

- Effetti della vendemmia di uve a temperatura “elevata” sulla qualità del vino
- come affrontare al meglio la lavorazione di uve grandinate
- il concetto di “maturità” dell’uva: fenolica, aromatica, tecnologica...
- alcune novità dal mondo enologico

### **Il concetto di “maturità” dell’uva: fenolica, aromatica, tecnologica...**

La maturità dell’uva, come la maturità degli altri frutti è, verosimilmente, legata alla maturità del seme che si può considerare uno dei mezzi più utilizzati dalle piante per la riproduzione. Attraverso il seme la pianta può colonizzare l’ambiente anche a distanze notevoli dal luogo in cui essa si trova, grazie agli animali o agli agenti atmosferici che hanno la funzione di trasportatori. Perché possano esercitare questa funzione, gli animali devono ingerire il frutto e questo deve attraversare senza danni il tubo digerente. Il seme, di conseguenza deve essere ben lignificato e duro e il frutto tale da essere appetibile. Già nel 50 dopo Cristo il legame della maturità dell’uva con le caratteristiche del seme, era noto a Columella che procedeva alla vendemmia proprio quando il seme diventava di color bruno, era lignificato e aveva conseguito un buon livello di resistenza all’azione degli agenti chimici e fisici esterni. L’appetibilità del frutto è legata all’accumulo di zuccheri, al rammollimento della polpa, alla diminuzione dell’acidità della polpa, alla colorazione della buccia, alla diminuzione dell’astringenza dei tannini della buccia e dei semi. Probabilmente non si tratta di un momento preciso ma di un periodo più o meno lungo in cui hanno corso questi eventi. Dal punto di vista biochimico questo insieme di osservazioni sensoriali si traduce a) nell’aumento del volume e del peso dell’acino (fig. 1), nella sintesi di una quantità rilevante di zuccheri, nel consumo di una parte dell’acido malico, nella salificazione degli acidi (diminuzione dell’acidità totale, aumento del pH) (fig. 1), b) nella parziale idrolisi delle pectine della polpa, dei polisaccaridi e delle proteine parietali e delle proteine di membrana ad opera di enzimi endogeni che intervengono proprio quando inizia il periodo della maturazione, c) nell’inizio della sintesi degli antociani, nelle uve colorate (figg. 2a,b), e dei flavonoli (fig. 3) (in realtà la sintesi della quercetina è già iniziata fin dalla fioritura), d) nella sintesi degli aromi (fig. 4 e 5), e) nell’inizio delle reazioni di ossidazione che portano all’insolubilizzazione di una parte dei tannini dei semi (figg. 6 e7). Quando inizia la maturazione, la sintesi dei tannini (proantocianidine) a livello di buccia e di semi, probabilmente, è già terminata (fig. 8) (le sintesi delle proantocianidine, degli acidi idrossicinnamici legati all’acido tartarico iniziano a livello di fiore) e man mano aumenta la capacità di diffusione dei composti fenolici (in particolare antociani e tannini) in fase acquosa, quando gli acini vengono schiacciati. Questo evento è legato alla minor possibilità che i composti fenolici hanno di legarsi alle strutture polisaccaridiche e proteiche delle pareti e alle proteine di membrana a causa dell’idrolisi che essi subiscono (in realtà

Hanlin et al., 2010, ipotizzano un aumento della possibilità di interazioni molecole polimeriche – polifenoli, man mano che le reazioni idrolitiche procedono). Probabilmente l'imbrunimento e l'insolubilizzazione dei tannini dei semi sono dovuti a reazioni radicaliche (Kennedy et al., 2000). Considerato che, a livello di semi, si osserva la graduale diminuzione dell'estraibilità di tutte le classi di flavanoli (monomeri oligomeri e polimeri) (fig. 6 e 7), si deduce che esse vengano nella totalità interessate alle polimerizzazioni ossidative. Dal punto di vista analitico, non si osserva un aumento del mDP delle procianidine dei semi. Esso si mantiene basso se determinato per fluoroglucinolisi ma non con altre tecniche di frazionamento (fig. 8 e 9) La diminuzione dell'astringenza dei tannini delle bucce certamente non è legata all'aumento del loro mDP che anzi diminuisce durante il corso della maturazione (fig. 10a,b,c; fig. 8c; fig. 11) (la diminuzione del mDP delle proantocianidine della buccia può essere solo apparente ed effettivamente aumentare; infatti le molecole a più elevata massa molecolare originatesi dai processi di polimerizzazione potrebbero non essere diventate insolubili o non più estraibili in quanto legate con legami covalenti alle strutture cellulari). D'altra parte, un loro legame con polisaccaridi o proteine o glicoproteine non sembra probabile, a meno che si tratti di piccole molecole di questi ultimi, in quanto il trattamento degli estratti di polifenoli delle bucce con etanolo fino ad una percentuale di 80% di questo non mostra precipitati che invece si formano nei vini dove questi legami sono stati evidenziati. In effetti si è ancora lontani da una comprensione biochimica della diminuzione dell'astringenza dei tannini della buccia. Più chiaro appare, invece, l'aumento dell'estraibilità dei tannini e degli antociani in fase acquosa (per la minor possibilità di formazione di legami idrogeno o interazioni idrofobiche fra proantocianidine o antociani e molecole polimeriche di natura proteica e glucidica che subiscono una graduale idrolisi. Come sopra accennato, tuttavia, i polimeri di dimensioni maggiori potrebbero essere maggiormente trattenuti o legati alle strutture cellulari con legami covalenti). Quanto si osserva per gli antociani (aumento della velocità di diffusione al diminuire dei gruppi OH dell'anello laterale) dimostrerebbe la validità di questa ipotesi. La determinazione analitica del momento della raccolta sulla base dei risultati delle azioni idrolitiche sopra descritte, è, d'altra parte, un problema di non facile soluzione in quanto le determinazioni più direttamente correlate con la maturazione sono solo possibili in laboratori dotati di strumentazione adeguata e di personale in grado di gestire metodiche complesse. A livello di cantina ci si deve accontentare di tecniche più semplici ma ugualmente valide. Ad es., nel caso della vinificazione in bianco restano sempre valide le determinazioni della densità, del pH, dell'acidità totale del mosto e del rapporto concentrazione in zuccheri/acidità totale. Il legame fra qualità del vino e grado di maturazione dell'uva era già stato evidenziato da ricercatori sudafricani (Du Plessis et al., 1982; Du Plessis, 1984; Van Rooyen et al., 1984) che hanno cercato di elaborare indici di qualità per la

determinazione obiettiva del momento migliore per la vendemmia. È evidente che, per ragioni tecnologiche (intensità, durata e qualità della sensazione acida, resistenza agli attacchi batterici, longevità del vino) devono essere pH ed acidità totale a dare il segnale della raccolta, meno il contenuto in zuccheri del mosto che, tuttavia, deve essere tenuto sempre sotto controllo in quanto non deve essere inferiore al minimo fissato dai regolamenti e dai disciplinari di produzione e in quanto esso è un indice di maturità e, di conseguenza della sintesi dei metaboliti secondari di interesse qualitativo. L'acidità totale e il pH non forniscono informazioni sul potenziale in aromi liberi o sotto forma di precursori, ma consentono di gestire validamente le fasi tecnologiche. Le previsioni della vendemmia nella vinificazione in rosso sono molto più complesse e meno sicure. È altrettanto evidente che, nella vinificazione in rosso, oltre ai parametri a cui si è accennato nel caso della vinificazione in bianco, si dovrà possedere qualche informazione riguardo alla sintesi degli antociani e ai tannini. La determinazione del contenuto complessivo in antociani, però, non sempre fornisce risultati risolutivi. Negli ultimi anni, infatti, a causa dell'aumento della temperatura si è assistito in tutte le zone della penisola ad un esaurimento precoce della sintesi di questi composti, mentre il contenuto in zuccheri ha continuato ad aumentare. In una esperienza effettuata in Umbria, il confronto fra la vendemmia basata sul raggiungimento del massimo contenuto in antociani negli acini e la vendemmia a cosiddetta maturità tecnologica, sulla base della presumibile fine dell'accumulo degli zuccheri (più di 20 giorni di distanza), ha consentito di ottenere vini dotati di contenuti uguali in antociani e in tannini. I vini ottenuti dal primo insieme di uve, però, erano dotati di un grado alcolico e di un pH più bassi e di una acidità totale più alta, ed erano più astringenti,. In queste condizioni le tecniche di maturazione del vino acquistano un ruolo essenziale per l'abbattimento dell'astringenza. D'altra parte, a volte, nelle zone calde, alla fine della fermentazione alcolica i vini, pur dotati di tenori elevati in antociani e tannini, possono presentare una bassa astringenza. Anche in queste condizioni il processo di maturazione del vino diventa importante, non tanto per l'abbattimento dell'astringenza dei tannini, quanto per la stabilizzazione del colore (trasformazione degli antociani monomeri in pigmenti polimeri meno sensibili alla decolorazione con SO<sub>2</sub> e alle variazioni di pH).

Il problema della maturità dell'uva, così come è stato sopra affrontato, tiene conto degli eventi biochimici che si susseguono, anche in relazione al processo tecnologico ma non tiene conto di una variabile molto importante: il carico produttivo della pianta a cui sono legati i contenuti in metaboliti primari e secondari sintetizzabili o accumulabili e, probabilmente, i processi che portano alla maturazione del seme e alla diminuzione dell'astringenza dei tannini. Evidenze sperimentali dimostrano che gli accumuli in metaboliti primari e secondari a livello di acini dipendono dal carico produttivo della pianta. Entro certi limiti e con le dovute eccezioni, per una data cultivar e in un

determinato ambiente, la sintesi dei metaboliti secondari si esaurisce con la fine dell'accumulo degli zuccheri, per cui quanto più alto è il contenuto in zuccheri accumulabile, tanto più alto è il contenuto in metaboliti secondari sintetizzabile. Questo implica che con carichi produttivi equilibrati è possibile programmare la raccolta sulla base del valore del pH (nel caso della vinificazione in bianco) e sulla base del massimo contenuto in antociani (nella vinificazione in rosso) e realizzare nello stesso tempo un contenuto equilibrato di tutti gli altri metaboliti, naturalmente eventi meteorologici permettendo. In condizioni di elevato carico produttivo, sembra che i processi che caratterizzano la maturazione (diminuzione dell'astringenza dei tannini della buccia) avvengano in modo limitato. Non solo, esperienze riguardanti i composti terpenici, effettuate sul Moscato bianco, ma verificabili anche a livello di antociani e tannini nelle uve rosse, soprattutto autoctone, evidenziano che i processi di sintesi da un certo punto in poi della maturazione sembrano arrestarsi (**figure**). Se la cultivar possiede buone tendenze biosintetiche, nei riguardi dei polifenoli e degli aromi, si otterranno comunque uve ricche di antociani nel caso delle colorate e in aromi nel caso delle bianche, altrimenti i metaboliti sintetizzati saranno diluiti in un mezzo acquoso acido. Generalmente, si tiene scarso conto di questi fattori a cui in gran parte è legata la composizione dell'uva e la sua capacità di dare origine a vini di qualità. Quando si parla di evoluzione dei metaboliti dell'uva durante la maturazione sarebbe opportuno fissare, oltre alla cultivar e all'ambiente, il carico produttivo della pianta. Il significato della determinazione del periodo della raccolta dell'uva sulla base di altri parametri, quali ad es., le cosiddette maturità aromatica e polifenolica, è di difficile interpretazione. Innanzi tutto, quando si parla di maturità aromatica non è chiaro a che cosa ci si riferisca: se agli aromi liberi o agli aromi complessivi (liberi e sotto forma di precursori) e a quali aromi. Nel caso delle pirazine, è evidente che si deve puntare al loro abbattimento (**grafici**), nel caso dei composti terpenici non è chiaro se si deve puntare al massimo tenore in liberi o in complessivi. Evidenze sperimentali, nel caso del Moscato bianco per la produzione dell'Asti hanno evidenziato che non è sufficiente per la produzione di vini di qualità resistenti al tempo puntare all'ottimizzazione del contenuto in aromi liberi e complessivi, ma che la composizione del mosto (metaboliti primari) gioca un ruolo fondamentale. Mosti diluiti, anche se dotati di elevati tenori in composti terpenici, forniscono vini che hanno una durata limitata nel tempo e una scarsa struttura alla degustazione. Al contrario se i mosti possiedono una composizione che non richiede interventi correttivi (carico produttivo aggiustato in modo da programmare la raccolta sulla base del pH). Probabilmente avviene lo stesso per gli aromi tiolici, contenuti nell'uva sotto forma di cisteinil e glutationil derivati (**figure**). Comunque stiano le cose, è chiaro il significato di maturità aromatica: il momento in cui si ha una stasi nella sintesi degli aromi liberi ma in cui gli aromi sotto forma legata continuano ad essere sintetizzati (indecisione se si tiene conto

degli aromi complessivi la cui sintesi continua fino alla fine dell'evento fisiologico della maturazione). Nella vinificazione in rosso le cose si complicano in quanto non è chiaro il significato del termine maturità aromatica proposto da Glories: se il momento in cui si raggiunge il massimo nella sintesi degli antociani o la massima estraibilità degli antociani e dei tannini. Da quanto sopra riportato, si deduce che l'estraibilità degli antociani e dei tannini non dipende da un cambiamento delle strutture di queste molecole durante la maturazione ma dalla minore possibilità di formazione di legami idrogeno fra esse e i polimeri polisaccaridici e proteici delle pareti cellulari e proteici delle membrane delle cellule della buccia (per i semi è il contenuto in alcol che determina l'estraibilità). Non si dovrebbe parlare, pertanto, di maturità fenolica ma di maturità cellulare. In realtà se si segue il metodo di Glories si constata che, durante la maturazione dell'uva, il contenuto in antociani estraibile aumenta, ma insieme ai complessivi. Inoltre, le formule proposte dall'autore per la determinazione dell'estraibilità dei tannini dei semi contengono vistosi errori.

### **Effetti della vendemmia di uve a temperatura “elevata” sulla qualità del vino**

I cambiamenti climatici, certamente, hanno avuto una influenza sensibile sulle condizioni in cui attualmente viene effettuata la vendemmia. Un peso notevole, tuttavia, è stato esercitato dalle scelte varietali. Sono state, infatti, introdotte in ambienti caldi cultivar di vite che erano state selezionate per climi freddi, per raggiungere in quegli ambienti livelli di maturazione accettabili. Questo implica che in essi la vendemmia viene sempre più spostata verso i periodi più caldi. D'altra parte, il raggiungimento precoce della maturità può essere un fatto positivo negli ambienti semiaridi del sud dove questo evento, con le cultivar precoci, si verifica quando le situazioni di stress idrico e termico non hanno una influenza negativa, considerato che fino ai primi di agosto il terreno possiede ancora discrete dotazioni idriche che vengono a mancare verso la fine di agosto, e quando alte temperature vengono raggiunte per brevi periodi e le escursioni termiche fra il giorno e la notte sono sensibili. Gli stress in post invaiatura, quando avviene la sintesi degli aromi e, nel caso delle uve colorate, anche degli antociani, possono avere influenze negative sulla composizione dell'uva e sulla qualità dei vini. Le situazioni di stress, infatti, sono più drammatiche per queste due classi di composti, piuttosto che per le proantocianidine e gli acidi idrossicinnamici la cui sintesi viene completata prima dell'invaiatura.

Il problema della raccolta delle uve in condizioni di temperatura elevata comporta, di conseguenza, l'esame di due variabili: a) come si evolvono i metaboliti primari e secondari, b) cosa avviene a loro carico durante il trasporto dell'uva alla cantina e in fase prefermentativa. Sull'evoluzione dei

metaboliti è evidente che non è possibile intervenire in quanto essa dipende da variabili varietali, colturali e climatiche, sulla seconda è possibile se si conoscono le reazioni che avvengono in fase fermentativa e la loro influenza sui caratteri sensoriali del vino.

L'effetto più vistoso, in condizioni di temperatura elevata è, da una parte l'accelerazione della sintesi dei metaboliti primari e secondari e il consumo di acido malico, dall'altra la possibile inibizione della sintesi di polifenoli e di aromi (in realtà non è chiaro se quest'ultimo effetto dipenda dal rallentamento del processo fotosintetico nei periodi più caldi della giornata o dal minore impiego dei prodotti della fotosintesi nella produzione dei metaboliti secondari). Nelle zone del nord, tuttavia, anche nei periodi caratterizzati da temperature elevate, a causa dell'escursione termica fra il giorno e la notte, una parte della giornata potrebbe essere caratterizzata da condizioni climatiche idonee alla fotosintesi e alla produzione dei metaboliti secondari della classe dei polifenoli e degli aromi. Gli effetti della temperatura non possono essere separati dalle variabili produttive in quanto il contenuto in metaboliti primari e secondari sembra dipendere in larga misura da esse, nel senso che, quanto più alta è la produzione di uva per pianta, tanto più bassa è la quantità di metaboliti accumulabile in un dato ambiente e in determinate condizioni climatiche. Gli effetti più vistosi della temperatura elevata vengono osservati nel periodo della maturazione, quando avviene la sintesi degli aromi (almeno di quelli della classe dei composti terpenici dei norisoprenoidi e dei tioli) e di alcune classi di composti fenolici (antociani e flavonoli). Tenendo conto delle variabili produttive, la sintesi degli acidi idrossicinnamici legati all'acido tartarico (HCTA) e delle proantocianidine viene conclusa prima o all'inizio dell'invasatura, quando le condizioni climatiche, normalmente, non possono avere un'influenza determinante, in quanto l'escursione termica fra il giorno e la notte è ancora sensibile e la dotazione idrica del terreno è sufficiente (quest'ultima condizione è importante per le zone del sud). Le sintesi degli antociani e soprattutto dei flavonoli sono invece condizionate dalla temperatura e dalla luminosità ambientale. Partendo dall'ipotesi che le temperature degli acini direttamente colpiti dai raggi solari sono più elevate degli acini ombreggiati, in una zona della Sicilia occidentale, è stata studiata l'evoluzione dei composti fenolici nei due casi. In piante di Nero d'Avola alcuni grappoli sono stati coperti poco prima dell'invasatura con sacchetti di carta opachi altri sono stati esposti direttamente alla luce solare per parziale defogliazione. La fig. 1 mostra che il peso medio degli acini oscurati è più elevato di quello degli acini esposti che, d'altra parte hanno iniziato precocemente a disidratarsi. L'accumulo degli zuccheri misurato sul mosto (fig. 2) procede più lentamente negli acini oscurati, ma alla fine non differisce sensibilmente dagli acini esposti. La sintesi degli antociani per acino procede più velocemente negli acini esposti ma in questi apparentemente si esaurisce precocemente, mentre continua linearmente negli acini oscurati tanto che alla raccolta i contenuti di queste

sostanze per acino si equivalgono nelle due prove (fig. 3). A causa della disidratazione che gli acini esposti hanno subito essi possiedono un contenuto in antociani per kg sensibilmente maggiore degli acini oscurati (questo implica che i vini da uve esposte al sole risulteranno più concentrati e più colorati). La sintesi dei flavonoli procede molto lentamente in mancanza di luce (fig. 4) tanto che alla raccolta, le differenze fra acini esposti e non esposti sono veramente notevoli (vengono confermati così i risultati di Downey et al., 2004; Spayd et al., 2002. Mori et al., 2005, d'altra parte avevano dimostrato che la sintesi dei flavonoli è depressa in assenza di luce ma apparentemente, risente poco della temperatura). I risultati di questa esperienza indicano che anche i flavonoli in condizioni di elevata temperatura subiscono degradazione. *Malgrado i contenuti in flavanoli per acino delle bucce dei due insiemi di uve siano simili (fig. 5), è prevedibile che i vini da uve esposte al sole siano più ricchi di queste sostanze in quanto il volume di mosto in cui diffonderanno sarà inferiore (deduzioni effettuate sulla base dei dati espressi in mg/kg)*. Indirettamente, il confronto fra i dati degli antociani e dei flavonoidi totali indica che in prossimità dell'invasatura i flavanoli delle bucce erano stati già sintetizzati. Il fatto più rilevante è l'apparente blocco precoce della sintesi degli antociani negli acini esposti. Considerato che i geni coinvolti sono espressi e che gli antociani potrebbero essere ugualmente prodotti, si deve dedurre con Mori et al., (2007) che una parte degli antociani viene degradata. Resta da comprendere il meccanismo della degradazione. Probabilmente, non si tratta di reazioni idrolitiche del tipo di quelle che avvengono nel vino o in soluzione ma di reazioni di ossidazione che caratterizzano il processo di maturazione e che sono più attive negli acini esposti al sole. Sono coinvolti, infatti, più gli antociani idrossilati che i metossilati. Si può dedurre dagli studi effettuati soprattutto nelle zone calde che l'esposizione dei grappoli alla luce solare deve essere modulata in relazione all'andamento climatico durante il periodo della maturazione. In condizioni di temperatura elevata è meglio evitare l'esposizione diretta dei grappoli alla luce del sole che, invece va effettuata se la temperatura è bassa. Elevate temperature durante il periodo della maturazione portano, tuttavia, ad un abbattimento dell'astringenza delle proantocianidine della buccia. Questo evento, la cui natura chimica rimane ancora poco chiara, porta come conseguenza a una limitata astringenza dei vini già alla fine della fermentazione alcolica, se i semi hanno potuto raggiungere un buon grado di maturità che ne caratterizza la scarsa estrazione di proantocianidine. Sia la diminuzione dell'estraibilità delle proantocianidine dei semi, sia la scarsa astringenza delle proantocianidine della buccia sono probabilmente da imputare a reazioni di ossidazione che sembra rappresentino l'evento caratterizzante della maturazione. Generalmente la scarsa astringenza dei vini alla fine della fermentazione alcolica non è un fatto positivo in quanto si commette l'errore di non ritenere necessaria la fase di maturazione. Considerato che gli obiettivi della maturazione del vino sono l'abbattimento dell'astringenza e la

trasformazione degli antociani in pigmenti dotati di maggiore stabilità, non procedere alla maturazione, in condizioni di bassa astringenza, implica passare all'imbottigliamento o alla commercializzazione vini dal colore instabile. Durante la conservazione del vino in bottiglia, le reazioni a carico delle proantocianidine e degli antociani continuano, ma i pigmenti che si ottengono non assicurano la stabilità del colore, anzi, possono dar luogo a diversi tipi di instabilità.

È stato segnalato (Tominaga et al., ), le esperienze riguardano cultivar francesi, che la maturazione in condizioni di elevata temperatura influenza negativamente la sintesi dei precursori degli aromi tiolici (fig. 6). Nelle zone più calde (territorio precoce) questi inizialmente si evolvono in modo regolare (incremento); raggiunto un massimo, però, a differenza delle zone più fresche (territorio tardivo), inizia la loro degradazione. Abbiamo verificato che anche cultivar mediterranee un tempo utilizzate per la produzione di vini liquorosi o di qualità medio bassa, possiedono precursori degli aromi tiolici. Abbiamo prodotto vini Grillo con un contenuto in alcool di oltre 15%, dotati di un aroma di frutto della passione (3-mercapto-esan-1-olo). Le uve provenivano dall'estrema punta occidentale della Sicilia, battuta alternativamente da venti caldi di scirocco e da venti freddi di maestrale e ponente. Anche le cultivar Catarratto della Sicilia occidentale e Carricante dell'Etna sono in grado di dare origine a vini dotati di aromi di frutto della passione. Risultati simili sono stati ottenuti nella zona occidentale del nord Italia con uve Cortese e Arneis. Sulla base dei risultati delle ricerche francesi e delle nostre si può affermare che condizioni di elevata temperatura, seguite da periodi moderatamente freddi non hanno influenza negativa sui precursori degli aromi tiolici. Riguardo ai norisoprenoidi, è stato dimostrato che buone condizioni energetiche, unite a buona insolazione sono le condizioni migliori per ottenere una buona dotazione dei loro precursori. Per la sintesi dei composti terpenici, contrariamente a quanto riportato da altri gruppi di ricerca, non si evidenzia una influenza negativa delle elevate temperature. Se mai, si registra una diminuzione degli alcoli terpenici liberi accompagnata da un aumento di quelli sotto forma glicosilata (fig. ). L'evoluzione di queste sostanze sotto forma libera, durante la maturazione, fa registrare un incremento seguito da una diminuzione che può essere piuttosto rilevante, mentre le forme glicosilate e il contenuto in zuccheri subiscono un continuo incremento. In zone fredde, in cui le basse temperature non sono compensate da periodi caldi, non si raggiunge un massimo nella sintesi dei composti terpenici liberi e glicosilati.

Le considerazioni effettuate per i composti fenolici e per gli aromi indicano chiaramente che solo temperature elevate per lunghi periodi possono avere una influenza negativa sulla biosintesi di questi composti, ma anche che periodi di temperature elevate alternate a periodi relativamente freddi assicurano le condizioni migliori per la sintesi dei metaboliti primari e secondari.

Molti problemi attribuiti alle temperature elevate in realtà dipendono dal fatto che nelle zone calde si è portati ad incrementare la produzione di uva per pianta con la conseguente diluizione dei metaboliti soprattutto secondari.

Gli altri problemi causati dalla vendemmia in condizioni di temperature elevate, sono superabili alla luce delle possibilità offerte dalle moderne tecnologie. O meglio, a seconda delle possibilità di raccolta e di trasporto dell'uva si possono modulare gli interventi per produrre vini dotati di buona qualità. È anche evidente che in condizioni di trasporto dell'uva non corrette risulta difficile la produzione di vini dotati di aromi varietali della classe dei tioli odorosi.

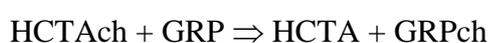
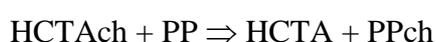
Trasporto in cassoni di grandi dimensioni o in carri: le uve, soprattutto quelle che si trovano al fondo del contenitore, verranno parzialmente schiacciate. Se la temperatura è alta, è difficile evitare l'estrazione dei polifenoli dalle bucce degli acini schiacciati, le reazioni di ossidazione enzimatiche nel mosto che si trova al fondo del contenitore (è prevedibile però che esaurito l'ossigeno disponibile tali reazioni subiscano un arresto), la riproduzione e l'inizio della fermentazione da parte di lieviti non *Saccharomyces* (soprattutto quando i tempi di sosta prima della pigiatura sono lunghi). In esperienze di preparazione del mosto con le tecniche dell'ossidazione e dell'iperossidazione, effettuate nella Sicilia occidentale con uve Catarratto e Inzolia, abbiamo osservato che nei mosti non chiarificati i lieviti non-*Saccharomyces* superavano di un ordine di grandezza la carica dei *Saccharomyces*. Il divario diminuiva dopo la chiarifica nel mosto testimone e nell'ossidato ma non nell'iperossidato. Solo dopo l'inoculo in modo da portare la carica dei *Saccharomyces* a  $2 \times 10^6$  nel Catarratto, questi prendevano il sopravvento, non si osservava una diminuzione dei non-*Saccharomyces* se non alla fine della fermentazione. Nell'Inzolia, portando la carica dei *Saccharomyces* a  $10 \times 10^6$ , questi prendevano subito il sopravvento. Le cose andavano meglio per il controllo che era stato addizionato di  $SO_2$ . In ciascun caso, i vini non presentavano difetti né acidità volatile elevata in quanto la maggior parte della fermentazione veniva condotta da S.C.. Se la temperatura è bassa, tutti questi eventi si verificano ugualmente ma in misura minore. In queste condizioni si può proporre la lavorazione delle uve prima possibile e l'abbattimento della temperatura del pigiato. Nella vinificazione in bianco, oltre all'abbattimento rapido della temperatura del pigiato, bisogna prevedere l'impiego della  $CO_2$  solida e l'abbattimento della temperatura del mosto nel caso in cui i grappoli vengano direttamente pressati. L'abbattimento della temperatura dovrebbe assicurare la diminuzione della velocità delle reazioni enzimatiche e della riproduzione dei lieviti non *Saccharomyces*. Se le uve non sono danneggiate, se non sono state schiacciate in modo significativo e se non sono state impiegate dosi rilevanti di  $SO_2$  si può effettuare anche una criomacerazione del pigiato in ambiente condizionato da gas inerti come la

CO<sub>2</sub> da CO<sub>2</sub> solida. La lavorazione rapida delle uve, senza criomacerazione, se si ritiene che il contenuto in polifenoli del mosto sia eccessivo, nella vinificazione in bianco sarebbe meglio abbinarla a flottazione con aria per abbattere una parte dei polifenoli. In ogni caso, l'abbattimento della temperatura del pigiato o del mosto si rivela necessaria per evitare, anche nella vinificazione in rosso, un'eccessiva estrazione di composti fenolici (antociani nella vinificazione in rosso che possono andare incontro a reazioni di ossidazione). La refrigerazione del pigiato offre vantaggi notevoli nella difesa degli aromi e dei caratteri varietali. La refrigerazione del pigiato o del mosto, d'altra parte, sono operazioni comuni nella vinificazione in bianco per la preparazione del mosto alle operazioni di chiarifica. Nel caso della vinificazione in rosso la refrigerazione del pigiato e la criomacerazione, in condizioni di elevata temperatura della vendemmia, assicurano un rallentamento della riproduzione di lieviti non *Saccharomyces*, oltre che delle reazioni di ossidazione. Malgrado da più parti vengano spacciate come naturali le fermentazioni condotte parzialmente da lieviti non *Saccharomyces*, i risultati di queste pratiche negli ambienti in cui la vendemmia viene effettuata in condizioni di temperatura elevata sono, a volte disastrosi per la qualità del vino. Non è raro rilevare odori sgradevoli impossibili da eliminare. Per fortuna, l'impiego corretto della SO<sub>2</sub>, il rapido inizio della fermentazione alcolica e il controllo della temperatura durante lo svolgimento di questa, hanno ridimensionato questo fenomeno un tempo molto comune. La refrigerazione del pigiato o del mosto, abbinata a idonee tecniche di chiarifica, nella vinificazione in bianco, e il rapido inizio della fermentazione alcolica con un inoculo consistente di lieviti dovrebbero ovviare in gran parte ai problemi originati dalla raccolta e dal trasporto dell'uva in condizioni di temperatura elevata.

Reazioni di ossidazione alla rottura dell'acino PPO e lipossigenasi.

Attivazione delle polifenolossidasi (PPO)

È noto che al momento in cui l'uva viene pigiata le PPO vengono a contatto con i loro substrati (soprattutto acidi idrossicinnamici legati all'acido tartarico, HCTA) e iniziano le seguenti reazioni:



La presenza di uve bottrizzate porta all'ossidazione diretta di tutti i composti fenolici, all'incremento delle forme chinoniche nel vino e, in definitiva, alla cattura dei composti che hanno proprietà riducenti, con la loro ossidazione o con la formazione di prodotti da reazioni di sostituzione elettrofila, tipo GRP. Più comunemente si assiste alla formazione di polimeri bruni che in parte diventano insolubili.

Le reazioni di ossidazione enzimatiche vengono incoraggiate nella vinificazione con ossidazione o iperossidazione del mosto che ancora viene effettuata in importanti zone vitivinicole italiane per la produzione di vini di qualità. I vini da mosti sottoposti ad ossidazione enzimatica possiedono una buona resistenza alle reazioni di ossidazione, un colore sufficientemente stabile ma in certi casi perdono i loro caratteri varietali. I vini maggiormente interessati alla perdita dei caratteri varietali sono quelli che derivano da uve dotate di precursori di aromi tiolici; le uve aromatiche propriamente dette, quelle dotate di aromi terpenici sotto forma libera e di precursori glicosilati, invece, sopportano bene l'ossidazione del mosto. È il caso dell'Asti da uve Moscato bianco, raccolte nel periodo di fine agosto – inizio settembre, in condizioni di temperatura elevata, trasportate alla cantina in contenitori di grandi dimensioni dove i grappoli vengono parzialmente schiacciati e il mosto che si trova al fondo del contenitore si arricchisce di composti fenolici e diventa sede di fermentazioni da parte di lieviti non *Saccharomyces*. La flottazione con aria consente l'abbattimento di una parte dei composti fenolici senza interessare i composti terpenici. Gli Asti così prodotti, malgrado l'uva Moscato sia ricca di precursori degli aromi tiolici, non presentano odori riferibili a questi composti. L'impiego di elevate dosi di SO<sub>2</sub>, in condizioni di trasporto come quelle sopra menzionate, non garantisce la difesa dei composti tiolici: una parte di essi viene comunque ossidata o catturata nel corso di reazioni elettrofile.

Le ossidazioni enzimatiche, più rilevanti in condizioni di elevate temperature e nel caso di trasporto non corretto delle uve, possono essere solo in parte tenute sotto controllo in quanto la loro velocità aumenta all'aumentare della temperatura e l'ossigeno è sempre presente. Si può in qualche modo tentare di limitare i danni che tali reazioni causano all'aroma varietale, con il trasporto delle uve in contenitori di dimensioni limitate (ad es., cassette) o con la raccolta meccanica e il trasporto rapido in cantina. Nel primo caso è possibile conservare le uve prima della pigiatura in camere termostate per abbattere la temperatura fino a circa 5 °C; seguono la diraspatura e la pigiatura, la pressatura in presenza di CO<sub>2</sub> solida e la raccolta del mosto in un contenitore in cui è stata immessa CO<sub>2</sub> solida. Durante le fasi di riempimento del serbatoio in cui sarà effettuata la criomacerazione è necessario aggiungere in esso CO<sub>2</sub> solida per mantenere un ambiente al riparo dall'ossigeno. La chiarifica e le consuete operazioni della vinificazione in bianco completano il processo. La criomacerazione del

pigiato offre maggiori garanzie di ottenere vini dotati di aromi varietali (tiolici) e consente di limitare le reazioni di ossidazione enzimatica. La lavorazione di uve a bassa temperatura e la refrigerazione del mosto o del pigiato consentono di limitare o di annullare l'impiego della SO<sub>2</sub> nella preparazione del mosto e di limitare il suo impiego nelle fasi successive, a fermentazione ultimata. Nel caso di uve raccolte a macchina la SO<sub>2</sub> può essere impiegata, in dosi limitate, nel contenitore in cui l'uva è trasportata; il rapido trasferimento alla cantina e la immediata pigiatura limitano le reazioni di ossidazione enzimatica. Abbiamo ottenuto aromi varietali del tipo tiolico con uve raccolte a macchina in fermentazioni da circa 1000 hL. All'arrivo in cantina, l'uva è stata pigiata, inviata ad uno scambiatore di calore per l'abbattimento della temperatura e ad una vasca di raccolta termocondizionata a 5 °C in cui è stata immessa CO<sub>2</sub> solida. Man mano che le operazioni di riempimento del serbatoio procedevano, i nuovi arrivi di pigiato previamente passati attraverso lo scambiatore trovavano gli arrivi di pigiato precedenti già refrigerati e un ambiente privo di O<sub>2</sub>, si raffreddavano rapidamente alla temperatura di 5 °C ed erano al riparo dalle reazioni di ossidazione. La pressatura e la raccolta del mosto sono state effettuate al riparo dall'O<sub>2</sub> con l'impiego di CO<sub>2</sub> solida e, dopo la chiarifica, sono stati aggiunti al mosto una piccola quantità di SO<sub>2</sub> e un inoculo di mosto in fermentazione pari al 5-10% del volume di mosto da fermentare. L'APA è stato integrato, dopo averne verificata la necessità per determinazione dell'APA del mosto, ed è stato ripartito in tre dosi: la prima sul mosto al momento dell'inoculo dei lieviti, la seconda al raggiungimento di circa 2% di alcol e la terza a circa 8% di alcol. Ad ogni aggiunta di APA è seguita una ossigenazione per travaso all'aria di una parte del mosto in fermentazione. Sono seguite poi le consuete operazioni della vinificazione in bianco. Ottimi risultati sono stati ottenuti con la maturazione del vino sur lies in termini di conservazione degli aromi tiolici e di struttura del vino. Nella vinificazione in rosso l'attivazione delle reazioni di ossidazione enzimatiche genera problemi, soprattutto in condizioni di elevata temperatura ambiente, per le cultivar dotate di un profilo antocianico in cui predominano o sono presenti in percentuale sensibile gli antociani disostituiti.

## Innovazioni

Vinificazione con protezione del mosto dalle ossidazioni

Maturazione dei vini bianchi sur lies (per vini base che possiedono una buona struttura)

Maturazione delle lies

Riassemblaggio delle lies e del vino dopo maturazione delle lies

Maturazione dei vini rossi sur lies

Maturazione dei vini rosati sur lies

Vinificazione con estrazione differita degli antociani