	4	0
	sì	1	4

(1) Strategie di difesa da *B. cinerea* adottata dal viticoltore e quella suggerita dal modello matematico in tre vigneti siti a Piacenza, Ravenna e Cormons tra il 2015 e il 2017.

Fonte: Fedele *et al.* (2018).

Il modello è stato ampiamente validato tra il 1997 e il 2019 in Italia, Francia e Spagna (González-Domínguez *et al.*, 2015; Fedele *et al.*, 2020). Il suo impiego fitoiatrico è esemplificato in *tabella 2*, in cui sono messe a confronto le strategie di difesa adottate dai viticoltori con quelle consigliate dal modello in tre vigneti siti a Piacenza, Ravenna e Cormons (Gorizia) tra il 2015 e il 2017 (Fedele *et al.*, 2018). Classificando i vigneti in rapporto alla gravità della botrite alla vendemmia, se inferiore o superiore alla soglia del 5% di danno, i viticoltori hanno preso decisioni corrette solo in 3 casi su 9; in 3 casi non hanno effettuato i trattamenti quando necessari e in 3 casi hanno trattato anche se la gravità della malattia è poi stata molto bassa anche nei testimoni non trattati. Utilizzando il modello si è invece operato correttamente in 8 casi su 9; in un solo

caso si è trattato quando non necessario.

In conclusione, una volta definito il rischio agronomico e, di conseguenza, il numero d'interventi programmati, il modello consente di decidere, nel corso della stagione, se il trattamento programmato è realmente necessario e, nel caso, di posizionarlo nel momento più corretto.

I PRODOTTI PER IL CONTROLLO DELLA MUFFA GRIGIA

Una volta definita la necessità di effettuare un trattamento sulla base del rischio agronomico e stagionale, è necessario scegliere il prodotto da utilizzare. Due sono gli aspetti da tenere in considerazione: l'attività sul bersaglio, ossia *B. cinerea* e *pathway* d'infezione (come descritto in precedenza); le strategie antiresistenza (*figura 1*), dato che *B. cinerea* è incluso tra i patogeni ad alto rischio di

T.3 CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI ANTIBOTRITICI

Sostanza attiva (s.a.)	Sito d'azione	Gruppo chimico	Codice MoA	Rischio di resistenza	N. max trattamenti per s.a. (1)	N. max trattamenti per gruppo chimico
Thiophanate-methyl	Inibitori della biosintesi della Beta-tubulina nel processo di mitosi	Tiofanati	B1	Alto	-	-
Boscalid (2)(5)	Inibitori del complesso II: succinato-deidrogenasi (SDHI)	Piridine carbossammidi	C2	Medio-alto	1	-
Isofetamid		Phenyl-oxo-ethyl thiophene ammidi			-	
Cyprodinil (2)(4)	Biosintesi metionina (proposto) (<i>cgs gene</i>)	Anilino-pirimidine	D1	Medio	1	2
Pyrimethanil (2)					1	
Mepanipirim					-	
Fenpyrazamine (2)	Demetilazione del C14, 3-Ketoriduttasi (<i>erg27</i>)	Amino-pirazolinone	G3	Medio-basso	1	-
Fenhexamid (2)		Idrossianilidi			2	-
Fludioxonil (2)(4)	Inibizione dell'enzima Istidina-chinasi nella trasduzione del segnale osmotico (<i>os-2, HOG1</i>)	Fenilpirroli	E2	Basso	1	1
Folpet	Attività di contatto multisito	Ftalimidi	M		-	-
Bicarbonato di potassio		Inorganici		-	-	
Fluazinam (2)(3)	Disaccoppianti della catena di trasporto degli elettroni con inibizione della fosforilazione ossidativa	2,6-Dinitroaniline	C5	Non definito	2	4
Bacillus spp. (2)	Microrganismi distruttori della membrana cellulare dei patogeni	-	F6		4-6	-
Aureobasidium pullulans (2)	Molteplici meccanismi (competizione, micoparassitismo, antibiosi, induzione di resistenza)	-	BM	Non definito	-	-
Pythium oligandrum (2)					-	-
Cerevisane (2)	Induttori di resistenza	Elicitori microbici	P6	-	-	
Eugenolo (2)	Disgregatori di membrane cellulari	Estratti delle piante	F7	Basso	4	-
Geraniolo (2)					-	
Timolo (2)					-	

(1) Numero massimo di trattamenti secondo le linee guida nazionali di difesa integrata contro la muffa grigia per vite da vino.

(2) Ammesso nelle linee guida nazionali di difesa integrata contro la muffa grigia per vite da vino. (3) Massimo 4 tra dithianon, folpet, mancozeb e fluazinam. Fluazinam massimo 3 complessivi. (4) Cyprodinil e fludioxonil massimo 1 intervento, da soli o con formulati a base di fludioxonil + cyprodinil.

(5) Massimo 2 interventi con SDHI (boscalid e flupyroxad).

Fonte: www.frac.info.

resistenza dal FRAC (Fungicide Resistance Action Committee).

FUNGICIDI

Fra i fungicidi più utilizzati per il controllo della muffa grigia in vigneto si possono citare: le anilino-pirimidine (ad esempio, pyrimethanil, cyprodinil), le amino-pirazolinone (fenpyrazamine), le idrossianilidi (fenhexamid), le piridine carbossammidi (boscalid), i fenilpirroli (fludioxonil), il flua-zinam. Il folpet, che è principalmente un antiperonosporico, mostra attività anche nei confronti di *B. cinerea*.

Questi fungicidi hanno differenti modalità d'azione sull'organismo bersaglio, ossia diversi MoA (Mode of action) (tabella 3). Ad esempio, le dicarbossimidi (tipo iprodione) inibiscono l'enzima istidina-chinasi nella trasduzione del segnale osmotico, le piridine carbossammidi (tipo boscalid) la succinato-deidrogenasi e le anilino-pirimidine (tipo cyprodinil) interferiscono con la biosintesi della metionina. I prodotti che agiscono secondo un unico meccanismo d'azione vengono abitualmente indicati come monosito, mentre altri, che hanno più di una via per interferire con gli organismi bersaglio, vengono indicati come multisito. Un esempio di tale categoria sono le ftalimidi (tipo folpet). I fungicidi vengono suddivisi in gruppi sulla base del MoA e del rischio di resistenza; per distinguere i gruppi dei fungicidi basati sullo specifico modo d'azione e dei processi biochimici del patogeno con i quali essi interferiscono vengono utilizzate delle lettere. Per esempio, la «C» indica un'interferenza con la respirazione, la «E» un'interferenza sulla trasduzione del segnale, la «M» un'azione inibitrice su molteplici siti.

Esiste un legame fra MoA e rischio di resistenza; sul sito del FRAC (www.frac.info) sono reperibili tutte le informazioni disponibili

F1 PRINCIPALI STRATEGIE ANTIRESISTENZA

● **Alternare durante la stagione sostanze attive con diverso meccanismo d'azione**

● **Limitare il numero di applicazioni durante la stagione tramite un approccio integrato alla gestione della malattia**

● **Rispettare la dose riportata in etichetta**

● **Per il singolo trattamento usare prodotti commerciali o miscele con sostanze attive a diverso meccanismo d'azione**

● **Prediligere le sostanze attive che hanno vari meccanismi d'azione (multisito)**

● **Evitare trattamenti curativi ed eradicanti**

li riguardo i MoA, i siti d'azione specifici, il rischio di insorgenza di popolazioni resistenti e le specifiche strategie anti-resistenza. In funzione delle strategie anti-resistenza, le linee guida nazionali di produzione integrata consentono al massimo 2 interventi all'anno con fungicidi antibotritici (tabella 3); fanno eccezione i prodotti biologici, tra cui gli agenti di biocontrollo a base di *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *Aureobasidium pullulans* e *Pythium oligandrum*, e i prodotti di origine naturale come botanical, bicarbonato di potassio e Cerevisane, che costituiscono alternative ai prodotti chimici di sintesi nel controllo della muffa grigia.

AGENTI DI BIOCONTROLLO (BCA)

Esistono vari prodotti commerciali per il controllo di *B. cinerea* a base di *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *Aureobasidium pullulans* e *Pythium oligandrum*. I punti di forza e di debolezza di questi prodotti sono noti e sono riassunti in figura 2. Questi microorganismi interagiscono con *B. cinerea* attraverso vari meccanismi, che comprendono micoparassitismo, competizione, l'antibiosi e induzione di resistenza nella pianta.

Per limitare i punti di debolezza di questi prodotti bisogna tener presente, innanzitutto, che il loro impiego s'inserisce in una logica di integrazione dei mezzi di controllo, in cui il potenziale infettivo di *B. cinerea* è ridotto da interventi finalizzati a diminuire il rischio agronomico. Bisogna inoltre considerare che i BCA contengono microrganismi vivi, i quali devono trovare, sulla superficie della pianta, condizioni favorevoli per lo sviluppo e la colonizzazione del substrato, come pure per l'attivazione delle vie metaboliche che ne determinano l'efficacia (ad esempio, per la produzione di metaboliti antifungini). Queste condizioni riguardano, in primo luogo le caratteristiche biochimiche del substrato vegetale (pH, presenza di nutrienti, ecc.) su cui i microrganismi vengono a trovarsi dopo l'applicazione in vigneto. Basti pensare alle differenze fra i trattamenti in A e B quando il substrato da colonizzare è costituito dai residui di fioritura, e quelli in C e D quando il substrato è rappresentato dalla superficie delle bacche, peraltro in stadi di maturazione via via più avanzati. Il primo elemento da valutare nella scelta del BCA da impiegare è, quin-

di, l'«affinità» del BCA con il substrato target e il *pathway* d'infezione da parte di *B. cinerea*. Ad esempio, *A. pullulans* è un buon candidato per le applicazioni in A, sia per la capacità di colonizzazione dei tessuti vegetali sia per effetto diretto sulle infezioni fiorali. Prodotti a base di *Bacillus* sono interessanti per applicazioni in D per loro capacità di produrre metaboliti antifungini e indurre nella pianta la produzione di composti di resistenza.

Un secondo aspetto da valutare sono le condizioni ambientali al momento della distribuzione del BCA e nei giorni successivi; il microrganismo, infatti, sarà tanto più attivo e rapido nel colonizzare la superficie della pianta e nell'esplicare la sua azione antifungina quanto più le condizioni ambientali saranno favorevoli. Presso il Diproves dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza sono in corso ricerche per determinare le condizioni di temperatura e umidità che consentono sia una rapida crescita dei diversi BCA a seguito della distribuzione in campo su residui di fioritura e sulle bacche in vari stadi di sviluppo, sia un efficace controllo della malattia.

Queste ricerche hanno permesso di produrre diagrammi basati sulla sovrapposizione delle «nicchie ecologiche» (ossia le condizioni ambientali necessarie per la presenza di una specie e il mantenimento della sua popolazione) di *B. cinerea* e dei diversi BCA, come nell'esempio del grafico 1. La gradazione di colore indica le combinazioni di temperatura e umidità in corrispondenza delle quali i due microrganismi (*B. cinerea* e il BCA) occupano la stessa nicchia ecologica; queste sono le condizioni nelle quali il BCA ha maggiori possibilità di interagire con il patogeno. Il primo BCA (a sinistra) può essere impiegato in una gamma di condizioni ambientali molto più am-

LA SCELTA DELL'AGENTE DI BIOCONTROLLO (BCA) È IN FUNZIONE DELLO STADIO DI SVILUPPO DELLA PIANTA OSPITE (E QUINDI DEL TARGET DEL TRATTAMENTO), DELLA MODALITÀ D'AZIONE DEL BCA E DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI AL MOMENTO DELL'APPLICAZIONE

pia rispetto al secondo (a destra). Le stesse ricerche hanno permesso di sviluppare modelli matematici in grado di prevedere la dinamica di popolazione e l'efficacia di ogni BCA in rapporto ai dati meteorologici, da abbinare al modello di rischio delle infezioni di *B. cinerea* descritto in precedenza.

Riassumendo, il viticoltore, una volta individuato il momento d'intervento in base al rischio di ma-

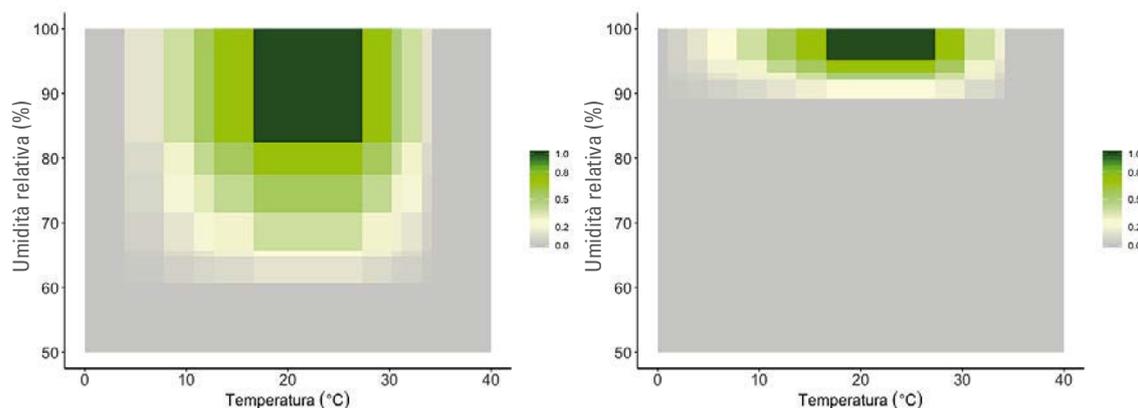
lattia, è guidato nella scelta del BCA in funzione dello stadio di sviluppo della pianta ospite (e quindi del target del trattamento), della modalità d'azione del BCA e delle condizioni ambientali al momento dell'applicazione e nei giorni seguenti.

PRODOTTI DI ORIGINE NATURALE

In linea generale, i botanical contengono sostanze attive estratte dalle piante, come per esempio terpeni e oli essenziali, le quali esplicano un'azione diretta sui patogeni. I vantaggi nell'uso dei botanical coincidono, in gran parte, con quelli dei BCA (figura 2); gli svantaggi sono l'elevata volatilità, la rapida degradazione, la dilavabilità e la difficile miscibilità in acqua, problemi che possono comunque essere ridotti con adeguate formulazioni. Prove effettuate presso il Diproves hanno dimostrato che l'utilizzo di un formulato contenente una miscela di eugenolo, geraniolo e timolo può consentire un buon controllo della muffa grigia nelle diverse epoche d'intervento (A, B, C, e D) e, in particolare, in A per la capacità di ridurre sia il livello di colonizzazione dei residui di fioritura sia l'incidenza delle infezioni latenti, al pari di trattamenti effettuati con un prodotto chimico di riferimento.

G1

INTENSITÀ DI SOVRAPPOSIZIONE DELLE NICCHIE ECOLOGICHE DI *BOTRYTIS CINEREA* E DUE DIVERSI AGENTI DI BIOCONTROLLO (BCA)



Il verde scuro indica una completa sovrapposizione delle nicchie ecologiche e il verde chiaro una lieve sovrapposizione; il grigio indica le condizioni ambientali in cui le due nicchie ecologiche non si sovrappongono. Il primo BCA (a sin) può essere impiegato molto più ampiamente.

Punti di forza

- Hanno buona efficacia se usati correttamente
- Presentano basso rischio ecotossicologico
- Hanno meccanismi d'azione utili per la gestione delle resistenze
- Hanno breve periodo di carenza
- Consentono di ridurre i residui di fungicidi nel vino
- Di norma non hanno effetti sulla vinificazione

Punti di debolezza

- Hanno efficacia mediamente inferiore a quella dei fungicidi chimici
- Hanno efficacia variabile in rapporto alle condizioni di applicazione
- Hanno attività prettamente preventiva
- Possono avere esigenze specifiche di stoccaggio e minore shelf life
- Possono presentare incompatibilità con i fungicidi chimici

Opportunità

- Sono ammessi in viticoltura biologica
- Non hanno limitazioni in produzione integrata
- Permettono una migliore gestione dei tempi di rientro
- Possono essere usati in fioritura
- Possono essere impiegati in pre-vendemmia

Criticità

- Trovano migliore impiego in un contesto di gestione del vigneto che riduca il rischio di malattia
- Richiedono maggiori conoscenze e processi decisionali più articolati

Tra i prodotti di origine naturale sono inclusi anche il Cerevisane e il bicarbonato di potassio. Il primo è un induttore di resistenza costituito da un estratto inerte ottenuto dalle pareti cellulari del lievito *Saccharomyces cerevisiae*. L'induzione di resistenza provoca la produzione e l'accumulo di stilbeni e flavonoidi (fitoalessine), proteine correlate alla patogenesi, lignina a livello cellulare e anticipa la produzione di perossidi, mediante stimolo del metabolismo ossidativo. L'impiego di Cerevisane è particolarmente consigliato in C e D ed è considerato efficace per i successivi 7-10 giorni. Il bicarbonato di potassio ha un ampio spettro d'azione e ha vari meccanismi d'azione che ne determinano il basso/nulla rischio di resistenza e l'assenza di residui. Il bicarbonato di potassio esplica un'azione diretta nei confronti del

patogeno e crea condizioni sfavorevoli causando un innalzamento del pH della superficie vegetale e un forte squilibrio osmotico. Il bicarbonato può essere impiegato in tutte le epoche d'intervento.

POSSIBILITÀ E VINCOLI

Come evidenziato in questo articolo, la difesa da *B. cinerea* si articola in un percorso di possibilità, opzioni e vincoli che devono essere attentamente vagliati. Purtroppo le informazioni necessarie a fare scelte ragionate non sempre sono disponibili o facilmente accessibili. Le etichette dei prodotti, i materiali divulgativi e gli articoli tecnici sono certamente importanti fonti informative, ma non sono complete per quanto riguarda gli aspetti qui discussi e sono frammentate e complesse da assemblare.

Il controllo di *B. cinerea* ha ottime

prospettive di successo quando: si effettuano interventi preventivi di carattere colturale finalizzati a ridurre il rischio agronomico; si utilizzano modelli matematici per la valutazione del rischio nel corso della stagione e per la pianificazione dei momenti d'intervento; si seleziona il prodotto in rapporto alla fase fenologica prevalente nel vigneto e all'obiettivo fitoiatrico, ossia il *pathway* d'infezione che si vuole controllare, tenendo conto delle eventuali limitazioni d'uso e del rischio di resistenza.

**Giorgia Fedele, Tito Caffi
Chiara Brischetto, Vittorio Rossi**
Dipartimento di scienze delle produzioni vegetali sostenibili (DiProVeS)
Università Cattolica del Sacro Cuore
Piacenza

*Questo articolo è corredato di bibliografia/ contenuti extra. Gli abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su:
www.informatoreagrario.it/bdo*

Strategia di difesa efficace contro la botrite

BIBLIOGRAFIA

González-Domínguez E, Caffi T, Ciliberti N, Rossi V (2015) - A mechanistic model of *Botrytis cinerea* on grapevines that includes weather, vine growth stage, and the main infection pathways. PLoS One 10:1-23.

Fedele G, González-Domínguez E, Caffi T, Rossi V (2018) - Valutazione di un modello matematico per la muffa grigia della vite. Giornate fitopatologiche.

Fedele G, González-Domínguez E, Delière L, Díez-navajas AM, Rossi V (2020) - Consideration of latent infections improves the prediction of Botrytis bunch rot severity in vineyards. Plant Disease, 104:5, 1291-1297

Elmer PA, Michailides TJ (2007) - Epidemiology of

Botrytis cinerea in orchard and vine crops. In: Botrytis: Biology, Pathology and Control. doi: 10.1007/978-1-4020-2626-3.

Bulit J, Lafon R, Guillier G, (1970) - Périodes favorables a l'application de traitements pour lutter contre la pourriture grise de la vigne. Phytatrie-Phytopharmacie, pp. 159-165.

Broome J, English JT, Marois JJ, Latorre BA, Aviles JC (1995) - Development of an Infection Model for Botrytis Bunch Rot of Grapes Based on Wetness Duration and Temperature. Phytopathology 85, 97. doi:10.1094/Phyto-85-97.



www.viteevino.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.