



INDAGINI SUI MARCIUMI FUNGINI DELLE UVE CORVINA E GARGANEGA IN APPASSIMENTO

Le conoscenze sugli aspetti fitosanitari delle uve in appassimento sono scarse e non adeguate all'importanza economica che i vini passiti rivestono in molte aree vitivinicole italiane. Il presente lavoro offre un contributo alla conoscenza delle malattie dell'uva in fruttajo attraverso la descrizione della sintomatologia di alcuni tra i più frequenti marciumi fungini riscontrati durante l'appassimento di uva Corvina e Garganega. Per studiare gli effetti del cambiamento climatico sull'incidenza della marcescenza è stata valutata la patogenicità di alcuni funghi filamentosi in condizioni di appassimento che simulano anomali eventi meteorologici.



Di
Marilinda Lorenzini

Dipartimento di Biotecnologie,
Università degli Studi di Verona

(In foto)

Giacomo Zapparoli

Dipartimento di Biotecnologie,
Università degli Studi di Verona

INTRODUZIONE

■ Lo sviluppo dei marciumi delle uve durante l'appassimento per la produzione di vini passiti rappresenta la più importante criticità della fase post-raccolta dell'uva. La vinificazione di uva infettata deve essere assolutamente evitata perché può provocare problemi durante la fermentazione (arresti o rallentamenti fermentativi) e alterazioni nelle fasi successive la vinificazione (malattie e difetti organolettici). Per questo motivo la

gestione dell'appassimento è un momento dell'intera filiera del vino passito assai importante, anche in considerazione dei costi e del valore del prodotto finale.

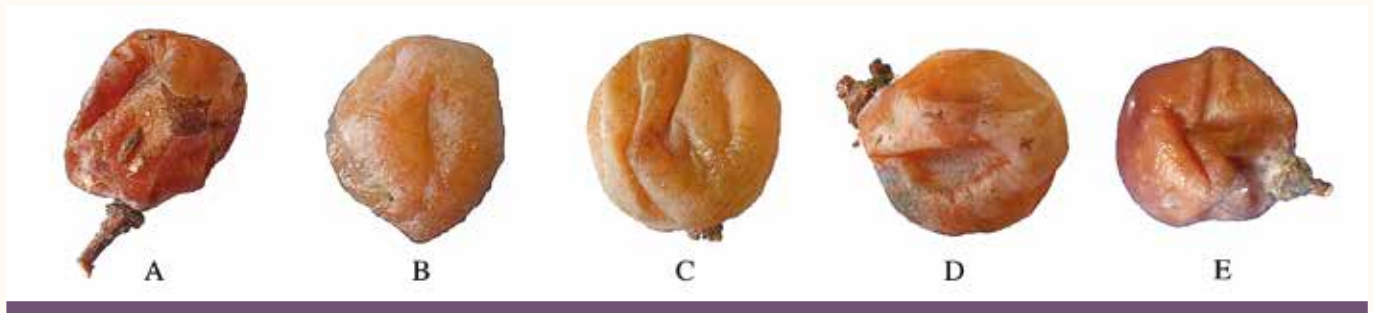
■ Il processo dell'appassimento è stato studiato in modo approfondito da un punto di vista tecnologico, metabolico e genetico della bacca (Mencarelli e Tonutti, 2013; Zamboni et al., 2008). Meno attenzione, invece, è stata rivolta verso gli aspetti fitosanitari che interessano la conservazione dell'uva nei fruttai. L'impiego in molte aree di produzione dei vini

passiti di celle termo - ed idro - condizionate (condizionamento parziale o totale) per un appassimento forzato ha consentito di ridurre l'incidenza dei marciumi, ma è soprattutto nell'appassimento naturale che il problema delle malattie in fruttajo si può manifestare in modo più marcato. Considerando che l'appassimento naturale è ancora molto diffuso, soprattutto nelle piccole aziende, e che l'uva in appassimento forzato non è esente da contaminazioni microbiche, è necessario migliorare le conoscenze sugli agenti eziolo-



DOCUMENTO TECNICO

Fig. 1 - Acini di Garganega con infezione endofitica di *Botrytis* (A), *Penicillium* (B e C), *Alternaria* (D) e *Neofusicoccum* (E)



gici per sviluppare strategie difensive tali da garantire un soddisfacente grado di conservabilità dell'uva fino alla vinificazione.

■ In questo studio viene mostrata la sintomatologia di alcune infezioni della bacca, osservate in fruttai naturali della Valpolicella e della zona dei vini Soave e Gambellara, causate da vari funghi sviluppati in modo endofitico (forma larvale) o epifitico (forma efflorescente), oltre che alcuni esempi di acini mummificati. Vengono inoltre riportati alcuni risultati di sperimentazioni condotte su uva Corvina e Garganega per valutare gli effetti causati da aumenti significativi di temperatura e umidità (simulando un'anomalia stagionale) sull'incidenza dei marciumi fungini nel corso dell'appassimento.

■ Questi risultati possono essere utili in previsione di crescenti criticità nella gestione dell'appassimento conseguenti al mutamento climatico in atto.

SINTOMATOLOGIA DELLE INFEZIONI FUNGINE IN FRUTTAIO

■ Dal fruttajo sono stati prelevati in modo

sterile campioni di acini affetti da marciumi, trasferiti in laboratorio, analizzati microbiologicamente e osservati al microscopio.

■ La procedura di isolamento ed identificazione dei funghi è quella già descritta in un nostro precedente lavoro (Zapparoli e Lorenzini, 2014). Di seguito vengono riportate le foto di acini infettati in forma endofitica (larvata) ed epifitica (efflorescente), oltre che esempi di acini mummificati. A ciascuno di esso è stato correlato l'agente eziologico che è risultato essere l'unico e/o il dominante nella piastra Petri di semina e quindi riteniamo, con alta probabilità, che il patogeno identificato sia il principale responsabile del sintomo osservato. In molti acini non è stato possibile associare l'agente microbico al sintomo per la presenza in piastra di molti tipi di colonie riconducibili a diversi generi fungini.

■ Quest'ultimo caso è stato molto frequente data la natura prevalentemente opportunistica delle specie fungine presenti nella bacca, capaci di insediarsi nelle ferite della cuticola andando in competizione tra di loro, oltre che con i batteri, e causando marcescenza dei tessuti.

ACINI INFAVATI

■ In specifiche condizioni ambientali durante l'appassimento, *Botrytis cinerea* sviluppa all'interno della bacca in modo endofitico, cosiddetta forma larvata, che, oltre a favorire la concentrazione dei soluti, porta a modifiche chimiche ed enzimatiche in grado di conferire apprezzabili variazioni nella composizione aromatica del prodotto finito. Questo tipo di infezione può rappresentare un fattore positivo, soprattutto per i vini passiti dolci (per questo si definisce muffa nobile) e, nonostante sia stata oggetto di studio, ad oggi non si conoscono ancora bene quali siano le condizioni ambientali più favorevoli al suo sviluppo. Il livello di infezione endofitica da parte di questo fungo nell'uva in appassimento viene generalmente stimato su base sintomatica.

■ Le osservazioni in fruttajo hanno evidenziato come il tipico aspetto della bacca bianca infettata da *B. cinerea* nella sua forma larvata (**acino infavato**, Fig. 1A) non è prerogativa solamente di questa specie. Infatti, sono state osservate sintomatologie simili ma causate da funghi diversi da *B. cinerea*

Fig. 2 - Acino di Corvina infavato da *P. crustosum* (A), micelio nella polpa al microscopio fluorescente (B) e acino Corvina con spot dovuti da infezione efflorescente di *P. crustosum* (C)

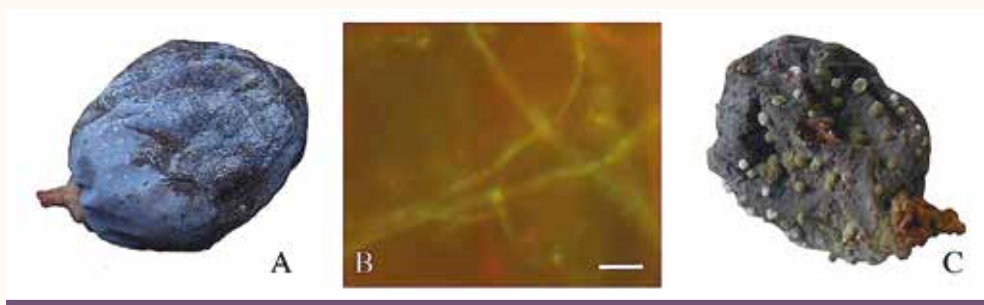


Fig. 3 - Acino di Garganega infavata da *Botrytis* e con efflorescenza di *Penicillium*





(Fig. 1B-E) in uva Garganega raccolta in alcuni fruttai della zona di Soave.

■ Simili osservazioni erano già state riportate in un nostro precedente studio (Lorenzini *et al.*, 2013) su acini di Garganega artificialmente infettati da differenti muffe e messi in una condizione di appassimento simulato. In generale gli acini di varietà bianca infettati da *B. cinerea* risultano più scuri di quelli infavati da altre muffe, ma questa caratteristica non può essere considerata un criterio sufficiente di discriminazione tra *Botrytis* e altre muffe non-*Botrytis*. Il viraggio del colore dell'epidermide al marrone è correlato soprattutto all'attività fenolossidasi (laccasi) che in molti ceppi di *Botrytis* è elevata. Tuttavia, il colore della bacca può variare in funzione di diversi fattori, tra i quali l'esposizione solare in pianta, lo stato di disidratazione della bacca e la presenza di altre specie di funghi, che spesso coabitano assieme a *B. cinerea* e possono essere dotati di alta attività laccasica.

■ La Fig. 1E mostra come un acino di Garganega infettato da *Neofusicoccum*, una *Botryosphaeriaceae* presente nei fruttai (Lorenzini *et al.*, 2015), abbia un aspetto del tutto simile a quello infettato da muffa nobile (Fig. 1A).

■ Nelle varietà a bacca rossa l'infavamento endofitico è praticamente asintomatico dato che l'attività fenolossidasi della muffa non determina significativi viraggi di colore dell'epidermide. Bacche di Corvina in appassimento sane oppure infavate da *Botrytis* o *Penicillium* sono praticamente indistinguibili (Lorenzini *et al.*, 2013).

■ La Fig. 2 riporta un acino di Corvina infettato artificialmente da *P. crustosum* apparentemente sano (Fig. 2A), ma che al suo interno contiene le ife fungine, come evidenziato da un'analisi al microscopio fluorescente (Fig. 2B). Quando l'acino è stato posto in condizioni di umidità relativa elevata (>85%), in pochi giorni si è osservato la comparsa del tipico micelio del *Penicillium* (a spot) sulla sua epidermide (Fig. 2C).

■ La manifestazione efflorescente del *Penicillium* è stata osservata anche in acini infavati da *Botrytis* (Fig. 3). Questa specifica sintomatologia è un esempio degli effetti macroscopici che derivano dalla co-presenza di più funghi filamentosi all'interno della bacca nella quale uno di essi ha un rapido sviluppo miceliare (*Penicillium*) e l'altro rimane in fase larvata (*Botrytis*).

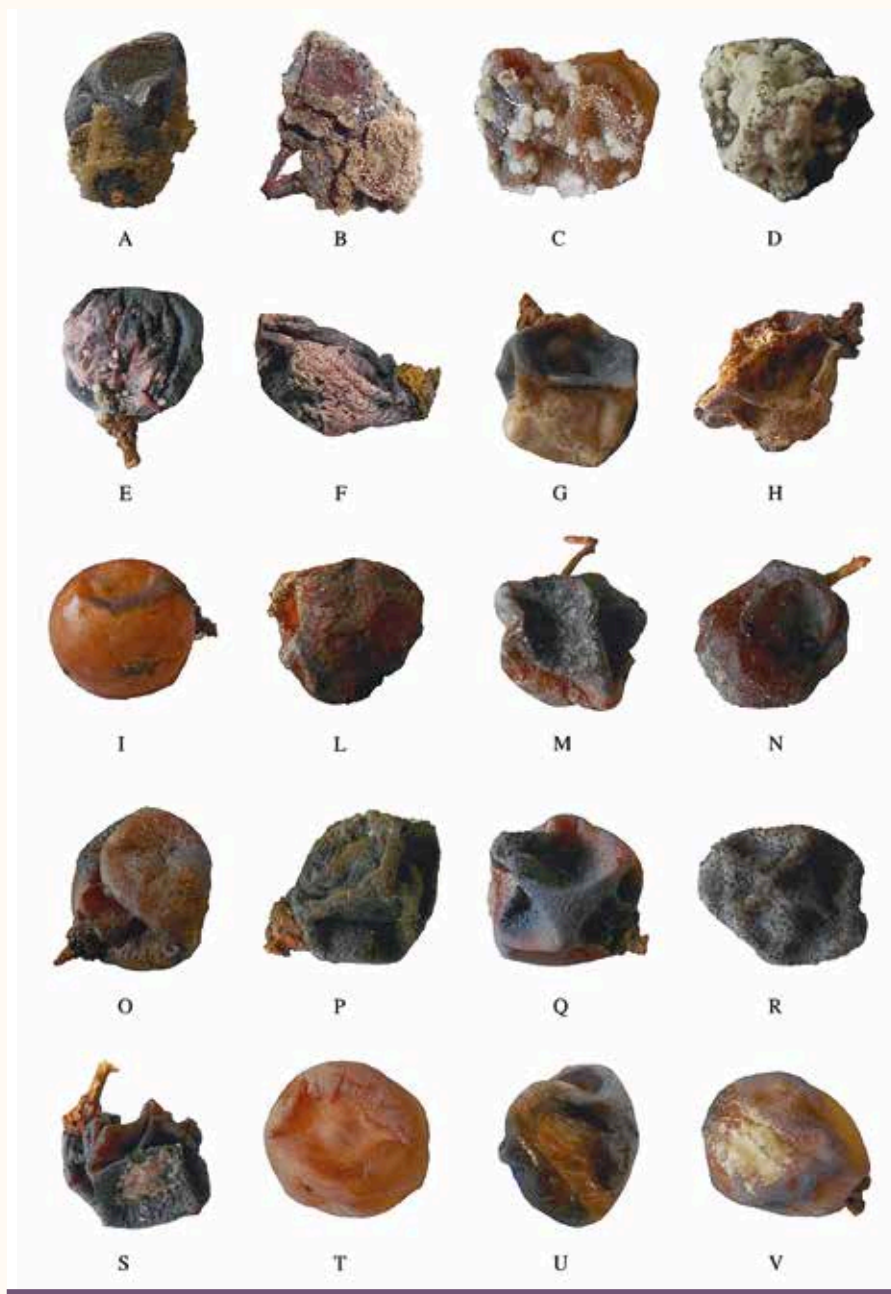
ACINI AFFETTI DA MARCIUMI

■ Le contaminazioni da muffa grigia (*B. cinerea*), con il tipico micelio grigio-marrone che avvolge la bacca (Figg. 4A e B) e di *Peni-*

cillium, caratterizzato da compatti aggregati miceliari (Fig. 4 C-F) a spot bianco-verde, o nelle bacche rosse anche rosa-rosso, sono molto facili da distinguere.

■ Spesso la crescita miceliare di *Penicillium* provoca la lacerazione dell'epidermide determinando la fuoriuscita di essudati e del

Fig. 4 - Acini di Corvina (A, D, E, F, R e U) e Garganega (B, C, G, H, I, L, M, N, O, P, Q, S, T e V) affetti da marciume causato principalmente dall'infezione di *Botrytis* (A-B), *Penicillium* (C-F), *Aspergillus* (G e H) con marciume acido (I), *Mucor* con marciume acido (L), *Alternaria* (M), *Rhizopus* (N), *Neofusicoccum* (O e P), *Botryosphaeria* (Q-S), *Aureobasidium* (T e U) e *Cladosporium* (V)





DOCUMENTO TECNICO

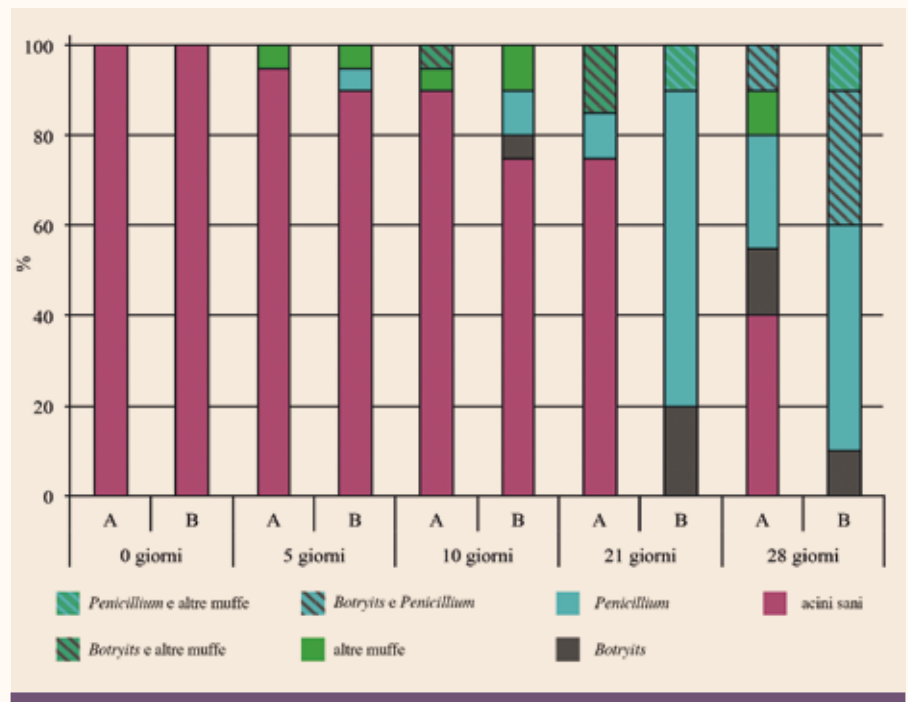
contenuto della bacca, che in quella rossa assumono il colore rosso-porpora per la presenza degli antociani. Questi acini lacerati si disidratano più velocemente di quelli sani e con l'avvizzimento, gli essudati si seccano formando spesso un velo rossastro sulla cuticola (Figg. 4E e F). Le contaminazioni di entrambi i funghi sono molto frequenti nelle uve in appassimento data la loro notevole capacità infettiva. L'abbondante sporulazione permette una rapida dispersione dei conidi dagli acini infetti a quelli sani diffondendo rapidamente l'epidemia.

■ *Aspergillus* è un fungo frequentemente isolato in uve in appassimento e gli acini infettati prevalentemente da questo genere fungino non mostrano una sintomatologia caratteristica come le due precedenti muffe (Figg. 4G e H). Nei casi da noi studiati, non si è mai osservata un'abbondante crescita epifittica sull'acino, ma al massimo solo poche ife tra aree nerastre dovute alla sporulazione (evidenti soprattutto nella bacca bianca) e tessuti in marcescenza che, a seguito di perdita di liquidi, possono portare alla formazione di mummie (Figg. 4H). Alta contaminazione da *Aspergillus*, con la formazione di striature nerastre sull'epidermide, è stata riscontrata anche in acini colpiti da marciume acido (Fig. 4I). Una sintomatologia simile a quest'ultimo caso si è osservata in bacche infettate da *Mucor* (Fig. 4L).

■ Anche *Alternaria* e *Rhizopus* formano annerimenti sull'acino dovuti alla loro abbondante sporulazione (Figg. 4M e N).

■ Gli acini infettati da *Neofusicoccum* e *Botryosphaeria* possono presentare oltre

Fig. 5 - Percentuale di acini di Corvina, prelevati da due fruttai (A e B) sani e contaminati principalmente da funghi classificati come *Botrytis*, *Penicillium* e altri generi dopo 5, 10, 21 e 28 giorni di incubazione a 14°C e umidità relativa >95%



all'imbrunimento della bacca anche aree nerastre con picnidi dai quali si può sviluppare il micelio di colore inizialmente bianco e poi bruno-verdastro (Figg. 4O-S). L'acino infetto avvizzisce velocemente e può mummificarsi in condizioni di bassa umidità (Figg. 4R e S), come nei grappoli vicini ai ventilatori. Questi isolamenti evidenziano che queste *Botryosphaeriaceae* hanno un ruolo patogeno

non solo sui tessuti legnosi, ma anche sul frutto (Lorenzini *et al.*, 2015).

■ L'isolamento di *Aureobasidium* in acini infettati da altri funghi è stato molto frequente e ciò indica che spesso colonizza bacche già infettate. Tuttavia la marcescenza di molti acini che abbiamo analizzato è attribuibile principalmente all'azione saprofitica di questo fungo confermando i nostri prece-

Tab. 1 - Temperature e valori di umidità relativa nell'aria (a 2 m dal suolo) registrati in alcuni periodi "anomali" della stagione autunno-inverno 2012-13, 2013-14 e 2014-15 a Marano di Valpolicella e Montecchia di Crosara (dati ARPAV)

	Marano di Valpolicella					Montecchia di Crosara				
	Temperatura (°C)			UR (%)		Temperatura (°C)			UR (%)	
	min.	med.	mas.	min.	mas.	min.	med.	mas.	min.	mas.
20/30 novembre 2012	7,7	10,0	12,8	59	93	5,6	9,8	14,0	63	98
1/10 gennaio 2013	2,7	6,2	10,4	52	93	0,5	4,4	9,4	62	98
20/31 dicembre 2013	5,4	7,5	9,8	68	92	4,5	7,7	10,9	71	99
1/10 gennaio 2014	4,3	6,2	9,1	70	94	2,5	5,7	9,5	76	100
25 novembre / 10 dicembre 2014	7,2	8,9	11,0	75	96	6,7	9,9	13,0	60	97
5/20 gennaio 2015	2,9	5,8	9,4	49	85	-1,0	4,2	10,0	59	97



DOCUMENTO TECNICO

denti studi sulle sue capacità infettive (Lorenzini e Zapparoli, 2015). La sintomatologia delle bacche colpite solo da *Aureobasidium* è caratterizzata dal disfacimento dei tessuti, inizialmente quelli interni che determinano il collasso della bacca con eventuale decolorazione dell'epidermide come nel caso della bacca rossa (Fig. 4T e U).

■ Per molti altri gruppi di funghi (per esempio *Cladosporium*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Nigrospora*) che si trovano frequentemente nelle uve appassite (Zapparoli e Lorenzini 2014; Lorenzini e Zapparoli, 2015) non abbiamo individuato acini infettati solamente o prevalentemente da ciascuno di questi generi. L'unico acino infettato principalmente da *Cladosporium* che abbiamo individuato (Fig. 4V) ha mostrato una sintomatologia differente da quella osservata in acini infettati artificialmente (Lorenzini e Zapparoli, 2015).

■ Lo sviluppo dei funghi nei fruttai si può manifestare in modo dissimile da quello in laboratorio a causa della difficile riproduzione delle reali condizioni termo-idrometriche e di ventilazione. È probabile che rispetto ai precedenti questi funghi siano meno aggressivi alle condizioni ambientali caratteristiche dei fruttai, ma solo ulteriori studi potranno meglio chiarire la loro epidemiologia.

DATI METEOROLOGICI

■ La contaminazione fungina dell'uva durante l'appassimento è prevalentemente di tipo secondario, con la quale l'infezione si trasmette da acino infetto a sano. Lo stato sanitario dell'uva prima della raccolta è, quindi, molto importante ai fini della sua preservazione in fruttajo e per questo è necessario destinare all'appassimento solo i grappoli completamente sani. Tuttavia anche un'accurata cernita dell'uva al momento della raccolta non può evitare le insidie derivate dalle infezioni latenti che possono manifestarsi durante il periodo post-raccolta, soprattutto se si instaurano condizioni favorevoli all'attività saprofitica dei funghi.

■ Il verificarsi di eventi meteorologici caratterizzati da frequente piovosità nel periodo successivo all'invaiaitura favorisce non solo lo sviluppo di patogeni nel vigneto ma anche l'incremento dell'incidenza di queste infezioni che, diventando sintomatiche,

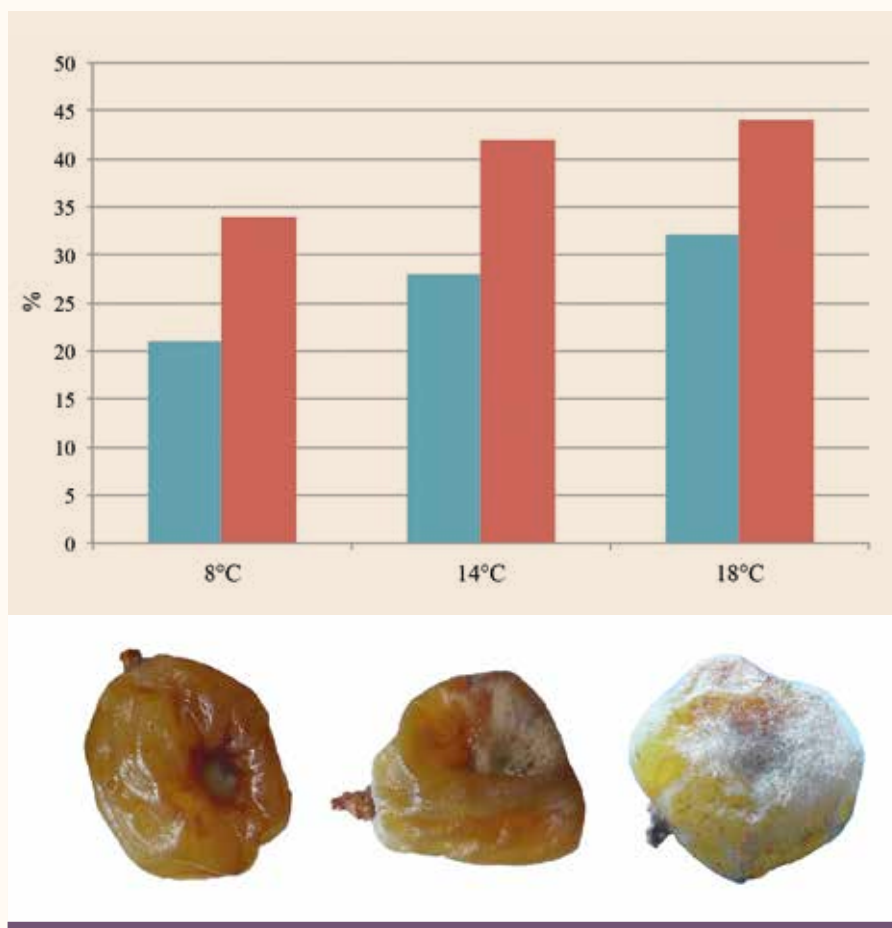
possono causare contaminazioni in fruttajo a detrimento dell'uva. Se alle avverse condizioni meteorologiche prima della raccolta si aggiungono anche quelle in post-raccolta (periodi con temperature significativamente sopra la media stagionale ed elevata umidità relativa dell'aria) la conservazione dell'uva in appassimento, soprattutto quello naturale, può essere facilmente compromessa.

■ La diffusa marcescenza osservata in alcuni fruttai della Valpolicella e della zona di Soave e di Gambellara nel triennio 2012-2014 sono attribuibili principalmente alle anomale condizioni meteorologiche registrate di questi anni. In Tab. 1 sono mostrate le temperature e i valori di umidità relativa (Servizio Meteorologico ARPAV – Veneto) di

alcuni brevi periodi di 10-15 giorni a Marano di Valpolicella (zona di produzione dei vini Valpolicella) e Montecchia di Corsara (zona di produzione dei vini Soave e limitrofa a quella dei vini Gambellara) che sono favorevoli allo sviluppo delle marcescenze fungine in fruttajo. Questi periodi hanno influito sulle medie dei mesi di riferimento che si sono discostati in modo significativo rispetto alle medie del periodo 1994-2014 (a loro volta più elevate – soprattutto gennaio, novembre e dicembre – del periodo 1961-1990) (dati non mostrati).

■ Se nella vendemmia 2014 le pesanti contaminazioni osservate nei fruttai sono state conseguenti all'avversa stagione estiva, eccezionalmente piovosa (alle quali è seguito un autunno molto caldo), le temperature

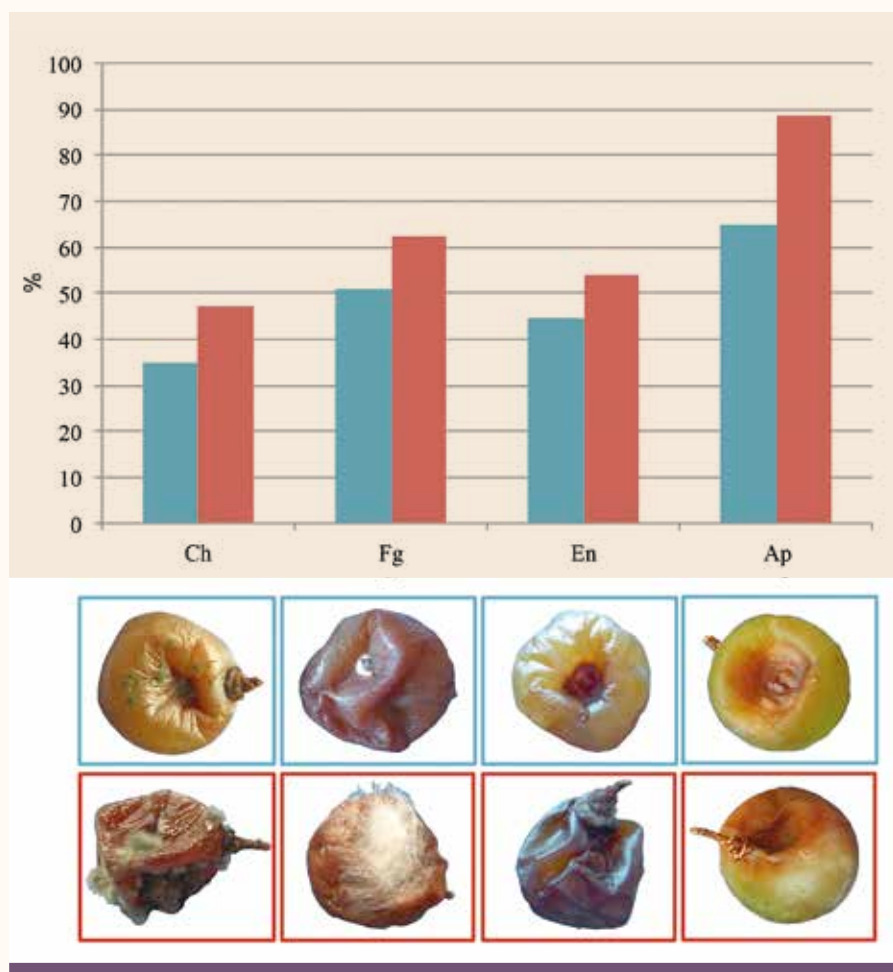
Fig. 6 - Indice di infettività (%) di due ceppi di *Alternaria alternata* (Aa1-colonne blu e Aa2-colonne rosse) su uva Garganega appassita in laboratorio mantenute alla temperatura di 8, 14 e 18°C e UR di 70-75% per 20 giorni. I riquadri mostrano un acino infettato da Aa2 rappresentativo di ciascuna delle condizioni





DOCUMENTO TECNICO

Fig. 7 - Indice di infettività (%) di *Cladosporium halotolerans* (Ch), *Fusarium graminearum* (Fg), *Epicoccum nigrum* (En) e *Aureobasidium pullulans* (Ap) su uva Garganega appassita in laboratorio mantenute alla temperatura di 8°C e UR di 70-75% (colonne blu) e a 14°C e 90-95% (colonne rosse) per 6 giorni. I riquadri mostrano un acino infettato rappresentativo di ciascuna delle condizioni



elevate registrate nell'autunno 2012 e 2013 hanno favorito l'attivazione di infezioni latenti e lo sviluppo di quelle secondarie, anche per l'attività dei moscerini (in particolare *Drosophila suzukii*), fattore di ulteriore diffusione della marcescenza acida e fungina (Mori *et al.*, 2014). Sebbene i dati meteorologici storici indicano che queste anomalie autunno-invernali si sono verificate anche in anni remoti, la loro crescente frequenza e i concomitanti effetti delle anomalie estive, caratterizzate da ondate di caldo, sulla fenologia della vite, tra i quali l'anticipazione della vendemmia, sono segnali che fanno presagire crescenti problematiche fitosanitarie durante l'appassimento in futuro.

PROVE SPERIMENTALI IN LABORATORIO

■ Per valutare l'incidenza delle attivazioni delle infezioni fungine latenti in uva in appassimento è stata condotta una prova preliminare che è consistita nel prelevare in fruttajo acini di Corvina dall'apparenza perfettamente sani a circa due mesi dalla raccolta ed incubarli a 14°C in piastre a settori sterili chiuse (un acino per settore nel quale l'umidità relativa è prossima al 100%). Sono state scelte due aziende della Valpolicella (distanti tra loro meno di 1000 metri) con regime di difesa della vite convenzionale (A) e biologica (B).

■ Lo sviluppo delle muffe sulla superficie degli acini è stato progressivo fino ad interessare tutte le bacche dell'azienda B già dopo 21 giorni e circa il 60% di quelle prelevate dall'azienda A dopo 28 giorni di incubazione (Fig. 5).

■ Questa analisi ha rilevato non solo l'importanza che temperatura e umidità relativa nei fruttai si debbano mantenere a valori tali da inibire o perlomeno rallentare i processi di germinazione e sviluppo degli agenti eziologici, ma anche ha enfatizzato le potenziali differenze tra regime di viticoltura convenzionale e biologica. Naturalmente quest'ultimo aspetto necessita di indagini approfondite data la mancanza di studi scientifici a riguardo. È probabile che i residui dei principi attivi sull'uva messa a dimora influiscano in modo significativo sulla microflora epifitica della bacca e sullo sviluppo dei patogeni. Inoltre, analogamente agli studi fatti in campo, sarebbe importante indagare sulla relazione tra residui dei fungicidi e ceppi resistenti presenti sull'uva in appassimento.

■ Per studiare meglio il fenomeno dell'incidenza della marcescenza dell'uva in appassimento in relazione alla variazione delle condizioni ambientali, si sono effettuate delle prove in laboratorio nelle quali la temperatura e/o l'umidità relativa è stata aumentata simulando una condizione meteorologica anomala.

■ La capacità infettiva di ceppi isolati da uve in appassimento è stata valutata seguendo un protocollo descritto in nostri precedenti lavori (Lorenzini e Zapparoli, 2014). In breve, sono stati utilizzati acini di Garganega freschi, sterilizzati superficialmente con una soluzione di acqua e ipoclorito di sodio, quindi inoculati all'interno della bacca con una sospensione di conidi e frammenti di ife praticando un foro nell'epidermide con il puntale di una micropipetta. Gli acini, messi in piastre a settori, sono stati poi incubati a differenti condizioni che simulano quelle di appassimento.

■ Con un ciclo costituito da 5 fasi (la I a 25°C per 50 ore, la II a 18°C per 50 ore, la III a 16°C per 50 ore, la IV 12°C per 100 ore e la V 8°C fino a raggiungere un calo peso di circa il 35% p/p e, a partire dalla IV fase, una umidità relativa mantenuta a 70-75%) si è riprodotto una condizione favorevole alla surmaturazione delle uve nella quale gli acini infettati da *Botrytis* (usato come fungo di riferimento) man-



tengono una fase di sviluppo endofitico. Per studiare gli effetti delle anomalie meteorologiche in autunno-inverno, dopo la V fase alcuni acini sono stati incubati a 14 o 18°C con UR costante di 70-75% per simulare un incremento significativo di temperatura, oppure a 14°C con UR >95% per un concomitante incremento di temperatura e umidità relativa. L'indice di infettività è stata determinata classificando gli acini infettati sulla base del grado di marcescenza e/o sviluppo miceliare su di essi.

■ Si è osservato come un aumento significativo di temperatura (durato 20 giorni con UR costante di 70-75%) abbia portato ad un incremento della patogenesi di *Alternaria alternata* fino al 30% a 14°C e 50% a 18°C rispetto a quella osservata a 8°C (Fig. 6). In un'altra prova, si sono evidenziati gli effetti dell'infezione di 4 differenti specie di funghi sugli acini dovuti all'aumento sia della temperatura (da 8 a 14°C) sia dell'UR (da 70-75% a oltre il 95%). La loro patogenicità è incrementata da un minimo del 21% (*Epicoccum nigrum*) ad un massimo del 36% (*Aureobasidium pullulans*) in soli 6 giorni (Fig. 7).

■ Per quanto le condizioni sperimentale siano distanti da quelle reali (elevata carica del patogeno inoculata mediante il fermento dell'acino, numero esiguo di acini utilizzati e, soprattutto, condizioni di appassimento che non riproducono fedelmente quelle del fruttajo – veloce cinetica di surmaturazione simulata e, in particolare, mancanza di ventilazione), queste prove sono indicative sulle conseguenze che autunni caldi potrebbero avere sull'incidenza della marcescenza fungina. Infatti, se il trend termico stagionale, caratterizzato da sempre più frequenti periodi di alte temperature nel periodo dell'appassimento, venisse confermato è lecito aspettarsi che la criticità rappresentata dalle contaminazioni fungine tenderà ad acuirsi. Il fenomeno potrà essere poi più o meno amplificato a seconda dei livelli di umidità che si registreranno degli stessi periodi anche se, a differenza della temperatura, perlomeno nel Veneto, i valori medi di piovosità negli ultimi anni non sembrano discostarsi significativamente da quelli dei periodi precedenti (dati ARPAV).

■ È da tener presente che anche a livelli di umidità relativa inferiori a 90% la germinabilità dei conidi può avvenire grazie all'imper-

teccibile condensazione che si forma sulla cuticola della bacca. L'asciugatura degli acini mediante la ventilazione (l'uso di ventilatori, spesso mobili, è assai diffuso tra le aziende) è quindi fondamentale poiché, abbassando anche la disponibilità di acqua libera (*aw*) nella bacca (un parametro essenziale per la germinabilità e la crescita del patogeno) ostacola lo sviluppo epifitico ed endofitico dei funghi.

■ È plausibile che l'assenza di ventilazione nelle nostre prove sperimentali abbia sovrastimato il grado di infettività dei ceppi influendo anche sulla sintomatologia. Infatti, sotto l'effetto della ventilazione lo sviluppo delle ife viene rallentato o, se già presente, il micelio viene seccato velocemente, per cui l'abbondante efflorescenza osservata su alcuni acini infettati in laboratorio (Figg. 6 e 7) potrebbe essere limitata solo nei fruttai privi di ventilazione o nei grappoli conservati distanti dalle ventole. Ulteriori studi dovranno tener conto del parametro "ventilazione" mettendolo in relazione con la variazione dei valori di acqua libera nella bacca nel corso dell'appassimento per stimare con maggiore attendibilità le potenzialità infettive delle muffe.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

■ Con la descrizione della sintomatologia dei marciumi fungini si sono evidenziati interessanti, e poco conosciuti, aspetti della fitopatologia che riguarda il processo di appassimento delle uve. Diversi gruppi fungini concorrono assieme alla muffa grigia alla marcescenza dell'uva con manifestazioni differenti in relazione alla loro patogenicità. Inoltre, sono stati forniti dati meteorologici degli ultimi anni di una specifica zona di produzione di vini passiti e risultati di prove, seppure preliminari e con limiti sperimentali, relativi ai possibili effetti del cambiamento climatico sull'incidenza delle marcescenze nel fruttajo, che pensiamo possano essere utili in previsioni future. Se le stagioni estive caratterizzate da ondate di calore potrebbero favorire buone od ottime annate, quelle autunnali non potrebbero essere altrettanto, soprattutto nel caso della produzione di vini ottenuti da uva appassita in modo naturale.

■ L'uso di camere termo-idro-condizionate potrà sicuramente ridurre il rischio di esporre

l'uva a queste anomalie meteorologiche ed è in parte comprensibile l'ottimismo di coloro, che dispongono di tale tecnologia, nel prevedere positivi effetti sulla qualità di determinati vini passiti, come l'Amarone.

■ Per coloro i quali vorranno mantenere l'appassimento in modo naturale, secondo le tradizioni locali, si potrebbero prospettare maggiori difficoltà nel mantenere elevato il livello qualitativo delle uve in presenza di condizioni sfavorevoli. Per ora grazie alla cura riservata dai produttori a questa delicata fase post-raccolta, la qualità dei vini passiti rimane elevata e crediamo siano in grado di affrontare queste evenienze anche in futuro. Tuttavia, rimane prioritario acquisire ulteriori dati di tipo causa-effetto relative allo sviluppo delle marcescenze durante l'appassimento e condurre ulteriori studi epidemiologici volti soprattutto a sviluppare strategie difensive sia in campo sia in fruttajo possibilmente sostenibili da un punto di vista ambientale. ■

BIBLIOGRAFIA

- Lorenzini M., Azzolini M., Tosi E., Zapparoli G. (2013) Postharvest grape infection of *Botrytis cinerea* and its interactions with other moulds under withering conditions to produce noble-rotten grapes. *J. Appl. Microbiol.*, 114: 762-770.
- Lorenzini M., Cappello M.S., Zapparoli G. (2015) Isolation of *Neofusicoccum parvum* from withered grapes: strain characterization, pathogenicity and its detrimental effects on passito wine aroma. *J. Appl. Microbiol.*, 119: 1335-1344.
- Lorenzini M., Zapparoli G. (2014) Characterization and pathogenicity of *Alternaria* spp. strains associated with grape bunch rot during post-harvest withering. *Int. J. Food Microbiol.* 186: 1-5.
- Lorenzini M., Zapparoli G. (2015). Occurrence and infection of *Cladosporium*, *Fusarium*, *Epicoccum* and *Aureobasidium* in withered rotten grapes during post-harvest dehydration. *Anton. Leeuw. Int. J. G.*, 108: 1171-1180.
- Mencarelli, F., Tonutti P. (2013) Sweet, Reinforced and Fortified Wines. Chichester, UK: Wiley & Sons, Ltd.
- Mori N, Marchesini E. (2014) Presenza di *Drosophila suzukii* su uve in fruttai nel Veronese. *L'Informatore Agrario*, 27: 53-56.
- Zamboni A., Minoia L., Ferrarini A., Tornielli G. B., Zago E., Delle Donne M., Pezzotti M. (2008). Molecular analysis of post-harvest withering in grape by AFLP transcriptional profiling. *J. Exp. Bot.* 59, 4145-4159.
- Zapparoli G., Lorenzini M. (2014) I funghi filamentosi nei fruttai: il caso studio della Valle dei Laghi. *L'Enologo*, 9, 85-90.

Si ringrazia il Servizio Meteorologico dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) per i dati forniti.