

DOCUMENTO
TECNICO

***Domenico Tiberi**
***Paolo Pietromarchi**
***Stefano Favale**
****Luna Centioni**
*****Fabio Mencarelli**

* CRA -ENC Unità di ricerca per
 le produzioni enologiche
 dell'Italia centrale

** Laurea in Viticoltura ed Enologia

*** Dipartimento Scienze e
 Tecnologia Agroalimentari,
 Università della Tuscia, Viterbo, Italia



L. Centioni

COME CONSERVARE LA COMPONENTE AROMATICA DELLE UVE DURANTE L'APPASSIMENTO CONTROLLATO

Il processo di appassimento determina modificazioni a carico dei principali parametri enochimici e dei metaboliti secondari nelle uve. Una sperimentazione condotta su uve Cesanese di Affile sottoposte ad appassimento in ambiente confinato con controllo della temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria, consente il mantenimento della dotazione aromatica primaria.

Introduzione

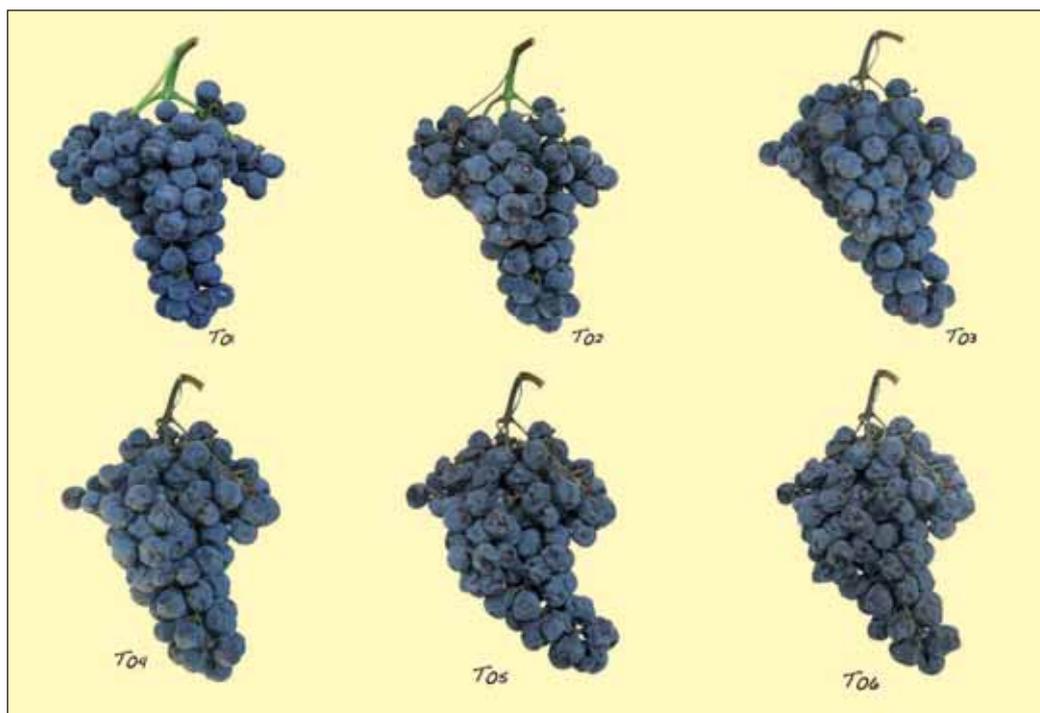
I composti volatili delle piante sono generalmente liquidi lipofili con alta pressione di vapore e, non coniugati, possono passare facilmente attraverso la membrana cellulare e evaporare nell'atmosfera. Tali composti volatili si formano da vie metaboliche secondarie dei metaboliti principali: la prima grande classe deriva dalla biosintesi degli isoprenoidi tra cui i terpeni, la seconda classe è formata da composti con un

anello aromatico e provengono dalla via metabolica dell'acido scichimico (eugenolo tipico dei chiodi di garofano, fenilacetaldeide tipico del frutto di pomodoro, benzaldeide della mandorla), la terza classe deriva dalla scissione ossidativa e decarbossilazione degli acidi grassi (composti C6). Altri composti derivano dalla degradazione dei carotenoidi o da quella di composti solforati come gli aminoacidi (Pichersky *et al.*, 2006).

L'aroma dell'uva è condizionato dalla presenza più o

meno importante di questi gruppi di composti e in qualche caso, alcuni di questi composti aromatici sono già caratterizzanti nell'uva come ad esempio nei Moscati. La varietà, la gestione del vigneto, l'esposizione dei grappoli, la maturazione, le condizioni climatiche influenzano la formazione di questi composti e dei precursori per la formazione di altri composti volatili che si liberano in vinificazione (Lund S.T. and Bohlmann J., 2006; Moio, 2006).

Diversi autori sostengono

Fig. 1 - Grappolo di Cesanese di Affile durante la fase di appassimento**Tab. 1 - Analisi chimiche dell'uva durante l'appassimento**

Analisi	T01	T02	T03	T04	T05	T06
Zuccheri (g/L)	232,0	243,8	290,0	313,3	356,2	396,3
Ac. Titolabile (g/L)	5,17	5,13	5,29	5,13	5,47	5,25
pH	3,61	3,66	3,60	3,76	3,77	3,72
Polifenoli Totali (mg/kg)	1538	1608	1652	1829	2114	1847
Antociani Totali (mg/kg)	899	868	790	1074	978	1006

che è possibile classificare le cultivar in diversi gruppi sulla base del contenuto di alcuni aromi varietali distintivi (Di Stefano R., 1996b; Rapp A., 1996; Mateo J.J. and Jimenez M., 2000).

Le diverse cultivar di *Vitis vinifera* possono essere catalogate in distinte classi di appartenenza: uve aromatiche, uve non aromatiche o *neutre* e ad aromaticità intermedia o semiaromatiche (Di Stefano, 1996a; Failla *et al.*, 2006); alla prima appartengono vitigni come i Moscati, l'Aleatico, il Gewürztraminer, i Brachetti, alcune Malvasie ed altri, mentre, alla seconda, numericamente più ampia, appartengono la maggior parte delle varietà di uva. I composti aromatici primari sono presenti in forma *libera*, molto abbondanti nelle uve aromatiche, e in forma *glicosilata*,

cioè non immediatamente percepibili, in tutte le varietà. Il caratteristico profumo ed aroma che viene percepito dai nostri sensi mentre si assaggiano uve appartenenti alla famiglia dei Moscati tale da permetterne il riconoscimento, è dato dalla frazione libera dei composti aromatici. Alcuni vitigni producono uve dotate di molecole chimiche odorose che tuttavia all'assaggio non forniscono le sensazioni aromatiche caratteristiche della cultivar perché esse vengono rese percepibili, dopo idrolisi chimica e/o enzimatica, durante le fasi prefermentativa e fermentativa come nel Sauvignon, ad esempio. Rilevante è l'importanza che esse rivestono dal punto di vista enologico in quanto costituenti potenziali ed effettivi del bouquet del vino, insieme agli aromi

che si generano nel corso delle fermentazioni e dell'affinamento. Pertanto, l'aroma del vino è conseguenza sia dei fattori di campo che delle tecniche di vinificazione che includono anche il lievito utilizzato e il tipo di affinamento.

Di recente, particolare attenzione è stata data anche al ruolo che può esercitare la tecnica di appassimento sulla sintesi dei precursori o proprio sulla formazione di composti aromatici varietali (Mencarelli *et al.*, 2006). Infatti la gestione accurata dello stress idrico dopo la raccolta può enfatizzare alcuni aromi tipici della varietà a seguito del loro ruolo come messaggeri in caso di condizioni di stress nell'ambito di un meccanismo generale di difesa. A questo proposito, studi condotti sul Cesanese di

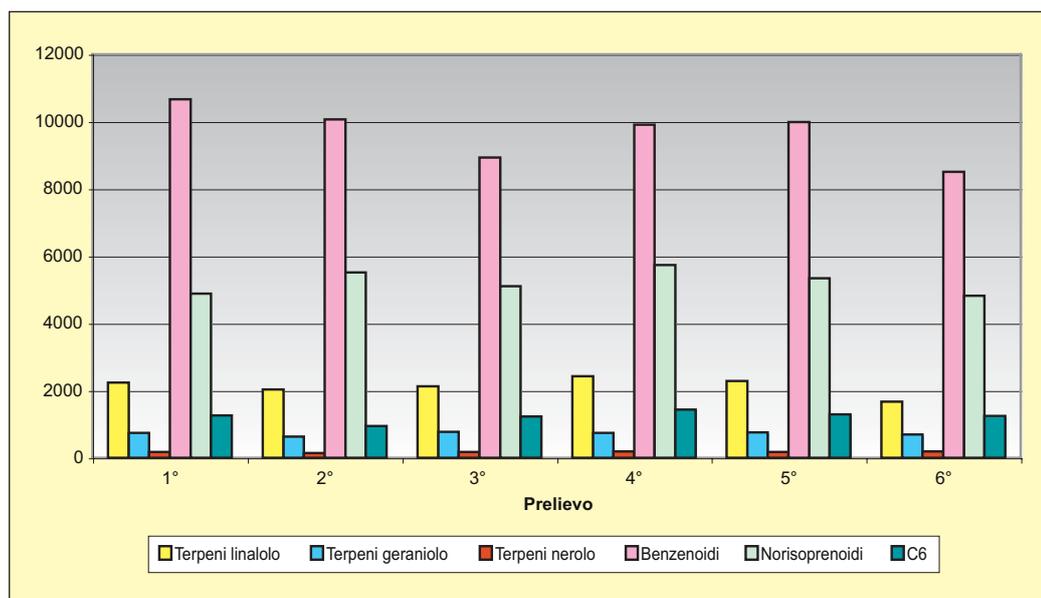
Affile, sottoposto ad appassimento in tunnel a basse temperatura e UR (umidità relativa), hanno dimostrato che vi sono effetti positivi caratterizzanti sul profilo polifenolico e aromatico del vino passito (Pietromarchi *et al.*, 2007).

In questo lavoro ci siamo proposti di indagare analiticamente sulle variazioni a carico dei principali metaboliti secondari con particolare attenzione alla frazione aromatica primaria su uva Cesanese di Affile nel corso della disidratazione condotta a bassa temperatura e umidità relativa per tutta la durata del processo.

Materiali e metodi

La prova è riferita alla vendemmia 2007 e le uve utilizzate provengono dall'areale viticolo di Olevano Romano ed erano alla raccolta in perfetto stato sanitario. Durante la fase di maturazione, si è proceduto a monitorare analiticamente le uve, al fine di stabilire la giusta epoca di raccolta, con periodici e randomizzati prelievi di acini. Si è proceduto alla vendemmia, eseguita con raccolta manuale e cernita in campo dei grappoli, essi sono stati delicatamente posti in apposite cassette forate e trasportati presso la struttura del CRA-ENC, dove ha avuto luogo la prova. Dopo le operazioni di pesatura delle cassette e campionamento degli acini, per le esecuzioni delle analisi chimico-fisiche, le cassette sono state disposte all'interno del tunnel ed avviate alla fase di appassimento durato cinque settimane.

Le impostazioni operative d'esercizio del tunnel sono state le seguenti: temperatura 10°C, umidità relativa 45% e velocità dell'aria 1,2 m/s. I campionamenti sono stati eseguiti su tutte le cassette, escluse quelle utilizzate per la determinazione del calo peso; è stato effettuato un prelievo randomizzato per un totale di 500 acini muniti di pedicello. Dai 500 acini, sono

Grafico 1 - Andamento delle classi e sottoclassi dei composti aromatici nelle bucce durante il processo di appassimento ($\mu\text{g}/\text{kg}$ in peso secco)

stati prelevati 100 acini divisi in due parti per l'analisi dei polifenoli totali in doppia ripetizione, 100 acini per le analisi dei composti varietali e 15 acini da destinare alla determinazione del peso secco eseguito in stufa a 105°C. Ognuna delle aliquote campionate, dopo pesatura con bilancia tecnica Gibertini mod. EU-C502, sono state trattate secondo quanto previsto dai protocolli delle rispettive metodiche analitiche. I restanti acini sono stati spremuti, per ottenere mosto da analizzare. Sul mosto ottenuto si è preceduto alla determinazione del tenore zuccherino, pH, acidità titolabile, acido tartarico, acido malico, acido citrico e potassio. Le analisi chimico-fisiche eseguite sono state effettuate secondo le metodiche ufficiali riportate sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L272 del 3/10/90, Regolamento CEE n. 2676/90, allegato 5. La determinazione degli acidi malico e citrico sono state eseguite con i kit enzimatici.

I composti varietali sono stati determinati secondo le metodiche proposte da Di Stefano (1996a, 1996b). Le bucce sono state poste in beuta da 250 mL contenente 25 mL di metanolo per circa 12 ore e sono state omogenizzate per

un minuto e centrifugate a 4000 rpm a 10°C per 15 min per due volte consecutive: nella prima l'omogenato, nella seconda il sedimento risospeso in 50 mL di H₂O. Il surnatante ottenuto da ogni centrifugazione è stato versato in matraccio tarato da 250 mL, portato a volume con H₂O e congelato a -25°C. Dopo trattamento con il 2% v/v di polivinilpirrolidone (Polyclar AT®, BDH Chemicals Ltd Poole, England) e centrifugazione a 4000 rpm a 10°C per 15 min, a 200 mL dell'estratto diluito 1:2 con H₂O sono stati aggiunti 200 μL di standard interno (2-ottanolo 54,5 mg/L in metanolo/H₂O 20% v/v).

La frazione dei varietali glicosilati (Di Stefano R., 1996a) è stata eluita con 30 mL di metanolo e dopo evaporazione a bassa temperatura 30-35°C e bassa pressione (Rotavapor RE120, Büchi) è stata ripresa con 5 mL di tampone citrato-fosfato a pH 5,0 e sottoposta ad idrolisi enzimatica con aggiunta di 200 μL di enzima ad attività β -glucosidasi (Cytolase, Genencor) a 40°C per 24 ore. Al termine del periodo d'incubazione, 200 μL di standard interno (1-eptanolo 67,6 mg/L in metanolo/H₂O 20% v/v) sono stati aggiunti al campione. Dopo adsorbimento su C18 da

1g (Bakerbond spe™ Columns, J.T. Baker-USA), ed attivazione con 3 mL di metanolo, si è provveduto al lavaggio con 5 mL di H₂O e all'essiccazione della cartuccia con N₂, all'eluizione con 6 mL di CH₂Cl₂ e all'evaporazione in corrente di N₂ fino ad un volume finale di circa 1 mL, quindi congelamento a -25°C fino all'espletamento dell'analisi. I composti varietali sono stati determinati mediante GC-MS: GC HP 5890 Serie II e MS HP 5972, colonna HP-Innowax 30 m x 0,25 mm x 0,25 μm , volume iniettato 2 μL , splitless, flusso di He 1 mL/min; temperatura iniziale 30°C per 2 minuti, programmata 30°C/min da 30°C a 60°C, 2°C/min a 160°C, 3°C/min a 230°C, isoterma per 10 min.

Le quantità dei singoli composti varietali sono state espresse in $\mu\text{g}/\text{kg}$ di uva e sono state determinate sulla base di curve di calibrazione, ottenute con il metodo dello standard interno, per i seguenti composti commerciali: 1-esanolo (BDH); alcol benzilico, benzaldeide, eugenolo, geraniolo, linalolo, nerolo (Fluka); 2-feniletanolo, cis-3-esenolo, α -terpineolo e β -citronellolo (Merck). Tutti gli altri sono stati espressi come μg di linalolo/kg di uva.

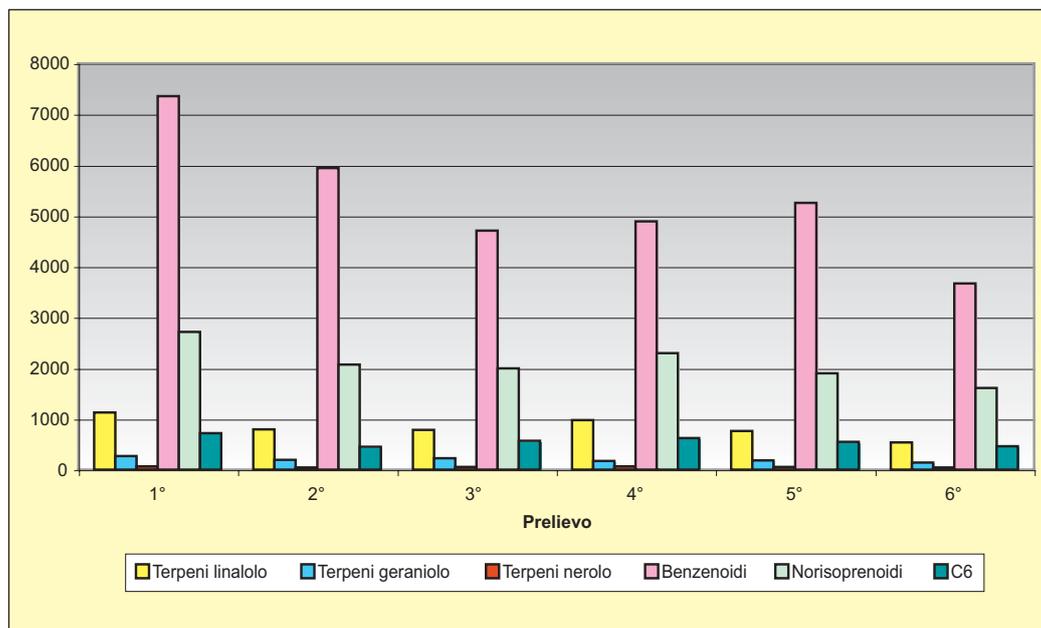
Risultati e discussioni

Nella Tab. 1 vengono riportati i valori relativi ad alcuni dei parametri enochimici riferiti ai prelievi sulle uve effettuati a cadenza settimanale dall'entrata in tunnel (T01) fino al termine dell'appassimento (T06).

Il calo peso delle uve al termine della prova è stato pari a circa il 40% e gli zuccheri, a seguito dell'effetto concentrazione, sono aumentati di oltre il 70%.

I valori relativi all'acidità titolabile, con una certa variabilità, sono rimasti pressoché costanti mentre a carico del pH si registra un incremento, fenomeno già constatato (Di Mambro et al. 2008) e dovuto all'effetto tampone

Grafico 2 - Andamento delle classi e sottoclassi dei composti aromatici nelle polpe durante il processo di appassimento ($\mu\text{g}/\text{kg}$ in peso secco)



del succo di uve appassite che, a seguito del forte rilascio di cationi salifici gli acidi deboli, impedendo così al pH di abbassarsi nonostante le variazioni di acidità.

I polifenoli totali fino al 5° prelievo (T05) hanno fatto registrare un progressivo aumento, gli antociani hanno avuto un andamento altalenante e comunque, per entrambi, si registra un incremento al termine dell'appassimento rispetto ai valori iniziali.

Nonostante un calo peso significativo (37,5%), come si evince dall'osservazione della Fig. 1, che riporta in sequenza le foto relative allo stesso grappolo scattate ad ogni prelievo, possiamo notare come la disidratazione degli acini sia avvenuta in maniera omogenea.

Questo è l'effetto dell'impiego della bassa temperatura e quindi di lunghi tempi di disidratazione. Infatti come osservato in precedenza (Wang N. and Brennan J.G., 1995), il movimento del vapor acqueo verso l'esterno avviene alla stessa velocità su tutto lo spessore dell'acino a differenza che nei tempi veloci di disidratazione in cui il movimento è più rapido sulla superficie e questo determina la formazione di una barriera al successivo movimento, ren-

dendo disomogenea la disidratazione.

Per quanto attiene alla componente aromatica si procede all'esame descrittivo della variazioni registrate, durante l'appassimento, rispettivamente nelle bucce e nelle polpe della cultivar oggetto di studio. Le quantità relative ai composti chimici sono espresse come $\mu\text{g}/\text{kg}$ in peso secco (ps).

Componente aromatica

Come proposto da Di Stefano (1996a) si è proceduto ad una classificazione chimica dei composti varietali delle uve e riportati in ordine decrescente di concentrazione: benzenoidi, norisoprenoidi, terpenoli e alcoli C6.

I benzenoidi rappresentano la classe a concentrazione più elevata e, nelle polpe, è più che doppia rispetto alle bucce (7352 contro 3312 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in ps). Questa notevole differenza è dovuta in prevalenza all'elevata presenza di acido benzoico nelle polpe. La classe dei benzenoidi nelle bucce è rappresentata per il 44% dai non sostituiti (alcol benzilico, 2-feniletanolo e acido benzoico), il 41% è rappresentata dai disostituiti (acetovanillone, zingerone,

vanillina, alcol vanillico, metil vanillato, butirrovannillone e alcol omovanillico), mentre gli altri rappresentano il restante 15%; nelle polpe tali percentuali sono rispettivamente 56%, 29% e 15%.

I norisoprenoidi, per concentrazione costituiscono la seconda classe di composti, percentualmente il vomifoliolo è presente con il 74% nelle bucce e con l'84% nelle polpe. La concentrazione dei composti 3-cheto- α -ionolo, 3-OH- β -ionone e 3-OH- β -damascone risulta essere simile sia nelle bucce che nelle polpe.

I terpeni sono i composti più studiati e dei quali è nota l'importanza ai fini della classificazione aromatica della cultivar, essi rappresentano quantitativamente la terza classe.

Vista la loro importanza, abbiamo ritenuto utile considerare questa classe di composti suddivisa in tre sottoclassi: del linalolo, del geraniolo e del nerolo (Di Stefano, 1996a). La sottoclasse del linalolo con il 63% e 75%, rispettivamente nelle bucce e nella polpa, è la più abbondante; in termini quantitativi il maggior contributo è fornito dagli isomeri cis/trans 8-OH-linalolo e dal diendolo1. È inoltre interessante notare come nelle bucce il cis-8-OH-li-

nololo con 430 $\mu\text{g}/\text{kg}$ costituisce il composto a più elevata concentrazione, segue il trans-8-OH-linalolo con 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$ e il diendolo1 con 215 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Nelle polpe prevale, con 424 $\mu\text{g}/\text{kg}$, il diendolo1 mentre il cis-8-OH-linalolo, con 191 contro 258 $\mu\text{g}/\text{kg}$, è quantitativamente minore del trans-8-OH-linalolo.

Il geraniolo risulta il composto più abbondante all'interno dell'omonima sottoclasse, nelle bucce con 290 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pari al 30% sul totale, rappresenta quantitativamente il secondo terpenolo mentre è il quarto nelle polpe con 165 $\mu\text{g}/\text{kg}$ pari al 20% sul totale. Infine, il nerolo con 62 e 45 $\mu\text{g}/\text{kg}$ rappresenta nelle bucce e nelle polpe rispettivamente il 7 e il 5%.

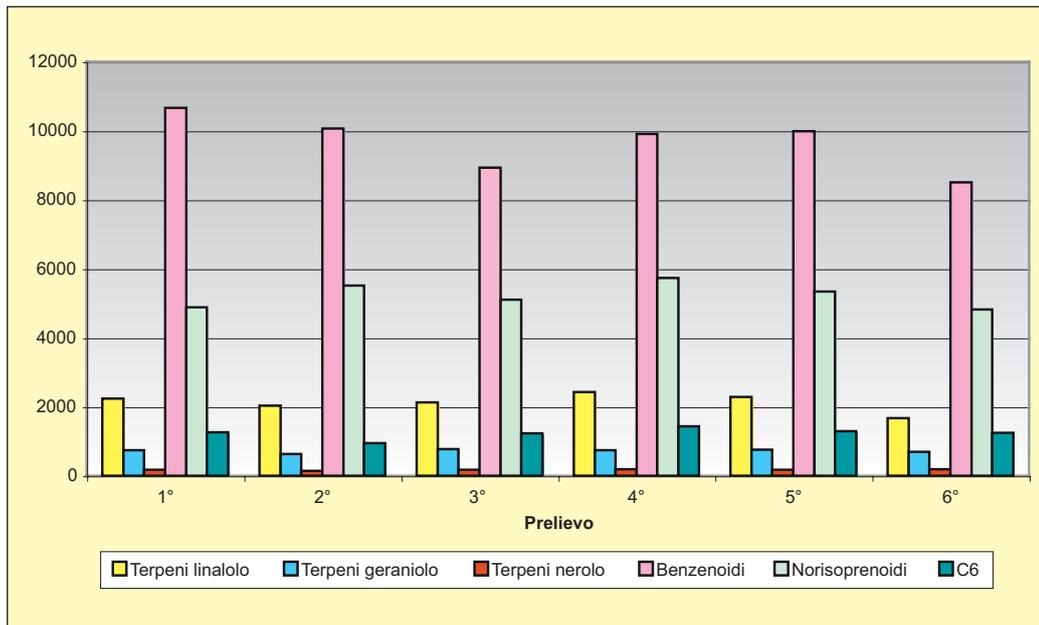
Gli alcoli C6 costituiscono la quarta ed ultima classe comprendente anche l'aldeide trans-2-esenale, al contributo di quest'ultima si deve sostanzialmente il maggior contenuto di alcoli C6 nella polpa; infatti le concentrazioni di n-esanolo e cis-3-esenolo, seppur leggermente superiori nelle polpe, sono simili.

Nel corso dell'appassimento aumentano nelle bucce tutte le classi di composti: i benzenoidi, i norisoprenoidi, i terpenoli e gli alcoli C6 mentre nelle polpe assistiamo ad una diminuzione. Tuttavia, c'è da rilevare l'esistenza di fluttuazioni che, a seconda del composto preso in esame, risultano essere più o meno marcate.

In considerazione dell'incremento dei composti aromatici nelle bucce e del decremento nelle polpe registrati durante l'appassimento, procediamo separatamente ad una loro valutazione come riportato nei Grafici 1 e 2 dove gli istogrammi riassumono le diverse classi e sottoclassi di composti.

Nelle bucce (Graf. 1), la classe dei terpenoli mostra un incremento fino al quinto prelievo dove raggiunge una concentrazione di 2223 $\mu\text{g}/\text{kg}$, per poi diminuire sensibilmente fino al valore di 1837 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nell'ultimo prelievo, valore comunque superiore a quello di inizio prova (1681 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Grafico 3 - Somma dei valori delle varie frazioni aromatiche nell'acino durante l'appassimento ($\mu\text{g}/\text{kg}$ in peso secco)



Considerando singolarmente ognuna delle tre sottoclassi che la compongono, notiamo come quella del linalolo raggiunga la massima concentrazione al quinto prelievo per poi subire una sensibile diminuzione. Per i composti afferenti alla sottoclasse del geraniolo si registra la massima concentrazione nel quarto prelievo per poi stabilizzarsi. Infine, la sottoclasse del nerolo seppur poco presente si mostra stabile con una tendenza all'incremento nel corso della nostra prova.

La classe dei benzenoidi raggiunge la massima concentrazione nel quarto prelievo, mentre nei prelievi che seguono, seppur con delle fluttuazioni, tende a stabilizzarsi.

Interessante è il comportamento dei composti appartenenti alla classe dei norisoprenoidi, che dagli iniziali $2181 \mu\text{g}/\text{kg}$ raggiungono, già al secondo prelievo, $3438 \mu\text{g}/\text{kg}$ per poi restare sostanzialmente stabili. All'interno della classe degli alcoli C6 c'è da rilevare che a fronte di un aumento della concentrazione del n-esanolo e del cis-3-esenolo fa riscontro un calo dell'aldeide trans-2-esenale, a dimostrazione che durante l'appassimento si ha una fase di trasformazione dei composti della perossidazione lipi-

dica da aldeidi ad alcoli come già osservato da Santonico M., et al. (2010).

Tuttavia, c'è da rilevare che gli andamenti osservati per le diverse classi di sostanze sono molto utili ai fini di una descrizione generale, ma non indicano l'evoluzione nel tempo dei singoli composti afferenti alla classe esaminata. Esempificando, la concentrazione dell'alcol benzilico e del 2-feniletanolo, cresce nel corso dell'appassimento mentre si registra un decremento generalizzato a carico dei benzenoidi a partire dal quarto prelievo; l'acido benzoico mostra, con sensibili fluttuazioni, un calo tendenziale.

Nel Graf. 2 riportiamo quanto registrato nella polpa degli acini nel corso della prova. La classe dei terpenoli decresce sensibilmente (50% circa) registrando delle fluttuazioni all'interno delle tre sottoclassi. La classe dei benzenoidi mostra un decremento molto sensibile dall'entrata in tunnel passando dagli iniziali 7353 ai $3670 \mu\text{g}/\text{kg}$. Simile andamento si evidenzia anche per i norisoprenoidi con un calo del 68% circa rispetto al valore iniziale. Per quanto riguarda la classe degli alcoli C6 si osserva una forte riduzione dell'aldeide

trans-2-esenale, da 140 a $19 \mu\text{g}/\text{kg}$, mentre di lieve entità risultano le diminuzioni di n-esanolo e cis-3-esenolo.

Nel Graf. 3 riportiamo le somme relative alle diverse classi di composti, presenti nelle bucce e nelle polpe, per riassumere il comportamento complessivo nel corso del processo di disidratazione. Dall'osservazione emerge che per la sottoclasse del linalolo si registra una diminuzione del 9% circa dopo la prima settimana, a cui segue un tendenziale incremento fino al quinto prelievo per poi subire una perdita del 25% circa nell'ultimo. La sottoclasse del geraniolo presenta un andamento altalenante per tutto il processo facendo registrare al termine una perdita inferiore al 7%.

I benzenoidi denotano un trend in leggera flessione fino al quinto prelievo (6%) per poi manifestare un accentuato decremento (20% circa rispetto ai valori iniziali). La concentrazione dei norisoprenoidi si mantiene pressoché costante facendo però registrare un incremento del 17% (quarto prelievo) come valore massimo di concentrazione. Gli alcoli C6 al termine presentano valori simili a quelli iniziali, con andamenti oscillanti nel corso della prova.

Considerazioni conclusive

Al termine della prova sperimentale è emerso che la tecnica e le condizioni di appassimento da noi condotto in tunnel termo-igrocondizionato impostato a 10°C di temperatura, 45% umidità relativa e $1,2 \text{ m/s}$ come velocità dell'aria, hanno permesso di preservare la dotazione aromatica dell'uva fresca. Si è osservato che in queste condizioni operative fino ad una perdita di peso intorno al 30% sono stati registrati, degli incrementi per la sottoclasse del linalolo e la classe dei norisoprenoidi C13; l'ulteriore appassimento ne determina una diminuzione. È interessante osservare come si registri un andamento opposto nella buccia e nella polpa circa l'accumulo dei composti volatili, che aumentano nella prima e diminuiscono nella seconda, con il progredire dell'appassimento. L'effetto è particolarmente evidente nei benzenoidi e nei norisoprenoidi ma è osservabile anche nelle altre frazioni.

Questo evento fa pensare ad un trasferimento dei composti volatili dalla polpa alla buccia a seguito del movimento dell'acqua verso l'esterno. Ricordiamo che essendo i valori calcolati sul peso secco, gli aumenti e le diminuzioni non sono influenzate dalla perdita di acqua ma rappresentano sintesi o degradazione. Per cui, oltre al trasferimento, l'aumento nella buccia potrebbe essere dovuto anche alla maggior sintesi considerando l'importanza biologica che la buccia ha nel rilascio di composti volatili e, quindi, in condizioni di stress, la forte attivazione di tali composti secondari conosciuti come messaggeri (Lund S.T. and Bohman J. 2006)

Sulla base dei risultati analitici emersi, si delinea un quadro completo che in funzione dell'obiettivo enologico può risultare utile al tecnico, per decidere il momento più idoneo alla vinificazione. Confrontando le concentrazioni dei vari composti ad ini-

zio e fine processo si registrano perdite molto contenute e le bacche si mostrano integre e prive di attacchi fungini. ■

Bibliografia

Barbieri V. (2005) I passiti della Liguria. *VigneVini* 9, 36-37.

Barbieri V. (2006) I passiti di Trentino e Alto Adige. *VigneVini* 1/2, 42-44.

Barbieri V. (2005) I passiti dell'Emilia Romagna. *VigneVini* 11, 40-42.

Borsa D., Di Stefano R. (2000) Evoluzione dei polifenoli durante l'appassimento di uve a frutto colorato. *Riv. Viticol. Enol.* 4, 25-35.

Borsa D., Di Stefano R. (2006) Composti aromatici varietali di grappe e distillati d'uva da monovitigno. *Riv. Viticol. Enol.* 1, 37-56.

Botondi R., Vailati M. (2005) Aspetti sanitari degli ambienti di appassimento delle uve. *VQ* 6, 56-62.

Cagnasso E., Caudana A., Rolle L., Gerbi V. (2005) Profili di maturazione e scelte di vinificazione per la valorizzazione varietale. *Suppl. L'Informatore Agrario* 14, 23-26.

Colugnati G., Cattarossi G., Crespan G. (2005) Componente fenolica ed aromatica del Merlot. *L'Informatore Agrario* 23, 61-66.

Di Mambro D., Massantini R., Mencarelli F. (2008) Miglioramento della qualità del vino Merlot in annate sfavorevoli mediante parziale disidratazione in condizioni controllate. *Industria delle bevande.* 214(37), 114-121.

Di Stefano R., Cravero M. C., Gentilini N. (1989) Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini. *L'Enotecnico* 25, (10), 83-89.

Di Stefano R. (1996a) Composti volatili prodotti dai lieviti. Relazione tenuta al corso di aggiornamento A.E.I. "Gli aromi in enologia: il punto sulle nuove conoscenze d'indirizzo applicativo" Milano. *Annali dell'Istituto Sperimentale per l'Enologia, Asti XXVI*, 17-32.

Di Stefano R. (1996b) Metodi chimici per la caratterizzazione varietale. *Riv. Viticol. Enol.* 1, 51-56.

Di Stefano R., Borsa D., Gentilini N., Corino L., Tronfi

S. (1997) Evoluzione degli zuccheri, degli acidi fissi e dei composti fenolici dell'uva durante l'appassimento in fruttajo. *Riv. Viticol. Enol* 1, 33-41.

Eberle D., Bezzo G., Di Stefano R. (2007) Studio dell'appassimento di uva Moscato bianco in fruttajo condizionato, nella zona di Asti. *Riv. Viticol. Enol* 2, 33-57.

Failla O., Brancadoro L., Rossoni M., Scienza A. (2006) Le sostanze aromatiche nella bacca. *Suppl. L'Informatore Agrario* 14, 6-10.

Favale S., Tamborra P., Garofolo A., Comandini M. C., Ciolfi G. (2006) La componente varietale nelle bucce della cultivar Cesanese di Affile: attività glicosidica delle bucce ed evoluzione nel tempo in differenti condizioni di conservazione. *Riv. Viticol. Enol.* 4, 15-22

Fregoni M. (2006) Caratteri genetici e viticolo ambientali caratterizzanti l'idoneità all'appassimento delle uve. *www.Phytomagazine.com* 15, 13-18.

García Moruno E. Ribeldone M., Di Stefano R. (2000) L'idrolisi dei glicosidi terpenici della buccia dell'uva nella preparazione del mosto base delle uve aromatiche a frutto colorato. *Riv. Viticol. Enol.* 1, 27-36.

Garofolo A., Perini V., Cedroni A., Pietromarchi P. (2004) Produzione di vino rosso da dessert ottenuto da uve passite di "Cesanese di Affile". *Atti Convegno "La ricerca viticola ed enologica: opportunità di sviluppo e promozione del territorio"*. Velletri 17 dicembre

Garofolo A., Favale S., Proietti D., Tiberi D., Cedroni A., Pietromarchi P. (2007) Caratterizzazione dell'uve e dei vini ottenuti da precloni della cv. di Cesanese d' Affile. *VigneVini* 9, 84-91.

Lund S.T., Bohlmann J. (2006) The molecular basis for wine grape quality-A volatile subject. *Science* 311, 804-805.

Manzi L. (1998) *La Viticoltura e l'enologia presso i romani*. Quasar editore, 163-184.

Marenghi M. (2002) Vini passiti: l'oro del mediterraneo. *VigneVini* 4, 71-74.

Mateo JJ, Jimenez M. (2000). Monoterpenes in grape juice and wines. *J. Chromatogr. A.* (881, 1-2): 557-567.

Mattivi F. (2006) I poli-

fenoli nei vini italiani: qualità e quantità. *Suppl. "Il Corriere Viticolo"* 13, 80-98 (Enotria).

Mencarelli F., De Santis D., Bellincontro A., Prospero P., Botondi R., Tiberi D. (2006) Controllo accurato dell'ambiente di appassimento per la valorizzazione di uve di varietà autoctone dell'Italia centrale destinate alla produzione di vini dolci. *Convegno Nazionale "Vitigni Autoctoni Minori"*, Torino 30 Novembre-1 Dicembre.

Moio L. (2006) Dall'uva alla bottiglia: l'aroma varietale nei vini bianchi e rossi come proteggerlo conservarlo incrementarlo. *L'Enologo* 9, 107-112.

Moreno J.J., Cerpa-Calderon F., Cohen S.D., Fang Y., Qian M., Kennedy J.A. (2008) Effect of postharvest dehydration on the composition of pinot noir grapes (*Vitis vinifera* L.) and wine. *Food Chemistry* 109, 755-762.

Pichersky E., Noel J. P., Dudareva N. (2006) Biosynthesis of Plant Volatiles: Nature's Diversity and Ingenuity. *Science* 311, 808-811

Pietromarchi P., Tiberi D., Bellincontro A., Mencarelli F. (2007) Cesanese passito? In tunnel e a bassa temperatura. *VQ* 8, 58-62.

Rapp A. (1996). Volatile flavour of wine: correlation between instrumental analysis and sensory perception. *Nahrung* 6,351-363.

Santonico M., Bellincontro A., De Santis D., Di Natale C., Mencarelli F. (2010) Electronic nose to study postharvest dehydration of wine grapes. *Food Chem.* 121, 789-796.

Scienza A. (2006) *Atlante dei vini passiti italiani*. Gribaudo.

Tamborra P. (2007) Aromi varietali di alcune uve coltivate nel sud d'Italia. *Riv. Viticol. Enol.* 1, 17-23.

Versini G. Della Serra A., Carlin S., Moser S., Nicolini G., Barchetti P. (2006) Gli aromi primari del vino nella realtà del Nord Italia. *Suppl. L'Informatore Agrario* 14, 21-24.

Wang N., Brennan J.G. (1995) Changes in structure, density and porosity of potato during dehydration. *J. Food Eng.* 24, 61-67.

Zironi R., Ferrarini R., (1987) La surmaturazione delle uve destinate alla vinificazione. *VigneVini* 4, 31-45.