

## Identità sensoriale del vino e nuove tecnologie

LUIGI MOIO, ANGELITA GAMBUTI, MARIA TIZIANA LISANTI

*Dipartimento di Scienza degli Alimenti - Università degli Studi di Napoli - "Federico II"*

### L'aroma del vino e le sue origini

L'aroma del vino è dovuto alla presenza di alcune centinaia di molecole appartenenti a diverse classi chimiche che ne costituiscono la frazione volatile. Le concentrazioni dei composti volatili possono variare da frazioni di ng/L fino a diversi mg/L. La conseguenza di tale variabilità di natura chimica e di concentrazione si traduce in un contributo sensoriale molto variabile sia per la qualità che per l'intensità odorosa. Le soglie olfattive di tali composti possono infatti differire notevolmente. Pertanto alcuni composti presenti in tracce possono svolgere un ruolo chiave nell'espressione dell'aroma di un vino, mentre altri, seppure più abbondanti, possono intervenire in misura minore. Le molecole volatili fino ad oggi identificate nella frazione volatile del vino appartengono essenzialmente alle seguenti classi chimiche: esteri, alcoli, terpeni, acidi, lattoni, aldeidi, chetoni, acetali, fenoli, composti azotati, solforati ed ossigenati

La complessità dell'aroma del vino e le difficoltà riscontrabili nel suo studio sono conseguenza della grande variabilità appena descritta, ma anche della diversità delle numerose trasformazioni biologiche, biochimiche e tecnologiche che intervengono nella sua genesi. I principali meccanismi coinvolti sono: il metabolismo dell'uva, influenzato dalla varietà, ma anche dalle condizioni pedoclimatiche, dalle pratiche viticole, dal grado di maturazione e dallo stato sanitario della materia prima; i fenomeni ossidativi e idrolitici pre-fermentativi che accompagnano la pigiatura e la macerazione delle uve; i metabolismi primari e secondari dei microrganismi che conducono la fermentazione alcolica e la fermentazione malolattica; i processi di cessione ed ossidazione che intervengono in caso di affinamento del vino in fusti di legno; le reazioni chimiche ed enzimatiche post-fermentative che hanno luogo durante la conservazione del vino e durante il suo invecchiamento in bottiglia.

### L'identità sensoriale del vino

Tra i composti volatili che costituiscono l'aroma del vino, le molecole odorosamente attive che provengono dall'uva e che sono espressione caratteristica della varietà, giocano un ruolo determinante nella tipicità e nella qualità dei vini, di cui costituiscono l'"aroma varietale". Il concetto di aroma varietale, introdotto da Cordonnier nel 1956, mette in luce l'esi-

stenza di un legame tra alcuni caratteri olfattivi ed aromatici tipici delle uve e dei vini di determinate varietà e la presenza di alcuni costituenti volatili non necessariamente esclusivamente tipici di quelle varietà, ma in esse presenti in concentrazioni tali da influenzarne in maniera determinante il carattere sensoriale. Bisogna inoltre precisare che esiste una differenza sostanziale nel processo di formazione dell'aroma varietale, a seconda che si parli di vini ottenuti da "uve aromatiche" o da "uve neutre". Nel caso delle prime una larga parte dei composti responsabili dell'aroma varietale è infatti già presente in forma odorosamente attiva nelle uve, e pertanto i mosti ottenuti da tali uve possono già presentare parzialmente espressi i caratteri aromatici varietali tipici dei vini finiti. A tale proposito è possibile citare il caso del Moscato, il cui carattere aromatico varietale "floreale" dovuto all'elevata concentrazione di terpeni ed in particolare di linalolo (Boidron *et al.*, 1979), è percepibile già nelle uve, nel mosto e nel vino. Le varietà di uva cosiddette neutre non contengono significative quantità di composti odorosamente attivi e i mosti, caratterizzati da odori erbacei dovuti alle aldeidi a 6 atomi di carbonio, mancano di odore tipico. Ciononostante, da tali uve è possibile ottenere vini dotati di elevata tipicità aromatica che li rende riconoscibili alla degustazione. È il caso del Sauvignon blanc il cui aroma è caratterizzato dalla presenza di mercaptani (4-metil mercaptopentanone) responsabili della nota di frutto della passione che rende riconoscibile questo vino (Darriet *et al.*, 1995); dei vini Cabernet e Merlot per i quali le metossipirazine sono all'origine degli odori vegetali (peperone verde) e speziati (pepe) (Bayonove *et al.*, 1975); e dei vini ottenuti da uve Pinot noir in cui etil e metil cinnammati ed antranilati sono responsabili delle spiccate note odorose di frutti rossi (cassis, amarena, ciliegia) (Moio & Etievant, 1995). Nel caso del Riesling, invece, il carattere varietale viene espresso soltanto dopo invecchiamento del vino con la comparsa di una caratteristica nota odorosa di kerosene la cui molecola responsabile è l'1,1,6-trimetil-1,2-diidronaftalene (TDN) (Simpson *et al.*, 1978), appartenente alla classe chimica dei norisoprenoidi derivanti dalla degradazione dei carotenoidi.

Il corredo genetico di una data varietà di uva può indurre diversi meccanismi che rendono l'aroma del corrispondente vino riconoscibile. La via più diretta è senza dubbio quella di indurre la produzione di alte concentrazioni di molecole odorose che siano completamente assenti o presenti in basse quantità in altre varietà. Tuttavia nell'uva vengono anche sintetizzati precursori d'aroma glicosidici e cisteinici, molecole non volatili quindi non odorose, che si trasferiscono dall'uva al vino, nel quale col tempo possono liberare il loro potenziale aromatico. In questo caso il mosto può non presentare particolari note aromatiche varietali, che invece, vengono successivamente espresse dopo la fermentazione alcolica o rivelate durante la maturazione. Esiste inoltre, un ulteriore meccanismo, molto meno diretto dei due precedenti, con cui i geni di una varietà di uva modulano la sintesi di aromi. La sintesi di amminoacidi e acidi grassi di una *cultivar* è in gran parte sotto controllo genetico. Queste molecole rappresentano i mattoni utilizzati dai lieviti per la costruzione di proteine e membrane, pertanto i lieviti avranno a disposizione materiale diverso al variare della varietà d'uva da

cui è stato ottenuto il mosto in cui essi crescono. Poiché alcuni importanti aromi del vino sono prodotti secondari del processo di costruzione di proteine e membrane, il profilo di questi sottoprodotti è indirettamente controllato dal genoma della varietà d'uva.

Da un punto di vista qualitativo, sulla base di quanto riportato, è possibile immaginare uno spazio sensoriale i cui contorni sono definiti dai vini a forte carattere varietale, e all'interno del quale si collocano diversamente i vini il cui carattere varietale è più difficilmente riconoscibile.

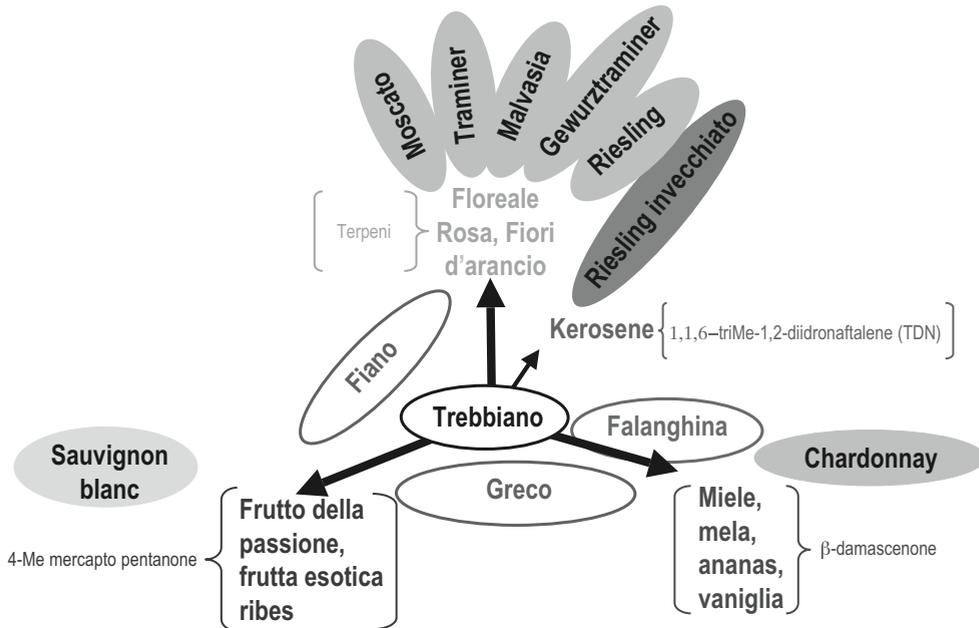


Figura 1. Rappresentazione schematica della posizione di alcuni vini bianchi non aromatici nello spazio sensoriale definito di vini bianchi a forte carattere varietale (vini aromatici, Chardonnay, Sauvignon blanc).

Nel caso dei vini bianchi (Figura 1), le varietà che delimitano il perimetro di questo spazio sensoriale a tre vertici, grazie al loro spiccato carattere aromatico varietale la cui origine molecolare è ormai nota, sono i vini varietali quali Moscato, Traminer, Malvasia, Gewurztraminer, Riesling, caratterizzati essenzialmente da note floreali attribuibili alle alte concentrazioni di terpeni presenti in questi vini (Boidron *et al.*, 1979); lo Chardonnay con i suoi odori di miele, vaniglia, mela, ananas, dovuti soprattutto alla formazione di norisoprenoidi, come il β-damascenone (Simpson & Millar, 1984), che derivano dalla degradazione dei carotenoidi delle uve; il Sauvignon blanc riconoscibile grazie alla caratteristica nota di frutto della passione, frutta esotica, dovuta alla presenza di mercaptani ed in particolare del 4-metil mercap-

topentanone (Darriet *et al.*, 1995). All'interno di questo spazio sensoriale è possibile individuare una posizione che ben definisce il carattere aromatico di qualsivoglia vino bianco. Il Trebbiano, ad esempio, è un vino al quale non è possibile riconoscere peculiarità aromatiche e pertanto, essendo dotato esclusivamente di aromi di fermentazione, può essere collocato al centro dello spazio sensoriale. Al contrario invece, i vini ottenuti dai tre vitigni bianchi autoctoni della Campania, Fiano, Greco e Falanghina, se opportunamente vinificati, esprimono note aromatiche che li rendono riconoscibili e distinguibili tra loro, pertanto essi occupano posizioni diverse all'interno dello spazio sensoriale definito per i vini bianchi.

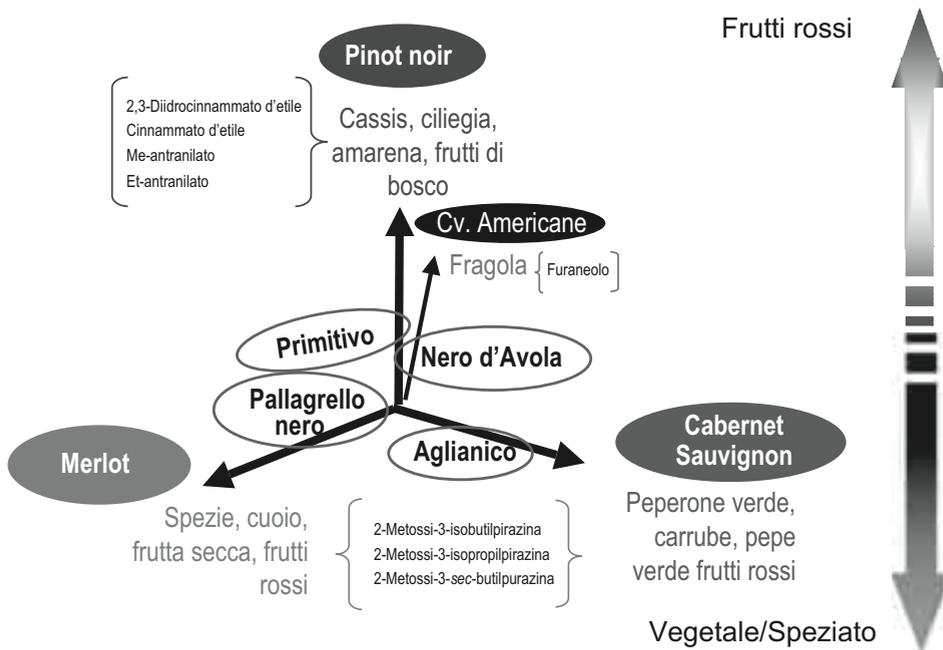


Figura 2. Rappresentazione schematica della posizione di alcuni vini rossi non aromatici nello spazio sensoriale definito di vini rossi a forte carattere varietale (Pinot noir, Cabernet sauvignon, Merlot)

Nel caso dei vini rossi (Figura 2), ai vertici dei vettori che definiscono questo nuovo spazio a tre dimensioni è possibile immaginare: il Pinot noir caratterizzato da forti odori di frutti rossi (cassis, amarena, ciliegia) dovuti ad etil- e metil- cinnammati ed antranilati (Moio & Etievant, 1995); il Cabernet Sauvignon caratterizzato da note vegetali di peperone verde; il Merlot con le sue note speziate di pepe e di cuoio. Alcune metossipirazine sono fortemente coinvolte nell'espressione delle note aromatiche tipiche di questi ultimi due vini (Bayonove *et al.*, 1975). È possibile quindi dire che lo spazio sensoriale al quale appartengono i vini

rossi è dominato da note aromatiche di frutti rossi (alle quali contribuisce anche l'odore di fragola dovuto al furaneolo, identificato per la prima volta nel 1980 da Rapp e collaboratori nelle *cultivar* americane, ma successivamente rilevato come composto odorosamente attivo anche in diverse varietà rosse di *Vitis vinifera*) e da odori vegetali/speziati. All'interno di questo spazio sensoriale è possibile individuare la posizione che meglio esprime il carattere aromatico di ciascun vino rosso, come esemplificato in Figura 2 per alcuni importanti vini rossi del sud Italia.

### **Come favorire l'espressione delle caratteristiche aromatiche varietali e modulare il potenziale di invecchiamento dei vini**

Sulla scorta di quanto detto, l'ottenimento di vini con elevate caratteristiche di tipicità e complessità aromatiche è legato all'impiego di tecniche di vinificazione attraverso le quali sia possibile ottimizzare il contributo delle componenti aromatiche di fermentazione e varietale in funzione della tipologia di prodotto che si desidera ottenere.

A tale proposito, nel corso degli ultimi anni sono state condotte prove sperimentali di vinificazione volte all'individuazione di pratiche enologiche in grado di migliorare l'espressione delle caratteristiche aromatiche varietali ed il potenziale di invecchiamento di vini bianchi e rossi ottenuti da *cultivar* autoctone dell'Italia meridionale .

Alcune di queste prove sperimentali sono state finalizzate alla valutazione dell'influenza del trattamento di chiarifica prefermentativa sulla frazione aromatica varietale del vino Falanghina (Moio *et al.*, 2004a). È stato dimostrato che l'impiego di trattamenti spinti di chiarifica del mosto determina una riduzione della concentrazione di importanti composti volatili varietali del vino, con una conseguente riduzione della complessità e della tipicità aromatica. Allo stesso modo, la concentrazione di precursori d'aroma glicosidici dei vini è correlata negativamente all'intensità del trattamento di chiarifica e dunque trattamenti più spinti determinano una diminuzione del potenziale di invecchiamento del vino Falanghina. Sono state anche condotte prove sperimentali che hanno consentito di valutare l'effetto della protezione antiossidante del mosto sulla composizione della frazione volatile e sulla shelf-life aromatica del vino Falanghina (Moio *et al.*, 2004b). L'impiego di un'elevata protezione antiossidante del mosto ha determinato un significativo aumento della concentrazione di esteri prodotti dai lieviti durante la fermentazione alcolica. Tali componenti sono direttamente correlati al carattere fruttato dei vini giovani ed è dunque probabile che un loro incremento determini una maggiore intensità aromatica del vino. Inoltre, tale tecnologia ha consentito di preservare con maggiore efficacia importanti composti varietali come il linalolo, rallentando la trasformazione di questo in  $\alpha$ -terpineolo, molecola dotata di un minor impatto olfattivo. La protezione antiossidante del mosto rappresenta, quindi, un'interessante opzione per l'incremento del contributo della componente aromatica di fermentazione al profilo aromatico di insieme del vino, nonché per un migliore controllo dell'evoluzione della componente aromatica varietale nel corso dell'invecchiamento.

Nell'ambito delle prove sperimentali di vinificazione, è stato studiato il contributo della fermentazione malolattica (FML) all'espressione delle caratteristiche aromatiche varietali del vino. Simulando in condizioni controllate (sistema modello) il processo di FML è stata seguita l'idrolisi di precursori d'aroma glicosilati durante il suo corso (Ugliano *et al.*, 2003). La capacità di quattro preparati commerciali di batteri lattici *Oenococcus oeni* (EQ 54, Lalvin O.S.U., Uvaferm Alpha e Lalvin 31) di idrolizzare precursori d'aroma glicosilati del vino è stata valutata in un sistema modello contenente precursori estratti da vino Moscato. Le concentrazioni di composti volatili rilevate nei vini sintetici al termine della fermentazione malolattica suggeriscono che *O. oeni* è in grado di modificare le caratteristiche sensoriali del vino attraverso l'idrolisi dei precursori d'aroma glicosilati, contribuendo all'espressione del potenziale aromatico varietale.

Dopo la fermentazione il vino continua a subire importanti variazioni di composizione che ne influenzano il carattere sensoriale. Nuovi composti d'aroma possono formarsi e la concentrazione di altri può aumentare o diminuire con conseguenti effetti sulle caratteristiche aromatiche del prodotto, migliorandolo o anche peggiorandolo. Come riportato da Rapp & Marais (1993), i principali cambiamenti che i composti aromatici presenti in un vino subiscono durante la conservazione in bottiglia possono essere riassunti nei seguenti punti: variazione del contenuto in esteri, diminuzione di acetati, aumento di esteri etilici di acidi mono- e di-carbossilici, formazione di molecole derivanti dalla degradazione dei carboidrati (principalmente furani), reazioni acido catalizzate dei composti monoterprenici con formazione di altri prodotti di natura terpenica (terpenoli, terpeni ed ossidi terpenici), aumento della concentrazione di norisoprenoidi. In particolare, i prodotti di natura terpenica ed i norisoprenoidi sono coinvolti nell'espressione del potenziale aromatico varietale d'inviechiamento del vino. Poiché le cinetiche di queste reazioni sono fortemente condizionate dalla temperatura, la temperatura di conservazione del vino è un parametro molto importante per la modulazione dell'espressione dell'aroma varietale di un vino durante l'inviechiamento, e quindi per l'allungamento della sua shelf-life aromatica. In uno studio condotto su vino Chardonnay (De la Presa Owens *et al.*, 1998) è stato riscontrato che un aumento della temperatura di conservazione da 5°C a 40°C ha portato ad una sensibile diminuzione delle note fruttate (agrumi, frutta tropicale, mela verde) e floreali ed ad un incremento degli attributi più complessi associabili a caratteri di inviechiamento (miele, burro/vaniglia, quercia e caucciù).

### **L'impiego di tecniche innovative in enologia**

Il successo commerciale di vini che esprimono una forte tipicità varietale e territoriale, rende di particolare interesse per la moderna tecnologia enologica, lo sviluppo di specifici processi di vinificazione in grado di ottimizzare la loro identità sensoriale. Negli ultimi anni si stanno imponendo all'attenzione dei tecnici e degli addetti del settore vitivinicolo tecniche avanzate per il trattamento dei mosti e dei vini. Tali tecniche sono oggetto di accese discussioni volte a chiarire se la loro applicazione rispetti l'identità sensoriale e territoriale del vino; per

alcune di esse viene messa addirittura in discussione l'identità del "prodotto vino" in sé. La risposta a tale quesito non è facilitata dalla carenza di studi scientifici circa l'impatto di queste nuove tecnologie sulle caratteristiche sensoriali dei vini prodotti. Viene presentato di seguito un rapido *excursus* di tali tecniche innovative, accompagnato da alcune considerazioni sul loro impiego, in riferimento alle fasi fondamentali in cui può essere schematizzato il processo di vinificazione: raccolta dell'uva, ammostatura, fermentazione alcolica, eventuale fermentazione malolattica, conservazione del vino. In ciascuna di queste fasi produttive vengono infatti effettuati diversi interventi tecnologici ed alle tecnologie tradizionali si affiancano tecnologie innovative, alcune già applicabili, altre invece ancora oggetto di studio. In Tabella 1 è riportato un elenco delle tecniche tradizionali ed innovative attualmente applicabili per ogni fase del processo produttivo.

Tabella 1. Rappresentazione schematica delle tecniche tradizionali ed innovative applicabili per ogni fase del processo di produzione del vino.

PROCESSO		TRATTAMENTO TECNOLOGICO/BIOTECNOLOGICO	
 <p>ammostatura</p> <p>↓</p>  <p>Fermentazione alcolica</p> <p>Fermentazione malolattica</p> <p>↓</p>  <p>↓</p> 	UVA	<b>CONCENTRAZIONE</b> appassimento naturale / trattamento fisico crioconcentrazione naturale / trattamento fisico  <b>MACERAZIONE CARBONICA</b> <b>USO DI CAMPI ELETTRICI</b>	 <p><b>BIOTECNOLOGIE</b></p> <p>Lieviti e batteri lattici selezionati</p> <p><b>Legno – botti / chips</b></p>
	MOSTO	<b>PROTEZIONE IN ATMOSFERA INERTE</b> <b>DISIDRATAZIONE PARZIALE DEI MOSTI</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Crioconcentrazione</li> <li>•Osmosi inversa</li> <li>•Evaporazione parziale a pressione atmosferica</li> <li>•Evaporazione parziale sotto vuoto</li> </ul> <b>IPEROSSIGENAZIONE</b> <b>MODIFICAZIONE DELL'EQUILIBRIO GUSTATIVO</b> acidificazione / disacidificazione	
	VINO	<b>STABILIZZAZIONE TARTARICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Scambiatori cationici</li> <li>•Elettrodialisi</li> </ul> <b>DEALCOLIZZAZIONE PARZIALE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Evaporazione sotto vuoto</li> <li>•Osmosi inversa</li> <li>•Cono rotativo</li> </ul> <b>MODIFICAZIONE DELL'EQUILIBRIO GUSTATIVO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Acidificazione / Disacidificazione</li> <li>•Micro-ossigenazione</li> </ul> <b>ABBATTIMENTO DIFETTI DI ODORE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•adsorbimento</li> <li>•Osmosi inversa</li> <li>•aromatizzazione</li> </ul> <b>STABILIZZAZIONE MICROBIOLOGICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•micro, nano e ultra-filtrazione</li> </ul> <b>IMBOTTIGLIAMENTO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Tappi in silicone, vetro</li> </ul>	

## UVA

Sulla materia prima è possibile intervenire al fine di concentrare i soluti presenti nella polpa allontanando l'acqua. Tale processo può essere ottenuto mediante trattamento a caldo o a freddo. Nel primo caso la disidratazione avviene per appassimento naturale su pianta, al sole o in fruttajo, o per sosta in camere climatiche. Anche il trattamento a freddo (crioconcentrazione) può essere effettuato in modo naturale su pianta, sfruttando la temperatura ambiente come avviene nei paesi a clima freddo (Canada), oppure possono essere usate anche in questo caso camere climatiche. In entrambi i casi, oltre alla concentrazione dei soluti nella bacca, si assiste ad una variazione del profilo aromatico dell'uva con aumento dei norisoprenoidi, molecole dall'odore di miele, frutta secca, the. Oggi è in corso di sperimentazione l'applicazione di campi elettrici alle uve, al fine di favorirne l'appassimento (Salengke *et al.*, 2005). Tuttavia non esistono sufficienti risultati scientifici che evidenzino se un'uva appassita mediante questa tecnologia innovativa presenti le stesse caratteristiche d'aroma ottenute in seguito all'appassimento tradizionale. L'applicazione di campi elettrici è studiata anche per una sua possibile applicazione per l'inattivazione degli enzimi ossidativi (Marselles-Fontanet *et al.*, 2007) della flora microbica indigena (Wu *et al.*, 2005) e per migliorare l'estrazione dei polifenoli dall'uva (Corrales *et al.*, 2008).

## MOSTO

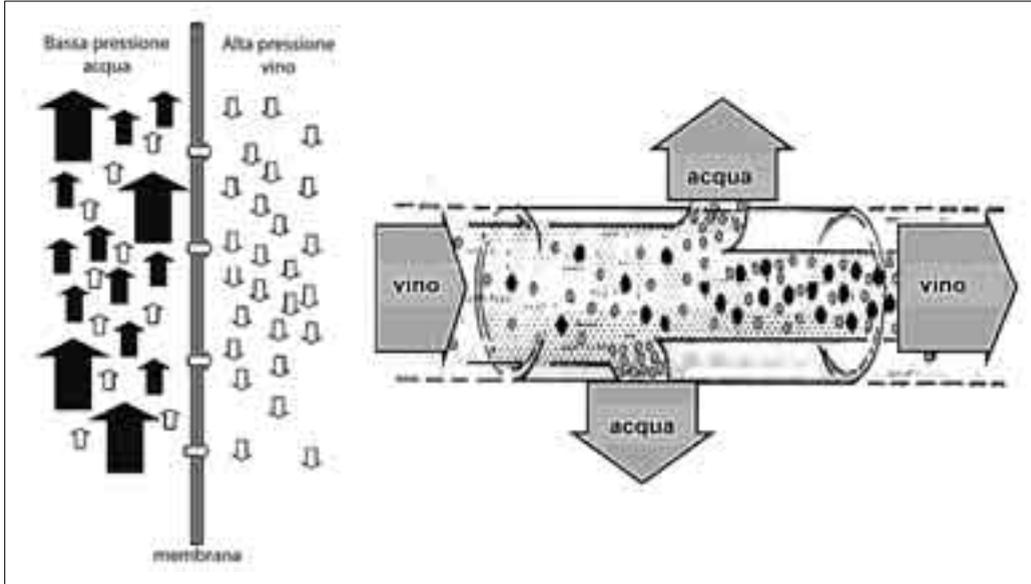


Figura 3. Rappresentazione schematica della tecnica di osmosi inversa. Il processo consiste nel concentrare il mosto attraverso l'eliminazione di una parte dell'acqua mediante membrane specifiche sotto l'azione di una pressione superiore alla pressione osmotica del mosto.

Così come per l'uva anche per il mosto ottenuto dalla sua pressatura è possibile effettuare una parziale disidratazione o mediante la tradizionale crioconcentrazione a bassa temperatura oppure impiegando trattamenti fisici avanzati quali l'applicazione di membrane ad osmosi inversa (Figura 3), l'evaporazione parziale a pressione atmosferica e l'evaporazione parziale sotto vuoto (Figura 4). Al fine di ottenere un migliore equilibrio gustativo nel futuro vino è possibile effettuare trattamenti di acidificazione o disacidificazione del mosto. A tal fine, i trattamenti tradizionalmente utilizzati consistono nel semplice taglio di differenti masse o nell'uso di sostanze acidificanti (acido tartarico) o disacidificanti (bicarbonato di potassio). La stessa operazione può tuttavia essere effettuata mediante l'impiego di tecniche più moderne quali l'uso di scambiatori cationici (acidificazione) e anionici (disacidificazione).

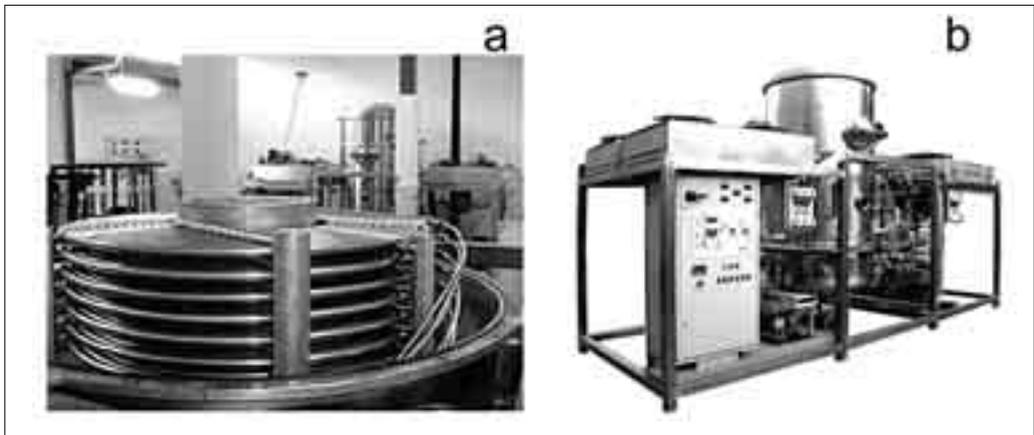


Figura 4. Apparecchiature utilizzate per la concentrazione dei mosti. Evaporazione parziale a pressione atmosferica (Fig. 4a). Processo che consiste nel concentrare il mosto a temperatura moderata per evaporazione di una parte dell'acqua in sistema di evaporazione a pressione atmosferica mediante riscaldamento. Evaporazione parziale sotto vuoto (Fig. 4b) Processo che consiste nel concentrare il mosto a bassa temperatura per evaporazione di una parte dell'acqua in uno scambiatore di calore sotto vuoto spinto.

Una pratica affermata negli ultimi anni consiste nel proteggere il mosto in atmosfera inerte con l'impiego di azoto, anidride carbonica e argon, al fine di evitare ossidazioni responsabili di imbrunimento della sostanza fenolica. È stato recentemente messo in evidenza che tale protezione ha un effetto anche sull'aroma del vino, favorendo una maggiore produzione di esteri durante la fermentazione alcolica ad opera dei lieviti (Moio *et al.*, 2004b). Inoltre nel caso di vini il cui aroma varietale è legato a molecole particolarmente sensibili all'ossidazione, come ad esempio i tioli volatili per il Sauvignon blanc, tale pratica è particolarmente utile per preservare la loro identità sensoriale. L'alternativa più tradizionale all'impiego di gas inerti consiste nell'aggiunta di antiossidanti quali l'acido ascorbico e l'anidride solforosa.

sa, additivo enologico per il quale la riduzione delle dosi di impiego è sempre auspicabile in quanto lievemente tossico.

## VINO

Così come per i mosti, anche per i vini è possibile modificare l'equilibrio gustativo mediante interventi mirati all'ottenimento del pH ottimale, quindi al bilanciamento della sensazione di acidità. Oltre alle tecniche utilizzate sui mosti, nel caso della disacidificazione dei vini è possibile ottenere l'effetto desiderato mediante l'impiego di batteri lattici in grado di degradare l'acido malico in acido lattico, con conseguente abbattimento dell'acidità. Tale disacidificazione microbiologica avviene naturalmente nei vini, ma oggi può essere gestita dall'enologo mediante l'impiego di batteri lattici selezionati per la capacità disacidificante, tra i quali sono stati messi in evidenza ceppi in grado di intervenire su precursori aromatici, contribuendo ad esaltare l'identità varietale dei vini (Ugliano & Moio, 2006). Durante il processo di vinificazione è necessario sottoporre i vini alla stabilizzazione tartarica, trattamento indispensabile per evitare la presenza in bottiglia di precipitati cristallini di bitartrato di potassio. Questa stabilizzazione è tradizionalmente ottenuta mediante trattamento a freddo (-2, -6 °C) con conseguente precipitazione dei cristalli di bitartrato di potassio e loro eliminazione per filtrazione. Oggi per lo stesso scopo possono essere utilizzate tecniche innovative quali l'utilizzo di scambiatori ionici e l'elettrodialisi (Figura 5). Sebbene l'utilizzo degli scambiatori ionici sia anche efficace per l'abbattimento dell'acidità volatile dei vini (Fer-

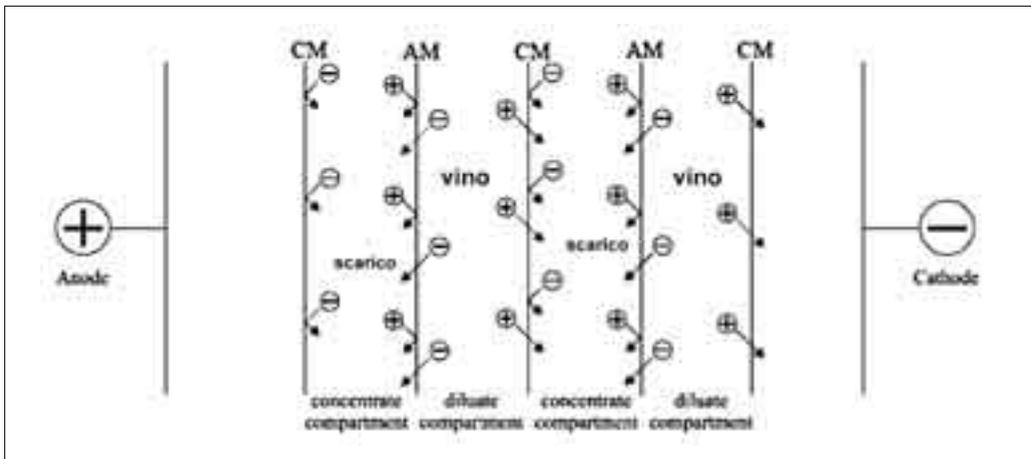
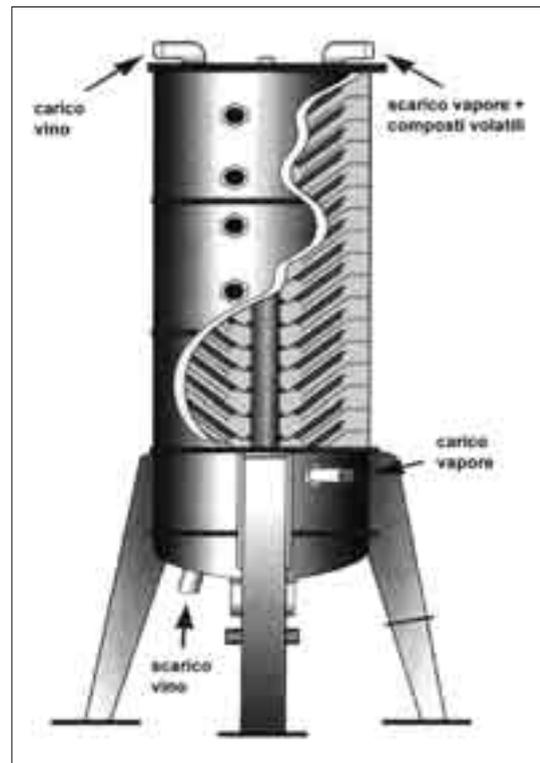


Figura 5. Applicazione della tecnica di elettrodialisi per la stabilizzazione tartarica dei vini. L'elettrodialisi è un metodo fisico di sottrazione di ioni in sovrasaturazione nei vini sotto l'azione di un campo elettrico mediante l'impiego di membrane permeabili ai soli anioni da una parte e di membrane permeabili dai soli cationi dall'altra parte. Le membrane sono piane e disposte alternativamente in un sistema che determina i compartimenti di trattamento (vino) e di concentrazione (acqua di scarico ricca di tartrati e bitartrati).

rarini *et al.*, 2001), tale tecnica non è permessa per tale fine. L'influenza di queste pratiche sui precursori d'aroma varietale dei vini non è ancora stata approfondita scientificamente. Negli ultimi anni si è imposta all'attenzione degli operatori del settore l'esigenza di ottenere vini meno alcolici. I recenti cambiamenti climatici determinano spesso la raccolta di uve più ricche in zuccheri con conseguente produzione di vini molto alcolici. La parziale dealcolizzazione del vino può essere ottenuta mediante l'evaporazione sotto vuoto, l'osmosi inversa (Figura 3) e il cono rotativo (Figura 6).



*Figura 6. Applicazione del cono rotativo per la dealcolizzazione dei vini. Il cono rotativo consiste in una colonna per l'estrazione in contro corrente di vapore sotto vuoto dei composti volatili del vino. Il flusso di vapore, entra dal basso della colonna, entra in contatto con il vino che scende dall'alto e, quando giunge in testa alla colonna arricchito di sostanze volatili del vino tra cui l'alcol etilico, viene condensato.*

È allo studio l'impiego di tali tecniche avanzate utili per la dealcolizzazione per abbattere il contenuto di contaminanti volatili dall'odore sgradevole come i fenoli volatili responsabili di odore di stalla e sudore di cavallo dei vini rossi. Sia il cono rotativo che l'osmosi inversa possono essere infatti utilizzati per separare dal vino una prima frazione contenente l'acqua, l'etanolo e gli aromi; tale frazione può essere ulteriormente frazionata in una aliquota ricca in aromi da una parte ed una miscela di acqua e alcol etilico dall'altra. Infine la frazione contenente l'aroma può essere trattata per eliminare i fenoli volatili, o altre molecole respon-

sabili di difetti d'odore. Naturalmente le diverse frazioni così ottenute saranno poi riassemblate dopo il trattamento.

L'utilizzo delle tecniche di frazionamento è alquanto discusso dalla comunità scientifica e dagli organi istituzionali e diverse sono le domande alle quali bisognerà dare una risposta prima di autorizzarne l'uso. La prima tra tutte è: le frazioni e/o il prodotto ottenuto dal rimiscelamento di queste possono essere considerate VINO? Va inoltre fortemente sottolineato che l'applicazione di tale tecnica potrebbe consentire il trasferimento di frazioni aromatiche da un vino ad un altro, trasformando il vino in una mera miscela di derivati organici di uve di origini diverse. Tale possibilità risulterebbe particolarmente pericolosa nell'ambito della salvaguardia innanzi tutto del prodotto "vino" in sé, ma soprattutto dei vini caratterizzati da una forte identità sensoriale e/o territoriale. Bisogna inoltre considerare che non esiste, a livello internazionale, un sistema di norme univoco per quanto riguarda le pratiche vitivinicole di cui è ammesso l'impiego. È pertanto necessario creare delle condizioni di armonizzazione legislativa, fortemente auspicata anche dall'OIV (Organizzazione internazionale della vite e del vino), al fine di evitare che solo alcuni paesi possano essere autorizzati all'impiego di tecnologie che da un lato permetterebbero una maggiore competitività sul mercato, ma dall'altro contribuirebbero alla demolizione del legame vino-uva-territorio, fondamento di millenni di produzione enologica, soprattutto nelle nazioni a più antica tradizione vitivinicola, come Italia, Francia, etc. Alla luce del fatto che tali pratiche non costituiscono un semplice avanzamento tecnologico dell'enologia, ma una radicale deviazione dal processo tradizionale, resta da chiedersi se il vantaggio che deriverebbe dal loro utilizzo sia effettivamente necessario per migliorare la qualità dei prodotti vitivinicoli, pur considerando il rischio di uno snaturamento del prodotto vino, con conseguente confusione nei consumatori.

Ben meno invasivi sono i trattamenti enologici innovativi che consistono in una simulazione del più tradizionale affinamento in legno di rovere del vino rosso prima della sua commercializzazione: la micro-ossigenazione e l'utilizzo di chips (frammenti di legno di quercia), solo recentemente ammessi dalla comunità europea.

L'avanzamento delle conoscenze tecnologiche circa i processi di filtrazione ha permesso di mettere a punto efficaci tecniche per la stabilizzazione microbiologica dei vini (micro, nano ed ultra-filtrazione) ed inoltre tappi sintetici vengono impiegati al posto dei più tradizionali tappi in sughero, per evitare la presenza nel vino del noto "difetto di tappo".

Infine, nella produzione di vino, frutto di un processo biotecnologico basato sull'azione di lieviti e batteri lattici, possono essere impiegati microrganismi selezionati per la loro capacità di esaltare la qualità sensoriale del prodotto finito. Lo sviluppo delle biotecnologie ha messo a disposizione dell'enologo lieviti e batteri selezionati in grado di conferire note più o meno fruttate e/o di esaltare l'aroma varietale dell'uva. Tuttavia l'impiego di tali microrganismi, che costituisce un utile strumento per l'enologo, deve essere sempre effettuato nel massimo rispetto dell'identità sensoriale del vino prodotto.

## Conclusioni

Alla luce della recente tendenza del mercato vitivinicolo mondiale che vede in forte crescita l'interesse dei consumatori verso prodotti caratterizzati da forte tipicità sensoriale, l'applicazione di tecnologie innovative rappresenta una risorsa da utilizzare con cautela e competenza per il comparto vinicolo italiano al fine di produrre vini con peculiari caratteri di tipicità aromatica, riconducibili alle uve autoctone da cui sono stati prodotti. Nelle uve, infatti, la sintesi dei composti odorosi caratteristici della varietà, e quindi responsabili dell'aroma varietale, è sotto controllo genetico. Questo consente in alcuni casi di legare l'aroma del vino alla varietà di uva di provenienza; inoltre le concentrazioni di molecole odorose nell'uva sono fortemente influenzate da fattori ambientali (esposizione, clima, terreno) da cui dipendono anche il grado di maturazione delle uve ed il loro stato sanitario. Pertanto la conoscenza del potenziale aromatico di una determinata cultivar consente di applicare le pratiche viticole più utili al miglioramento dell'espressione varietale della materia prima. È inoltre chiaro che l'ottenimento di vini con elevate caratteristiche di tipicità e complessità aromatiche è legato non solo alla qualità della materia prima, ma anche, e talvolta soprattutto, all'impiego di tecniche di vinificazione attraverso le quali sia possibile ottimizzare il contributo delle componenti aromatiche di fermentazione e varietale in funzione della tipologia di prodotto che si desidera ottenere. Le pratiche viticole e le tecniche di vinificazione dovrebbero essere plasmate su ciascuna varietà di uva, in modo tale che il vino da esse ottenuto esprima al massimo la sua potenzialità enologica. Pertanto l'enologia moderna, di elevata qualità, pur avvalendosi di tecnologie avanzate, dovrebbe sempre creare i presupposti per l'ottenimento di vini con una identità sensoriale forte fino a rendere riconoscibili, all'assaggio del vino, varietà di uva e territorio di origine.

## Bibliografia

- BAYONOVE C., CORDONNIER R., DUBOIS P. 1975. *Etude d'une fraction caractéristique de l'arome du raisin de la variété Cabernet-Sauvignon; mise en évidence de la 2-methoxy-3-isobutylpyrazine*. C.R. Hebd. Seances Acad. Sci. (Paris), 281 (D) 75-78.
- BOIDRON J. N., TORRES P. 1979. *Les aromes des muscat, etude analytique et dégustative*, Bull. Techn. Pyrénées Orient., 93: 157-161.
- CORDONNIER R. 1956. *Recherches sur l'aromatisation et le parfum des vins doux naturels et des vins de liqueur*. Ann. Technol. Agr. 5, 75-110
- CORRALES M., TOEPFEL S., BUTZ P., KNORR D., TAUSCHER B. 2008. *Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by ultrasonics, high hydrostatic pressure or pulsed electric fields: A comparison*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 9, 1, pp. 85-91.
- DARRIET P., TOMINAGA T., DUBOURDIEU D. 1995. *Identification of a powerful aromatic component of Vitis vinifera L. var. Sauvignon wines: 4-mercapto-4methylpentan-2-one*. Flavour Fragrance J. 10, 385-392.
- FERRARINI R., VERSARI A., GALASSI S. 2001. *A preliminary comparison between nanofiltration and reverse osmosis membranes for grape juice treatment*, Journal of Food Engineering, 50 113-116.
- MARSELLES-FONTANET A. R., MARTIN-BELLOSO O. 2007. *Optimization and validation of PEF processing conditions to inactivate oxidative enzymes of grape juice*. Journal of Food Engineering, 83 (3) 452-462.

- MOIO L., ETIEVANT P. X. 1995. *Ethyl anthranilate, ethyl cinnamate, 2,3-dihydrocinnamate and methyl anthranilate: four important odorants identified in Pinot noir wines of Burgundy*. American Journal of Enology and Viticulture 46: 392-398.
- MOIO L., UGLIANO M., GAMBUTI A., GENOVESE A., PIOMBINO P. 2004a. *Influence of different clarification treatments on the concentration of selected free varietal aroma compounds and glycoconjugates of Falanghina (Vitis Vinifera L.) must and wine*. American Journal of Enology and Viticulture, 55, 1, 7-12.
- MOIO L., UGLIANO M., GENOVESE A., GAMBUTI A., PESSINA R., PIOMBINO P. 2004b. *Effect of antioxidant protection of must on volatile compounds and aroma shelf-life of Falanghina (Vitis vinifera L.) wine*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 891-897.
- RAPP A., J. MARAIS. 1993. *The shelf life of wine: changes in aroma substances during storage and aging of white wines*. In The shelf life of Foods and Beverages. Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects, G. Charalambous (Ed.) Elsevier Science Publisher: Amsterdam, The Netherlands, pp. 891-921.
- RAPP A., KNIPSER W., ENGEL L., ULLEMEYER H., HEIMANN W. 1980. *Off-flavour compounds in the berry and wine aroma of grapevine hybrids I. The strawberry-like flavor*. Vitis 19: 13-23.
- SALENGKE S., SASTRY S. K. 2005. *Effect of ohmic pretreatment on the drying rate of grapes and adsorption isotherm of raisins*. Drying technology, 23 (3) 551-564.
- SIMPSON R. F. 1978. *1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene: an important contributor to the bottle aged bouquet of wine*. Chem. Industr. 1:37.
- SIMPSON R. F., MILLAR G. C. 1984. *Aroma composition of Chardonnay wine*. Vitis 23: 143-158.
- UGARTE P., AGOSIN E., BORDEU E., VILLALOBOS J. I. 2005. *Reduction of 4-ethylphenol and 4-ethylguaiacol concentration in red wines using reverse osmosis and adsorption*. American Journal of Enology and Viticulture 56 (1) 30-36.
- UGLIANO M., GENOVESE A., MOIO L. 2003. *Hydrolysis of wine aroma precursors during malolactic fermentation with four commercial starter cultures of Oenococcus oeni*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51: 5073-5078.
- UGLIANO M., MOIO L. 2006. *The influence of malolactic fermentation and Oenococcus oeni strain on glycosidic aroma precursors and related volatile compound of red wine*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 86: 2468-2476.
- WU Y., MITTAL G.S., GRIFFITHS M.W. 2005. *Effect of Pulsed Electric Field on the Inactivation of Microorganisms in Grape Juices with and without Antimicrobials*. 90, 1, pp. 1-7.