

# LE NOVITA' TECNICHE NELLA VINIFICAZIONE

## Autoarricchimento

I metodi di autoarricchimento sono oggi numerosi, e nei prossimi anni si assisterà certamente ad un ulteriore sviluppo delle applicazioni oggi esistenti.

Al momento le tecniche sottrattive, inserite nel 1998 nel "Codice Internazionale di Pratiche Enologiche", sono la crioconzentrazione (cioè la concentrazione del mosto per mezzo del freddo), l'osmosi inversa, l'evaporazione parziale a pressione atmosferica o sotto vuoto, l'appassimento con trattamento fisico.

L'osmosi inversa è al momento un trattamento utilizzabile esclusivamente sui mosti, che viene condotto attraverso un processo membranario rivolto all'eliminazione dell'acqua pura. Con questo metodo si può aumentare la concentrazione di zucchero e degli altri costituenti che sono in soluzione nel mosto d'uva. Si tratta di una tecnica utilizzata da più di vent'anni in altri settori, che ha tra le utilizzazioni più diffuse la dissalazione dell'acqua di mare e la concentrazione dei succhi di frutta.

Si tratta di un metodo fisico che permette l'eliminazione dell'acqua a temperatura ambiente con l'aiuto di una membrana semipermeabile che funziona senza nessuna alterazione sotto l'azione di una forte pressione (ad esempio 100 atm) che è in grado di vincere la pressione osmotica.

L'autoarricchimento ottenuto con sistemi ad osmosi inversa permette di separare l'acqua presente nei mosti concentrando tutti i componenti presenti. L'utilizzo di membrane semipermeabili permette di allontanare anche parte dell'acido malico, ottenendo quindi mosti con un equilibrio acido più simile ai mosti di partenza.

I mosti concentrati mediante osmosi inversa non possiedono odori o sapori estranei, e mostrano in genere una buona qualità organolettica che, soprattutto per i rossi, li pone al di sopra dei mosti non trattati. Rispetto ai mosti arricchiti con Mosto Concentrato Rettificato, i mosti arricchiti per osmosi inversa risultano più ricchi in composti fenolici e in macromolecole. Sono quindi più colorati e con un maggiore corpo.

Al fine di limitare i fenomeni di sporcamento della membrana è opportuno trattare il mosto con una ultrafiltrazione, durante la quale si può ottenere l'eliminazione del 50% dei polifenoli polimerizzabili. In queste condizioni è possibile concentrare un mosto fino al 25% in zuccheri lavorando alla pressione di 50 atm.

Dal punto di vista economico i costi di investimento variano secondo il tipo di membrana e l'area superficiale installata. Da un punto di vista generale le membrane tubolari presentano costi più elevati ma permettono di lavorare su mosto grezzo. Le membrane spiralate o capillari sono più economiche ma necessitano un attento pretrattamento del mosto. I costi di funzionamento sono minori della concentrazione sotto vuoto tradizionale, e la vita media della membrana può essere stimata in quattro-otto anni. A fianco dei sistemi che utilizzano le membrane, si stanno applicando anche più efficienti sistemi di evaporazione sotto vuoto. Con questi nuovi sistemi è possibile far evaporare l'acqua a temperature tra 20 e 24 °C, senza modificare le caratteristiche sensoriali del mosto.

Anche l'appassimento delle uve con metodo fisico può essere in certi casi apparentato agli altri sistemi di autoarricchimento. Il procedimento consiste nella conservazione dell'uva in una camera climatizzata, nella quale si regola la circolazione di aria disidratata. L'obiettivo è di asciugare perfettamente i grappoli, di perfezionare la maturazione dell'uva quando le condizioni climatiche sono avverse, e di ottenere un arricchimento di zucchero e di tutti gli altri elementi con l'eccezione dell'acido malico.

## **I Batteri selezionati**

E' importante definire a priori se il vino che si vuole produrre deve compiere oppure no la fermentazione malolattica. Questa necessità di "progettazione" del vino, che parte dalla vendemmia, dimostra anche in questo caso la stretta correlazione che esiste tra le diverse fasi di produzione. Nel caso si stabilisca che il vino debba fare la fermentazione malolattica, per favorirne lo svolgimento si possono utilizzare delle preparazioni specifiche: oggi si trova sul mercato una ampia gamma di batteri, con tipologie che si differenziano per le modalità d'utilizzo e la capacità di compiere la malolattica su vini con caratteristiche diverse.

Il giudizio che stanno formulando i ricercatori che si occupano dell'argomento è che ormai esistono gli strumenti pratici per gestire con una relativa sicurezza la fermentazione malolattica.

Le direzioni di indagine e di utilizzo tecnologico dei batteri selezionati sono al momento due.

La prima è quella più tradizionale: prevede l'uso di batteri liofilizzati prodotti con sistemi standard, cioè quella gamma di prodotti commerciali che in cantina hanno bisogno di una o più fasi di riattivazione prima di essere inoculati nel vino. L'efficienza di queste preparazioni è oggi sufficientemente documentata, ma rimane una certa difficoltà pratica nel seguire le procedure di preparazione delle colture starter in cantina. I vantaggi principali di questa serie di preparazioni sono riconducibili alla possibilità che ha l'enologo nella scelta del ceppo ottimale all'interno di una ampia gamma commerciale, alla adattabilità dei ceppi alle condizioni a volte difficili dei vini, al costo inferiore.

La seconda opportunità è quella di ricorrere a batteri liofilizzati ad inoculo diretto. Sono ormai disponibili una decina di preparazioni commerciali di questo tipo, che nella maggior parte dei casi permettono di avviare velocemente ed in modo molto semplice il processo malolattico. Tra i vantaggi sembra esservi anche un ridottissimo aumento dell'acidità volatile.

Alcuni fornitori stanno proponendo delle soluzioni intermedie: preparati batterici utilizzabili per l'inoculo definitivo dopo un passaggio di adattamento semplice. Si tratta di uno schema di lavoro che risulta particolarmente adatto alle cantine che operano su grandi volumi.

## **Le Biotecnologie applicate al Vino**

Negli ultimi anni sono stati condotti molti lavori rivolti ad un utilizzo più approfondito delle tecniche biologiche applicate ai mosti ed alla loro trasformazione in vino. Nuovi prodotti e nuove applicazioni si sono affacciati al mondo dell'enologia e certamente nei prossimi anni in questo ambito si vedranno ulteriori nuovi sviluppi importanti.

In particolare si è sempre più consci che i composti colloidali presenti nei mosti e nei vini giocano un ruolo importantissimo sulla struttura sensoriale del prodotto. Il proseguimento degli studi sui polisaccaridi provenienti dall'uva e dai microorganismi di interesse enologico porterà indubbiamente a importanti novità future.

Tra i prodotti biotecnologici che negli ultimi anni sono diventati di ampia applicazione ci sono i preparati enzimatici e i batteri malolattici. A fianco di queste possibilità, una frontiera nuova si sta aprendo nello studio della selezione dei lieviti secchi attivi, condotta in modo da ottenere dei ceppi che siano particolarmente adatti al singolo vitigno ed alla specifica cantina.

Tra i settori della ricerca enologica che potranno più facilmente portare a risultati innovativi nei prossimi anni, le biotecnologie enologiche attendono delle decisioni legali sull'utilizzo degli organismi geneticamente modificati. L'ingegneria genetica permette di isolare un gene a partire da un organismo donatore, di modificarlo in vitro, e di reintrodurlo in un organismo ricettore. Una delle caratteristiche essenziali dell'ingegneria genetica è che gli organismi donatore e ricettore possono essere totalmente diversi. I lieviti da vinificazione sono già stati oggetto di manipolazioni genetiche, alcune delle quali sono presentate in tabella .

<b>Manipolazioni genetiche condotte sui lieviti da vinificazione</b>		
ANNO	OBBIETTIVO	ORGANISMO DONATORE
1990	Costruzione di un ceppo killer K1	Saccharomyces cerevisiae
1991	Costruzione di un ceppo con attività beta-glucanasica	Trichoderma longibrachiatum
1992	Costruzione di un ceppo con attività flocculante per evitare il remuage	Saccharomyces cerevisiae
1993	Costruzione di un ceppo che realizza la fermentazione malolattica	Lactococcus lactis
1994	Costruzione di un ceppo che acidifica per produzione di acido lattico	Lactobacillus casei

La modifica genetica di uno dei microorganismi che storicamente appare da sempre collegato con l'alimentazione umana, la trasformazione del *Saccharomyces cerevisiae* in una fabbrica ingegnerizzata di glicerina, di resveratrolo o di acido lattico è una prospettiva oggi tecnicamente possibile, che quindi probabilmente non mancherà di affacciarsi alla realtà nei prossimi anni. Al momento gli OGM (Organismi Geneticamente Modificati) hanno ricevuto una secca bocciatura da parte dell'opinione pubblica europea, ed hanno riscosso solo un debolissimo interesse da parte del mondo tecnico dell'enologia, che appare invece piuttosto preoccupato delle potenzialità evocate da alcune parti: lieviti in grado di stabilizzare il vino grazie all'enzima malolattico, oppure in grado di produrre gli stessi antociani dell'uva, o magari capaci di sintetizzare aromi di fragola, di ananas o di Cabernet-Sauvignon.

## **I Ceppi di Cantina**

L'aspetto dell'ecologia dei lieviti, della loro presenza e diffusione negli ambienti, del loro adattamento naturale alle diverse aree e alle diverse situazioni di cantina. è stato recentemente sintetizzato dal Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Perugia in un libro intitolato "*Implicazioni enologiche della nuova ecologia dei lieviti vinari*".

La selezione che avviene tra le vasche e sulle pareti delle cantine dopo anni di fermentazioni successive, appare in certi casi tanto efficace che i caratteri primari dei ceppi di cantina sono spesso paragonabili a quelli dei ceppi selezionati e venduti sotto forma di lieviti secchi attivi: elevato vigore fermentativo, elevata purezza fermentativa, alta velocità di fermentazione. Questi elementi sono logici: nella selezione naturale che avviene durante gli anni, sopravvivono solo i lieviti che fermentano meglio, più rapidamente, e che resistono ad una più elevata concentrazione di alcol. L'aspetto più importante sono però le proprietà enologiche "secondarie" dei lieviti: quelle che possono conferire la specificità organolettica al vino.

Su queste proprietà secondarie il gruppo di ricercatori di Perugia ha condotto ricerche che hanno portato a interessanti risultati. I ceppi di cantina producono dei composti secondari di fermentazione

che hanno una composizione diversa secondo le zone geografiche. Le prove di assaggio dei vini ottenuti con diversi ceppi di cantina hanno dimostrato una notevole diversità organolettica, un netto miglioramento della qualità, una accresciuta tipicità dei prodotti.

Se queste ipotesi verranno confermate in generale, ogni area a DOC, e forse ogni singola cantina può ospitare almeno un ceppo che si è selezionato naturalmente, che si è adattato alle condizioni di clima, alla composizione media del mosto, alle condizioni ambientali della cantina.

In altre parole, diventerà possibile isolare dalle superfici delle cantine degli starter autoctoni con caratteristiche enologiche comparabili con i ceppi selezionati commerciali.

Al fine di sviluppare con successo la pratica della vinificazione con ceppi di cantina, mancava fino a pochi anni fa un ultimo tassello: la possibilità di un controllo analitico sul tipo di lievito che effettivamente prevale in una fermentazione. Oggi questo tassello è stato inserito: laboratori specializzati possono con una spesa non eccessiva fare una analisi genetica sui ceppi che hanno condotto la fermentazione, e verificarne la rispondenza con quelli inoculati, che avrebbero dovuto prevalere.

## **Nuovi e vecchi chiarificanti**

La chiarifica serve essenzialmente per ottenere un vino stabile dal punto di vista proteico e per ottimizzare le caratteristiche organolettiche. Contemporaneamente si opera per ottenere un eventuale ritocco del colore e per gli altri trattamenti di stabilizzazione. Per i vini rossi la chiarifica viene utilizzata anche per compiere una diminuzione dei tannini, quindi per rendere il vino meno astringente.

Dato che esistono necessità diverse, in funzione del tipo di vino da chiarificare e del risultato che si desidera, si deve scegliere la corretta formulazione di chiarificanti tra un ventaglio di possibilità abbastanza ampio. Il principio di fondo è però lo stesso sia che si operi per una chiarifica di vini bianchi che di vini rossi. Il coadiuvante di base rimane la bentonite, combinata in genere con una proteina (gelatina, caseina, albumina, colla di pesce).

Durante la chiarifica si opera, se necessario, con la demetallizzazione. Si tratta di una pratica che è in progressiva diminuzione da quando i contenitori in acciaio inox e in vetroresina sono diventati di uso comune in tutte le cantine.

### **La bentonite**

La bentonite è un silicato di alluminio, in uso in enologia dal 1935, inerte chimicamente e totalmente innocuo. Recenti studi hanno evidenziato la capacità peculiare della bentonite di adsorbire la riboflavina, che è responsabile della comparsa del "gusto di luce" nei vini bianchi esposti alla luce.

A fianco della preparazione tradizionale di bentonite, esiste una tipologia di bentonite attivata, commercializzata a fili tubolari sottili, lunghi qualche centimetro e di colore quasi bianco, utile per i lavori di ritocco, che si può usare a dosi molto inferiori rispetto alle quantità tradizionali, e che esplica il suo effetto a concentrazioni di 5-10 g/hl.

L'interesse verso i chiarificanti composti premiscelati sembra molto diminuito negli ultimi anni. Le miscele vengono in genere preparate in cantina, con le dosi stabilite dal tecnico, predisposte in modo da essere adattate alle specificità dei prodotti.

Assieme alla bentonite, per i vini bianchi si utilizza in genere il caseinato di potassio, con una dose variabile da 10 a 50 g/hl. E' necessaria una buona attenzione per il suo impiego, dato che nel caso non venga addizionato con cura rischia di flocculare senza espletare il suo ruolo di chiarificante. L'uso del caseinato per i vini rossi è raro, anche se in certi casi lo si può utilizzare per far virare il colore dei vini verso il rosso, togliendo preferenzialmente la frazione ossidata dei polifenoli, responsabile del tono giallo.

## **La gelatina**

Nei vini rossi assieme alla bentonite si usa in genere la gelatina. Le dosi sono variabili. In genere per le gelatine in polvere si utilizza una dose di 5 - 15 g/hl, mentre le gelatine liquide si usano in base alla concentrazione.

Anche se la gelatina è un coadiuvante ben noto, nuovi studi di caratterizzazione mostrano che ne esistono di tipologia diversa per aspetti chimico-fisici e organolettici.

Dato che le gelatine animali provengono da tessuti diversi, la composizione e la sequenza di aminoacidi può variare notevolmente. Inoltre il tipo di frammentazione e di degradazione variano in funzione delle condizioni di estrazione. Così non è sorprendente che le gelatine siano una mescolanza complessa ed eterogenea di polipeptidi. In questo modo le diverse preparazioni commerciali presentano dei pesi molecolari variabili, e sono portatrici di una carica elettrica più o meno importante.

Questi aspetti diversi forniscono dunque inevitabilmente delle proprietà molto diverse. Esistono infatti gelatine che, in funzione del loro processo di produzione, sono 20 volte più cariche elettricamente di altre, ed hanno quindi comportamenti specifici. Gli studi compiuti negli ultimi anni sulle interazioni gelatina/polifenoli hanno portato al riconoscimento di tipologie diverse di gelatina, e quindi al potenziale miglior utilizzo per classi diverse di vini.

E' in corso di studio una alternativa alla classica gelatina estratta da tessuto animale. In seguito alla spinta del mercato, che ritiene inopportuno l'utilizzo di prodotti animali nel vino, si sono iniziate a produrre sperimentalmente gelatine derivate da varie specie di vegetali, come pisello, riso o soia. Al momento se ne prevede l'uso con le stesse dosi e modalità delle gelatine standard. Nei primi test condotti appaiono meno solubili delle gelatine animali, quindi godono di una minore praticità d'uso, tuttavia in corso di miglioramento.

D'altro canto, dato che le loro tipologie appaiono molto numerose, in funzione dell'origine botanica e del grado di idrolisi, ulteriori ricerche dovranno essere condotte per individuarne le caratteristiche peculiari sia in termini di specificità che di meccanismo d'azione, dato che i primi risultati di chiarifica e organolettici appaiono molto interessanti.

## **Il carbone**

Vi sono coadiuvanti di chiarifica il cui uso, pur continuando a rimanere importante, negli ultimi anni è apparso in relativa diminuzione. Il principale tra questi è il carbone, utilizzato per il ritocco del colore dei vini bianchi. Un altro è il sol di silice, utile per diminuire i volumi di fondi di chiarifica in caso di necessità di chiarifiche massicce. La chiarifica combinata sol di silice-gelatina trova il suo campo di applicazione nei vini bianchi di difficile chiarifica, molto ricchi di colloidali. La dose di sol di silice da impiegare è circa pari a 5 - 10 volte la quantità di gelatina, quindi se si impiegano 10 g/hl di gelatina, si dovranno usare da 50 a 100 ml/hl di sol di silice. In questo modo i volumi di fondi di chiarifica diminuiscono di oltre la metà rispetto ad una chiarifica standard.

Una recente proposta di coadiuvanti composti premiscelati contenenti carbone è rivolta alla diminuzione delle tossine fungine eventualmente presenti nel mosto. La capacità di eliminazione di tossine riesce a essere molto elevata, e raggiunge il 95%.

## **Il tannino**

L'utilizzo dei tannini in enologia come coadiuvante per la stabilizzazione proteica è una pratica nota da secoli. La sua diffusione risulta relativamente limitata a causa delle sensazioni astringenti ed amare che i preparati possono dare ai vini. Negli ultimi anni l'attenzione dei ricercatori e delle cantine si è focalizzata su un'altra proprietà di questo gruppo di molecole: la sua capacità di regolatore nei fenomeni di ossidazione.

In particolare, nell'ambito della tecnologia di produzione dei vini rossi, il tannino può essere aggiunto in fase di macerazione o sul vino finito, allo scopo di preservare gli antociani dalla degradazione ossidativa, e di favorirne la condensazione che porta alla formazione di complessi dal colore stabile nel tempo.

I tannini commerciali sono una complessa famiglia di preparazioni. Vengono estratti da un gran numero di specie vegetali, da parti legnose o frutti.

L'ottenimento delle polveri commercializzate si basa sull'estrazione solido-liquido, che viene realizzata su trucioli del materiale legnoso con solventi che possono essere l'acqua, l'etere etilico o l'alcol, da soli o in miscela. Il solvente che ha estratto i tannini viene successivamente evaporato o allontanato per liofilizzazione.

Nel vino i tannini possono intervenire nella regolazione dei processi ossidativi con diverse modalità d'azione. Da un punto di vista sensoriale, oltre alla stabilizzazione del colore, possono produrre note talvolta amare o astringenti, ma anche tipiche dell'affinamento in legno e migliorative rispetto alle caratteristiche di vini poco strutturati. Inoltre possono favorire l'inattivazione di tioli e composti solforati responsabili di cattivi odori. In un prossimo futuro queste caratteristiche che sono secondarie rispetto all'utilizzo primario potranno essere oggetto di preparazioni specifiche.

## Gli Enzimi in Enologia

Gli enzimi enologici sono sempre più utilizzati nelle cantine. L'interesse dei preparati enzimatici ed in generale delle biotecnologie risiede anche nel contributo che potranno fornire alla messa in atto del principio di "trattamento minimo" dei vini.

In molti casi gli enzimi permettono di facilitare le condizioni di vinificazione e in generale tendono a migliorare la qualità dei vini. Si deve sottolineare come diventa sempre più evidente la specificità del rapporto enzima/substrato per l'ottenimento dei risultati auspicati: la specificità dell'annata, dello stato di maturazione e della varietà di uva sono molto importanti per la corretta scelta del tipo e della concentrazione di uso dell'enzima. E' necessario quindi un attento esame delle interazioni tra la varietà di uva e il tipo di enzima per poter ottenere risultati ripetibili e utili per il miglioramento della qualità dei vini.

La prima classe delle preparazioni enzimatiche è quella con prevalente attività pectolitica: le pectine dell'uva sono polimeri dell'acido galatturonico, e costituiscono almeno il 50% dei colloidali del mosto. Uno degli aspetti interessanti dell'uso degli enzimi pectolitici è risultata la loro applicazione durante la pratica della flottazione. In questo caso la diminuzione della viscosità del mosto permette una più facile chiarifica.

Tra gli scopi tecnologici più innovativi delle preparazioni enzimatiche si trovano quelle dell'estrazione delle mannoproteine dalle pareti dei lieviti durante l'affinamento in *barrique*, e lo sviluppo del potenziale aromatico contenuto nelle uve.

Per l'estrazione delle mannoproteine vengono proposte preparazioni enzimatiche specifiche, che devono essere aggiunte al vino in contatto con le sue "fecce fini" e che devono agire per un paio di mesi con rimontaggi o *batonnages* frequenti. In questo modo si riesce ad ottenere un'aumento di oltre il 60% di colloidali protettivi. Quando si decide di interrompere l'azione dell'enzima sul suo substrato è sufficiente compiere un travaso: in questo modo l'enzima non è più a contatto con le cellule dei lieviti e non può più lavorare.

Gli enzimi che agiscono sull'aroma dei vini possono operare in due momenti tecnologici diversi e con modalità profondamente differenziate. Possono essere usati nella fase estrattiva, ed in questo caso permettono una migliore estrazione di aromi e dei loro precursori dalle bucce. Oppure possono essere utilizzati sul vino, in modo da scindere i precursori d'aromi e liberare la parte volatile profumata. Per ottenere questo secondo risultato oggi si deve operare su vino che abbia meno di 15 grammi/litro di zuccheri residui, dato che questi enzimi sono fortemente influenzati dalla presenza di glucosio, che inibisce quasi totalmente la loro attività  $\beta$ -glucosidasi. Molto recentemente sono stati presentati degli studi riguardanti nuove preparazioni enzimatiche che non vengono inibite dal glucosio, e che quindi quando verranno commercializzate si potranno utilizzare anche sui mosti. L'utilizzo degli enzimi per modificare l'equilibrio sensoriale dei vini deve essere fatto con le necessarie cautele: in certe varietà come il Traminer o il Moscato, la presenza di importanti quantità di precursori d'aroma può dare origine a risultati sensoriali del tutto diversi da quelli del vino non

trattato. L'utilizzo degli enzimi  $\beta$ -glucosidasi deve essere quindi compiuto degustando frequentemente il vino in trattamento ed interrompendo la loro azione appena si raggiunge il risultato desiderato. Per bloccare l'azione degli enzimi in questo caso si deve procedere ad una leggera chiarifica con bentonite, che elimina gli enzimi e interrompe la loro azione catalitica.

## La fase prefermentativa

La vinificazione del pigiato può essere condotta facendo fermentare il mosto a contatto con le bucce, oppure in loro assenza. La distinzione fondamentale tra vinificazione in bianco e vinificazione in rosso si basa proprio sulla presenza o sull'assenza della macerazione fermentativa delle vinacce. Si tratta di una distinzione che ha sempre accompagnato le pratiche di produzione del vino, che si sono distinte in modo forse eccessivamente schematico tra quelle "in rosso" che dissolvono nel mosto i componenti presenti nella buccia dell'uva, e quelle "in bianco" che cercano di evitare al massimo questa dissoluzione.

La velocità di trasferimento dalle bucce al mosto delle sostanze aromatiche, dei precursori d'aromi, delle sostanze coloranti e tanniche è correlata ad una serie di variabili, tra le quali sono molto importanti lo stato delle bucce, la sanità dell'uva, la durata del contatto, le modalità di agitazione o rimontaggio, la temperatura, la concentrazione di SO<sub>2</sub> e naturalmente la progressiva formazione di alcol.

Proprio la presenza di una concentrazione crescente di alcol durante la fermentazione è essenziale per la caratterizzazione del prodotto finito, dato che l'alcol modifica profondamente la velocità di dissoluzione delle diverse specie chimiche coinvolte.

La velocità di passaggio delle sostanze dalla buccia al mosto è infatti molto diversa a seconda che si operi in presenza e in assenza di alcol. Questo elemento di tipo chimico ha permesso di sviluppare una serie di metodi di macerazione che sfruttano proprio le differenze di velocità di estrazione. I nuovi metodi prefermentativi che si sono sviluppati negli ultimi anni si possono quindi utilizzare allo scopo di dare origine a vini bianchi strutturati (usando ad esempio la macerazione pellicolare) oppure a vini rossi vinificati in bianco (ad esempio utilizzando l'estrazione rapida del colore con rimontaggi frequenti, e poi fermentando in assenza di vinacce).

Oggi l'enologo ha a disposizione una serie di tecniche come la Criomacerazione, la Macerazione Carbonica, la Macerazione Prefermentativa a Freddo (MPF), che si uniscono all'ampia tavolozza già esistente per permettergli di ottenere vini molto diversi tra loro a partire dalla stessa uva.

## La Filtrazione

Dopo la chiarifica, una volta illimpidito il vino, è necessario procedere alla separazione dei solidi sospesi. Per farlo si può scegliere tra la filtrazione ad alluvionaggio continuo, il travaso statico, oppure la centrifugazione.

Tra i diversi sistemi di separazione solido/liquido la centrifugazione aveva avuto un relativo calo d'interesse nell'ultimo decennio: il suo costo energetico è relativamente elevato, non ha effetti sui colloidali, e a volte presenta problemi nell'utilizzo per vini spumanti. L'ambito ottimale della centrifugazione veniva quindi considerato l'eliminazione dei lieviti dopo la fermentazione.

Oggi le preoccupazioni di tipo ecologico (la centrifuga permette di lavorare senza farina fossile) e lo sviluppo della filtrazione tangenziale (per la quale la centrifugazione appare il trattamento ottimale di preparazione) hanno riportato in auge la centrifugazione, facendo registrare una rinascita di ottimismo e un netto ritorno d'interesse.



Negli ultimi tempi la domanda se si debba filtrare il vino oppure no, si presenta sempre più spesso nelle cantine. La richiesta da parte del mercato di vini ottenuti con il minimo possibile di manipolazioni spinge verso la scelta di non filtrare. Se per i rossi invecchiati si tratta di una pratica possibile, viene stimato che il 90% del totale della produzione italiana viene filtrata almeno una volta. Se appare necessario filtrare i vini, si deve scegliere un sistema affidabile, con scarso impatto ambientale, che garantisce il risultato con la minima manipolazione del prodotto.

Il sistema più utilizzato è la filtrazione ad alluvionaggio continuo. Sulla base del flusso desiderato la prestazione del filtro viene garantita con una continua aggiunta di coadiuvante di filtrazione. In base al tipo di vino e al risultato che si desidera ottenere si decide il tipo di coadiuvante da utilizzare.

Oggi i filtri hanno spesso un controllo nefelometrico incorporato, che permette il riciclo del prodotto in caso di non raggiungimento del livello desiderato di limpidezza. In genere la torbidità del prodotto finito è intorno a 0,2 NTU per i vini bianchi, e intorno a 1 NTU per i vini rossi.

E' comune la tendenza a compiere due filtrazioni successive, piuttosto che una sola filtrazione serrata. Si tratta di un sistema più comodo, che garantisce un ottimo risultato, ma che ha diversi inconvenienti: il tempo e la manodopera maggiore, il costo più elevato, gli sfridi di lavorazione più alti. In questo caso, la prima ha la caratteristica di una filtrazione sgrossante e la seconda quella di una filtrazione brillantante. La tecnologia di filtrazione implica la preparazione di un prepanello, che in genere è di cellulosa mescolata a perliti o diatomee per filtrazioni sgrossanti. Il prepanello è di cellulosa pura (attivata) per filtrazioni più serrate. Questa seconda modalità porta alcuni vantaggi, in quanto unisce ad un maggior effetto di trattenimento una maggiore stabilità. A questi vantaggi si collega però anche un costo più elevato.

Una volta compiuta la preparazione del prepanello, si procede alla filtrazione vera e propria.

In genere si fissa la portata sulla base della capacità del filtro, e si osserva la velocità di aumento della pressione differenziale. Se la pressione sale troppo rapidamente significa che si è scelto un coadiuvante troppo stretto, oppure se ne sta usando una dose troppo scarsa. Nel caso opposto, cioè nel caso in cui la pressione non aumenti, significa che non si stanno sfruttando al meglio le capacità del filtro, si deve diminuire la quantità di farina fossile utilizzata, oppure aumentare la portata.

Tra i nuovi coadiuvanti di filtrazione con interessanti effetti di correzione del colore si deve citare il PVPP. Si tratta di un polimero che agisce per contatto, e che viene usato alla dose di 5-10 g/hl per togliere le tonalità marroni principalmente ai vini bianchi, sebbene sia utilizzabile anche sui vini rossi.

## La filtrazione sterilizzante

Prima di arrivare alla bottiglia il vino subisce in genere una filtrazione sterilizzante, in modo da ottenere una sicura stabilità microbiologica. Questa filtrazione costituisce uno dei Punti Critici di Controllo del Sistema HACCP applicato al vino ed è soggetta alla massima attenzione.

La situazione del 1970 era la seguente: il vino veniva filtrato con cartoni serrati, cosiddetti "sterilizzanti", ma in questo modo la stabilità biologica non era garantita: era quindi necessaria una pastorizzazione, che veniva in genere compiuta sul vino in bottiglia.

Intorno al 1980 iniziarono le prime applicazioni della microfiltrazione sterilizzante. Si mantenne la filtrazione a cartoni, che però divenne meno serrata, e il microfiltro andò a sostituire la pastorizzazione. Intorno al 1985 nuovi filtri a membrana vennero proposti per sostituire i cartoni. Lo scopo era prolungare la vita utile dei microfiltri, e l'idea di fondo era quella di sostituire completamente la filtrazione su cartoni. In realtà si vide ben presto che anche se teoricamente la filtrazione su cartoni poteva essere eliminata, in pratica diventava difficile farlo. In questo modo si è giunti alla situazione attuale che vede un sistema di tre filtrazioni "a cascata":

1) Filtro a cartoni, che possono anche essere a cartucce lenticolari, lavabili, in un sistema chiuso che impedisce lo sgocciolamento. I filtri a cartone forniscono la sicurezza di non intasare le membrane in caso di errori durante le lavorazioni precedenti, e riducono in modo importante l'Indice di Filtrabilità. Nonostante i potenziali inconvenienti (perdite di prodotto, possibilità di gusti anomali,

scarsa costanza della filtrazione) appaiono al momento insostituibili.

2) Prefiltro a membrana, con una porosità di circa 1  $\mu\text{m}$  che serve per proteggere il filtro finale. Al momento manca ancora un prefiltro lavabile che possa sostituire completamente il cartone. Sono in corso test con membrane di nuovi materiali, robusti e in grado di abbattere in modo sostanziale l'IF, che potranno forse ridurre il numero di filtrazioni finali.

3) Filtro finale, di 0,45  $\mu\text{m}$ , che deve garantire la sicurezza microbiologica e il rispetto del prodotto. Per questo negli ultimi anni si sono sviluppati materiali inerti e senza cariche elettrostatiche, in modo da proteggere al massimo le caratteristiche del vino.

## La Filtrazione Tangenziale

La soluzione del problema dell'ottenimento della stabilità proteica attraverso una metodica meno complessa è quella di modificare radicalmente il metodo di filtrazione del vino. Al posto di utilizzare un filtro ad alluvionaggio continuo, si può prevedere di usare un filtro tangenziale. I processi di microfiltrazione e di ultrafiltrazione in flusso tangenziale possono infatti costituire una valida risposta al problema della chiarifica del mosto. Si tratta di tecniche di filtrazione che permettono di separare cellule di batteri e di lieviti per ottenere un prodotto sterile. Si tratta di metodi di filtrazione che si compiono a bassa temperatura, che non richiedono elevati consumi di energia e che producono un permeato privo di sedimenti e di sostanze flocculanti.

Attraverso la scelta di un opportuno taglio molecolare della membrana, i processi di microfiltrazione e ultrafiltrazione permettono delle profonde modifiche al processo tecnologico. I processi di separazione con membrana utilizzabili in enologia possono portare la filtrazione tangenziale a sostituire una serie di operazioni unitarie come la chiarifica, la centrifugazione o la filtrazione. Membrane da ultrafiltrazione con un taglio molecolare da 10.000 Da possono essere utilizzate per rimuovere le antocianine ossidate e le proteine con peso molecolare superiore a 10.000 in modo da ottenere contemporaneamente chiarifica e stabilizzazione del vino. L'ultima generazione di queste apparecchiature è diventata in effetti più economica ed efficiente, sebbene si assista ancora alla presenza sul mercato di una ampia scala di prezzi. L'onere dell'investimento rimane relativamente elevato, dato che si aggira oggi su una media di 2,5 milioni per quintale/ora, con un range indicativo tra 1,5 a 4,5 milioni per quintale/ora.

I test compiuti hanno mostrato un successo considerevole per quanto riguarda la qualità finale del vino (che non mostra modifiche sensoriali rispetto alla filtrazione ad alluvionaggio continuo), buone rese di filtrazione e scarsi problemi di intasamento. I livelli di torbidità residua e di Indice di Filtrabilità sono molto buoni: 0,30 NTU con un IF < 10. Prima di generalizzare questo tipo di intervento tecnologico, saranno necessari ancora dei test, in modo da verificare senza dubbi la stabilità e l'equilibrio organolettico dei prodotti finiti. Nei prossimi anni verrà di certo ottimizzato un piano organico di utilizzo industriale, che al momento appare ancora troppo variabile. Tra i metodi di separazione membranaria che si stanno sviluppando negli USA c'è una efficace tecnica per diminuire il tenore di acido acetico e di acetato d'etile nei vini, utilizzando le membrane ad osmosi inversa. Questa tecnica implica una separazione temporanea dei componenti del vino, separati attraverso una membrana semipermeabile. Con l'utilizzo della membrana ad osmosi inversa si ottengono due fasi: un permeato incolore (composto di acqua, alcol e acidità volatile) ed un retentato colorato (che contiene le sostanze aromatiche e coloranti). Si fa quindi passare il permeato attraverso un letto di resina a scambio ionico che serve per assorbire l'acidità volatile. Dopo aver subito la purifica, il permeato viene di nuovo mescolato con il retentato. Il trattamento viene continuato fino a quando il tenore di acido acetico ritorna al livello desiderato. Ad oggi questo metodo, brevettato nel 1992 da C. R. Smith, è stato utilizzato su molte migliaia di ettolitri di vino spunto.

Da alcuni questo metodo viene giudicato eccessivamente tecnologico ed inadatto ad una enologia di qualità; inoltre i detrattori ricordano il divieto che esiste nella UE di utilizzare le resine a scambio ionico per i vini. I difensori della tecnica rispondono che attraverso questa metodologia il vino

stesso non viene trattato con resine a scambio ionico, dato che l'utilizzo della membrana semipermeabile permette di evitare l'interazione della resina con gli acidi e le sostanze aromatiche del vino.

Il permeato e il retentato vengono poi riuniti in modo che non venga modificato né il volume né la composizione originale del vino.

## **La Flottazione**

La tecnica della flottazione è stata introdotta in enologia alla fine degli anni '80. Il suo scopo principale è quello di ridurre al limite accettabile la presenza delle fecce presenti nel mosto bianco prima della fermentazione, in modo da ottenere vini stabili e organoletticamente ineccepibili.

La flottazione si è aggiunta alla serie di tecniche che utilizzano sistemi dinamici di illimpidimento dei mosti, come i decanter, le centrifughe, la filtrazione ad alluvionaggio con filtri feccia, la filtrazione sotto vuoto, tutti sistemi che permettono di compiere con successo la pratica di illimpidimento dei mosti prima della fermentazione. Si tratta di un sistema continuo, che rappresenta l'opposto della sedimentazione: l'iniezione di gas infatti porta al galleggiamento delle particelle presenti nel mosto, che vengono quindi eliminate.

Al fine di ottenere un corretto funzionamento del sistema, sono necessari alcuni coadiuvanti di flottazione, prodotti che agiscono in dosi che vanno intorno a 100-150 grammi/hl. Si tratta in genere di bentonite e del complesso sol di silice-gelatina; senza coadiuvanti di flottazione i risultati ottenuti appaiono aleatori e di difficile utilizzo in cantina. Per ottenere dei buoni risultati è comunque sempre necessario aggiungere degli enzimi pectolitici.

La flottazione compiuta utilizzando come gas l'aria compressa, porta ad una solubilizzazione di ossigeno nel mosto pari a 50-60 mg/l, cioè 7-8 volte la quantità di ossigeno necessaria per la saturazione. Come si è precedentemente descritto, i vini ottenuti da mosti iperossigenati presentano una intensità colorante e una concentrazione di polifenoli totali nettamente inferiori rispetto ai vini ottenuti da mosti non trattati, ma in certi casi possono perdere una parte della loro tipicità varietale. Da questo nasce il fatto che per varietà sensibili come il Sauvignon, è necessario tenere sotto controllo l'ossigenazione, in modo che non superi i 30 mg/l. Questo risultato si può ottenere mescolando all'aria la giusta proporzione di un gas inerte.

## **Informatica in Cantina**

Negli ultimi anni tutta la società è stata profondamente coinvolta dall'affermazione e dai grandi progressi dell'informatica. Questi progressi hanno partecipato in modo evidente anche all'innovazione tecnologica in cantina, sia inserendosi direttamente nelle applicazioni pratiche, sia permettendo nuove soluzioni progettuali.

Sono cominciate con successo le prime applicazioni della visione artificiale, delle reti neurali, della manutenzione via Internet. Sulla base di quanto sta avvenendo, è facile prevedere che il prossimo decennio vedrà una moltiplicazione delle applicazioni informatiche in enologia. Oggi l'imbottigliamento è uno dei punti tecnologicamente più avanzati delle cantine: è naturale quindi che proprio in questo campo si abbiano importanti applicazioni delle tecniche informatiche. L'interesse commerciale per le soluzioni evolute è dimostrato dal buon successo riscontrato in alcuni settori chiave del mondo dell'imbottigliamento: la palettizzazione, il controllo in linea, la movimentazione.

Attualmente le linee di imbottigliamento vengono equipaggiate con sensori che verificano in continuo le condizioni delle macchine e permettono di comandare automaticamente la velocità dei nastri trasportatori. In generale le informazioni che vengono captate da questi sensori non sono ancora utilizzate in modo completo. In un prossimo futuro sarà possibile, integrando le informazioni tra loro, compiere ad esempio una analisi dettagliata dei costi di imbottigliamento, oppure fare una programmazione preventiva della manutenzione, o anche analizzare precisamente le cause degli

arresti della linea. Si deve sottolineare però che l'informatica non ha solo modificato la realtà delle linee di imbottigliamento. Ha dato ad esempio un impulso considerevole all'analisi sensoriale, permettendo un facile trattamento statistico dei risultati delle degustazioni. Permette una maggior diffusione dei risultati delle ricerche tecniche e scientifiche, grazie alle banche dati elettroniche e allo scambio di informazioni via Internet. Favorisce la verifica continua dei serbatoi in fermentazione e la programmazione e il controllo della temperatura a distanza. Da questo punto di vista stiamo già vivendo nella "cantina del futuro" che riunisce aspetti che diventeranno sempre più evidenti nei prossimi anni.

## **I nuovi Lieviti selezionati**

Il concetto di fermentazioni guidate, ottenute con l'utilizzo di lieviti selezionati, compare alla fine del 1800. Subito dopo vennero messi in commercio in Italia i primi lieviti selezionati per la vinificazione.

Lo sviluppo degli starter di vinificazione è poi stato costante, in Italia come negli altri paesi che producono vino. Si calcola che oggi nel mondo vengano utilizzate 1000 tonnellate all'anno di lieviti secchi attivi, che alla dose di 20 grammi/ettolitro sono sufficienti per far fermentare 50 milioni di ettolitri di vino. Almeno il 20% di tutto il vino del mondo è oggi prodotto con i ceppi selezionati venduti sotto forma di lieviti secchi attivi. Questo incessante sviluppo ha fatto nascere qualche anno fa una preoccupazione legata all'ecologia dei lieviti vinari. I ceppi che costituiscono la parte più importante dei lieviti secchi sono molto pochi, e questo poteva far immaginare un futuro dell'enologia condizionato dalla disponibilità sul mercato di pochissimi starter selezionati.

La preoccupazione era quella della estrema standardizzazione che potrebbe verificarsi nella produzione di vino per l'uso continuato dello stesso lievito selezionato o nel migliore dei casi dei pochissimi ceppi disponibili a livello nazionale. Per questo negli ultimi anni sono comparse delle offerte diversificate, sia da parte delle maggiori ditte produttrici di starter selezionati, sia da istituti di ricerca. Queste offerte sono rivolte ad ampliare il numero di ceppi disponibili, in modo da soddisfare i produttori di vino che ricercano una tipicità accresciuta. Oggi in Italia sono disponibili circa 60 ceppi diversi sotto forma di lieviti secchi attivi, che permettono di avere a disposizione una ampia gamma di strumenti per la fermentazione del mosto.

Analogamente a quanto viene oggi compiuto per la selezione delle varietà di uva, che non si limita più a selezionare le viti sulla base della produzione e della resistenza, anche i moderni criteri di selezione dei lieviti non si basano solo più sulla resistenza all'alcol e la vigoria fermentativa..

Una annotazione va condotta sulle mannoproteine, che come ampiamente presentato in precedenza possono contribuire al miglioramento delle caratteristiche sensoriali dei vini. Tra i ceppi di lievito commerciale esiste una grande differenza di comportamento nella produzione di polisaccaridi parietali, che possono andare da 30 a 150 mg/litro. Oltre ai fattori presentati in precedenza, sono stati messi in evidenza delle interessanti correlazioni tra il ceppo, le sue caratteristiche di membrana e la sua capacità di produrre vini rossi di qualità. Alla fine della fermentazione si ottiene in media una produzione di lieviti che corrisponde a circa 400-700 grammi per ettolitro. A questa massa cellulare corrisponde una importante superficie, che supera i 10 metri quadri per litro. La parete cellulare presenta un forte affinità con gli antociani. A seconda del ceppo di lievito utilizzato, l'affinità può essere diversa, ed il risultato può essere una profonda differenza di intensità colorante del vino finito. Gli studi condotti effettuando delle analisi biochimiche sulla parete dei lieviti hanno mostrato che mentre non ci sono grandi diversità nel contenuto di proteine, ci sono delle nette differenze rispetto alla presenza di fosforo e della frazione glucidica.

Le prove hanno dimostrato che le pareti cellulari che sono maggiormente idrofile fissano in modo preferenziale gli antociani. A seconda del ceppo di lievito utilizzato per una fermentazione, si ottengono quindi vini con un contenuto di antociani nettamente diverso. Si trovano così differenze dovute esclusivamente al ceppo di lievito che arrivano al 46% dell'intensità colorante, al 38% nel contenuto in antociani, al 32% nei composti fenolici totali. Questo effetto sulla composizione

fenolica dei vini rossi è certamente da prendere in considerazione al momento della scelta del ceppo di lievito da utilizzare. Inoltre l'interazione tra colore e lievito è uno degli elementi da valutare in una selezione di ceppi di interesse enologico. Una simile azione specifica del ceppo si nota anche nella produzione di glicerina. Si possono mettere in evidenza differenze tra ceppi che superano i 2 grammi/litro, e questo è un ulteriore importante aspetto per migliorare le caratteristiche sensoriali del prodotto. Pur partendo dalle stesse uve, si possono ottenere risultati molto differenti utilizzando ceppi diversi per la fermentazione. Questo ha spinto al concetto di fermentazioni in purezza separate, che producono vini dalle caratteristiche diverse che poi vengono assemblati in modo da ottenere i risultati finali desiderati. Si deve notare che la selezione dei lieviti, condotta sulla base di elementi secondari del loro metabolismo, porta ad una relativa diminuzione del vigore fermentativo. E' necessario quindi badare che l'inoculo sia condotto nelle condizioni migliori, con una netta preponderanza rispetto ai lieviti indigeni, al fine di essere certi che sia effettivamente il lievito desiderato a condurre in porto la fermentazione.

## **La Macerazione Carbonica**

Quando l'acino d'uva intatto viene introdotto in un ambiente privo d'ossigeno, il suo metabolismo subisce delle modifiche importanti. In particolare, passa dal classico metabolismo respiratorio ad un metabolismo anaerobio (o fermentativo). In questo modo si ha una trasformazione profonda delle sue normali attività enzimatiche, trasformazione che porta ad una produzione endogena di alcol e di anidride carbonica e a variazioni radicali del patrimonio di aromi e di composti fenolici. La produzione di alcol interna all'acino è uno dei fenomeni più caratteristici di questo metabolismo anaerobio. La velocità di produzione è dipendente dalla temperatura, e raggiunge il massimo tra i 30 e i 35 °C. E' stato osservato che la velocità di produzione dell'alcol dipende dalla ricchezza enzimatica dell'uva. L'attività degli enzimi dell'acino diminuisce nel corso della macerazione carbonica, probabilmente proprio a causa della produzione di alcol, che danneggia le membrane mitocondriali e porta alla disgregazione delle attività della cellula. Il massimo di produzione di alcol si situa così intorno ai 2 % alc. Gli enzimi naturali dell'uva agiscono anche sui polisaccaridi: si è notato che più l'attività enzimatica è forte, maggiore è la degradazione delle pectine. Questo fatto porta ad una relativa facilità di chiarifica dei vini ottenuti dalla macerazione carbonica.

Un altro importante aspetto della macerazione carbonica riguarda la modifica del quadro acido: l'acido malico diminuisce e si ha accumulo di acido succinico. La distinzione sensoriale tra vini ottenuti da macerazione carbonica e vini ottenuti con uva pigiata normalmente è sensibile su tutte le varietà sperimentate. Il metabolismo modificato porta alla trasformazione dei precursori d'aroma e la concentrazione dei composti volatili. Si deve sottolineare come nel corso del tempo i vini ottenuti dalla macerazione carbonica subiscano delle evoluzioni nella loro composizione che dipendono molto dalle condizioni di elaborazione nei primi giorni di fermentazione.

Tra i composti volatili che forniscono tipicità ai vini di macerazione carbonica si trovano i fenoli volatili prodotti dal metabolismo dei lieviti: 4-etil e 4-vinil-guaiacolo, 4-etil e 4-vinil-fenolo. Questo collegamento tra la tecnica di macerazione carbonica e il ceppo di lievito utilizzato per la fermentazione dimostra anche in questo caso la forte interconnessione tra gli elementi tecnologici e biologici. Nel futuro si dovrà valutare quale ceppo possa essere il più adatto per mettere in evidenza la tipicità dei vini ottenuti con macerazione carbonica. La capacità di adattamento della tecnica della macerazione carbonica alla varietà di uva deve essere attentamente valutata, in quanto si deve tener ben presente i risultati che si desiderano in termini di acidità, di costituenti fenolici, del grado di tipicità, dell'intensità degli aromi. Inoltre, variabili come la resistenza meccanica della buccia, lo stato sanitario e il livello di maturazione influiscono molto sui risultati finali.

Il periodo di conservazione dei grappoli interi in ambiente di anidride carbonica impone scelte gestionali relativamente costose. Uno degli aspetti di aumento di costi è l'alto livello di lavoro manuale necessario per il riempimento delle vasche. Per cercare di diminuire il costo delle operazioni si sono tentati utilizzi di pompe peristaltiche per il trasporto dei grappoli, ma si è

osservato che il risultato organolettico del prodotto finito cambia molto rispetto all'introduzione manuale delle uve intere. Appare quindi necessaria la raccolta dell'uva in cassette, e l'inserimento in serbatoi in modo tale che i grappoli non si schiaccino troppo. Per evitare il contatto tra i grappoli e il mosto che cola sul fondo della vasca, è opportuna l'introduzione di una griglia posta a 30-50 cm dal fondo della vasca. E' anche opportuno procedere ad un inoculo con lieviti selezionati sul fondo della vasca, in modo da evitare l'innescò di fermentazioni anomale, che potrebbero portare ad un aumento dell'acidità volatile, e perturbare il successivo comportamento fermentativo dei lieviti dopo la pigiatura.

## **La Microossigenazione, il Legno e la Maturazione del Vino**

La maturazione del vino in legno non costituisce una pratica fine a se stessa. Si deve invece considerare come una tappa tecnologica del processo di produzione, che deve venire utilizzata in modo da rendere possibile un ulteriore affinamento in bottiglia.

Come tutte le altre fasi biologiche e tecnologiche del processo di produzione, deve essere ben valutato l'utilizzo dei piccoli recipienti nell'ambito della produzione, sia alla luce della materia prima disponibile, che sulla base del prodotto che si desidera ottenere.

L'utilizzo delle botti di legno per la fermentazione e per la conservazione dei vini è una pratica tutt'altro che innovativa, dato che ha almeno 2000 anni di storia. Quello che si può presentare come novità è invece il riconoscimento del ruolo chimico e fisico dell'insieme legno+lieviti+ossigeno. Sono le interazioni complesse tra i diversi componenti presenti che portano al risultato finale. Si capisce ormai perfettamente che non basta far passare un qualsiasi vino per qualche tempo in un piccolo recipiente di legno per migliorarne automaticamente l'equilibrio sensoriale.

Le nuove conoscenze sulle interazioni tra componenti che avvengono in recipiente di legno hanno spinto alla creazione di nuove pratiche alternative che, separando tra loro i diversi fattori, possono fornire degli strumenti per il loro controllo. La separazione è avvenuta in due direzioni ben diverse: l'utilizzo di economici trucioli di quercia al posto delle costose barriques, e l'utilizzo di una ossigenazione controllata per evitare una introduzione di ossigeno a concentrazione ignota. Sono ormai numerosi i lavori teorici che presentano la pratica di microossigenazione. Appare però necessaria una attenta ottimizzazione della qualità e della durata di tale processo in funzione del tipo di vino, della varietà di uva e dell'utilizzo di altri trattamenti compiuti simultaneamente.

## **MPF**

La tecnica della Macerazione Prefermentativa a Freddo consiste nel ritardare l'avvio della fermentazione dei mosti rossi per una o due settimane, raffreddando molto il pigiato, in modo da favorire gli scambi tra buccia e mosto in assenza di alcol, ottenendo così una estrazione preferenziale del colore senza avere un' estrazione spinta dei tannini.

Per ottenere il controllo della fermentazione si deve raffreddare il mosto sotto i 4 °C, e per ottenere una estrazione sufficiente si deve mantenere a questa temperatura per 7-14 giorni.

Tra i possibili metodi per raffreddare il mosto la scelta è in genere quella di utilizzare neve di anidride carbonica. Il ghiaccio secco mescolato al mosto sublima immediatamente trasformandosi in gas, raffreddando così la massa e saturandola di anidride carbonica.

Poiché la sublimazione della CO<sub>2</sub> solida avviene a -80 °C, l'aggiunta di anidride carbonica nella vasca induce un altro fenomeno, che consiste in un forte shock termico. Questo fenomeno provoca una cristallizzazione dell'acqua cellulare che rompe le cellule della buccia. Questa azione rende più facile l'estrazione delle sostanze coloranti. Al termine della fermentazione i principali parametri chimici (alcol, acidità totale, acidità volatile) non appaiono influenzati dalla pratica di macerazione a freddo. I parametri collegati al colore dei vini, mostrano invece una sensibile differenza tra il vino ottenuto con la MPF e il vino testimone. In diverse regioni italiane sono in corso delle prove di utilizzo dell'anidride carbonica per il raffreddamento del pigiato. Presso la Fattoria del Cerro di

Montepulciano i primi test di vinificazione condotti nella vendemmia 1998 sono stati positivi, e si prevede di continuare mettendo a punto un sistema automatico di iniezione della CO<sub>2</sub>.

Al momento i principali risultati della tecnica di MPF sono quelli pubblicati da M. B. Couasnon. Si tratta di prove condotte con Merlot, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc, tra il 1991 e il 1993. Con la Macerazione Prefermentativa a Freddo si ottiene un vino più colorato del testimone, con una Intensità Colorante del 20% superiore. Alcuni produttori hanno utilizzato questa tecnica su Pinot nero, ma con il simultaneo utilizzo di alte dosi di anidride solforosa. Questa pratica, che è stata definita MSF (Macerazione Solfitica a Freddo) permette di ottenere vini molto colorati, ma violacei, che non possiedono la tipicità del Pinot nero. L'aspetto aromatico ottenuto in questo modo è di una amplificazione molto elevata della nota "frutti rossi", che in certi casi diventa fin troppo intensa.

## Ossigenazione preventiva dei Mosti

In enologia l'anidride solforosa è uno degli additivi più importanti e più generalmente utilizzati. Il fatto che i consumatori abbiano rivolto l'attenzione anche al tenore di anidride solforosa, cercando prodotti con bassa o bassissima concentrazione, ha spinto molte cantine alla ricerca di metodi di vinificazione che ne permettesse la riduzione ai limiti più bassi possibili.

Uno dei metodi di vinificazione che indubbiamente consente una riduzione importante dei tenori di SO<sub>2</sub> è quella dell'ossigenazione preventiva dei mosti. Le ricerche condotte dal prof. A. Amati e collaboratori, principalmente sulle cultivar Trebbiano e Albana, hanno permesso di mettere in evidenza l'importanza di questa nuova tecnica per la produzione di vini cromaticamente stabili anche in assenza di anidride solforosa. Utilizzando l'ossigenazione preventiva dei mosti di uve bianche è possibile ossidare parte dei polifenoli responsabili dell'imbrunimento del vino. I polifenoli così ossidati vengono poi allontanati, ottenendo in questo modo un prodotto che rimane decisamente poco sensibile ad eventuali ulteriori arricchimenti in ossigeno.

Si tratta in sostanza di provocare in anticipo ed in modo controllato la serie di fenomeni ossidativi che risulterebbe di difficile controllo sul vino in bottiglia. Da un punto di vista tecnologico il modo di operare non presenta particolari difficoltà: è sufficiente utilizzare una candela porosa messa valle di una pompa che assicuri il rimontaggio del vino. Si può anche operare direttamente in vasca, utilizzando un saturatore collegato ad una bombola di ossigeno.

Le sperimentazioni condotte dall'Università di Bologna mostrano che l'erogazione ottimale di ossigeno è di 0,5-1,0 litri al minuto. L'aspetto principale delle valutazioni condotte è stato quello di determinare la quantità di ossigeno necessaria per avere un buon abbattimento della componente fenolica, senza danneggiare la qualità organolettica dei prodotti finiti. Gli studi hanno permesso di notare che oltre ad un certo valore soglia di ossigeno non viene più modificata la quantità di polifenoli rispetto ad ossigenazioni meno spinte. Per quanto riguarda l'aspetto sensoriale, si ha invece una situazione opposta: non ci sono danni all'aroma fino ad un certo livello di ossigeno, superato il quale le caratteristiche organolettiche dei vini finiti si modificano negativamente.

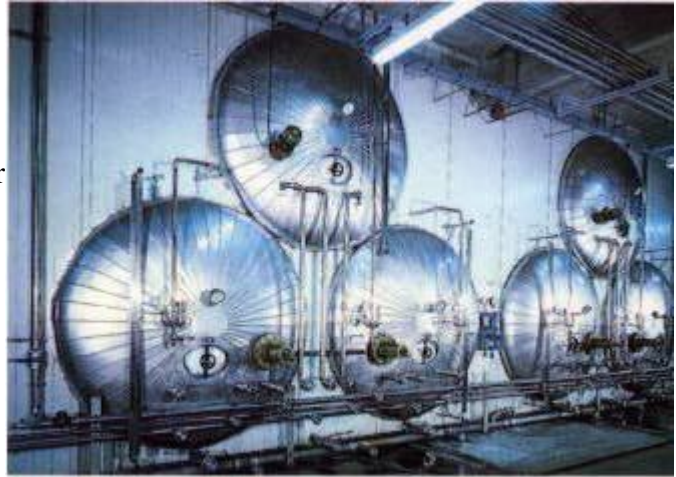
Dall'insieme delle prove condotte si è concluso che i migliori risultati si ottengono con ossigenazioni pari a 0,2 litri di ossigeno per litro di mosto.

Nel caso del mosto trattato con ossigeno, la defecazione statica a freddo contribuisce in modo fondamentale a facilitare il processo di polimerizzazione e precipitazione dei composti ossidati formati fin dai primi minuti seguenti l'ossigenazione. L'aggiunta di sol di silice e di gelatina (alle dosi rispettive di 100 ml/hl e di 10 g/hl) coadiuva e completa il processo di sedimentazione. Il mosto chiarificato presenta una minore concentrazione di polifenoli, di proteine e di particelle in grado di cedere ulteriori frazioni di polifenoli. Per quanto riguarda l'aspetto sensoriale, i mosti ossigenati e defecati danno origine a prodotti ricchi di esteri etilici che conferiscono note di freschezza e di fruttato al vino finito. Non si riscontrano particolari differenze analitiche tra i vini ottenuti con il processo di ossigenazione e quelli prodotti tradizionalmente, a parte la componente cromatica. L'uso dell'ossigeno, oltre che una ottimizzazione degli aspetti sensoriali, porta ad una colorazione meno intensa e ad una maggiore stabilità cromatica. Dai risultati ottenuti sembra

possibile l'utilizzazione di questa tecnica per la produzione di vini base per spumanti, che richiedono bassi valori di densità ottica. Un metodo valido per operare l'iperossigenazione dei mosti è quella di procedere contestualmente ad un illimpidimento per mezzo della flottazione, utilizzando come gas per la flottazione aria o direttamente ossigeno gassoso.

## La Spumantizzazione

A partire dal 1660, in Inghilterra, si cominciò a produrre il vino di Champagne rifermentato in bottiglia. Da allora la tecnica di spumantizzazione è stata continuamente migliorata, per poterla controllare meglio e per migliorare la qualità del prodotto finito. Il metodo classico comprende in particolare la presa di spuma in bottiglia, seguita dal remuage manuale. La meccanizzazione dell'operazione di remuage è stata una delle principali evoluzioni tecniche del processo di fabbricazione, tanto da coinvolgere oggi una buona percentuale dei vini rifermentati in bottiglia. In questo modo il tempo di remuage



Cantine Gancia - Impianto autoclavi SIRIO ALBERTI in acciaio al carbonio

si riduce a un quinto: da più di un mese a circa una settimana. I lieviti agglomeranti permettono anche di ridurre in modo significativo la durata dell'operazione, e consentono di ridurre i costi del processo di produzione del 30%. La loro utilizzazione è però stata limitata dal fatto che con certe varietà si producono delle sensibili modificazioni organolettiche. Circa una decina d'anni fa, sono iniziati i test industriali di utilizzo dei lieviti inclusi, metodo che permette di eliminare totalmente il processo di remuage, e di ridurre quindi i costi di produzione di circa il 45%. Più recentemente è apparso il procedimento "Millispark", che elimina anch'esso il remuage, ma che porta a costi di produzione superiori rispetto al metodo tradizionale.

## La Stabilizzazione Tartarica

I metodi di stabilizzazione tartarica si dividono in tre grandi categorie: i metodi fisici di trattamento a freddo, i metodi chimici di aggiunta di stabilizzanti, i metodi elettrochimici.

I metodi di trattamento a freddo normalmente utilizzati sono quelli per stabilizzazione e quelli in continuo.

Prima di compiere la stabilizzazione è opportuno verificare lo stato di stabilità del prodotto. Sono oggi disponibili diversi nuovi sistemi di verifica e di calcolo della stabilità, che vanno dai metodi conduttimetrici al calcolo dei parametri chimico-fisici. Una volta definita la necessità di una stabilizzazione, si opera con il processo desiderato. In genere le cantine operano per stabilizzazione, per periodi variabili tra 7 e 30 giorni. Anche se il metodo continuo permette risparmi notevoli, stenta a entrare in un uso generalizzato a causa dei costi di investimento e della complessità operativa.

Di solito i cristalli di bitartrato di potassio vengono eliminati per filtrazione. In genere si tratta di una filtrazione ad alluvionaggio continuo, anche se in certi casi viene utilizzata una nuova metodologia di filtrazione che potrebbe assumere una maggiore importanza in futuro: la filtrazione con cartucce filtranti. La spinta verso questa tecnica è essenzialmente data dal desiderio di abbandonare la farina fossile. In condizioni ottimali, con cristalli ben formati, quindi facilmente filtrabili, il costo di questa nuova metodologia di filtrazione può avvicinarsi al costo della filtrazione su farina fossile. Nel caso però che i cristalli non siano ben formati oppure con vini rossi, i costi possono anche essere dieci volte superiori. Al momento quindi si tratta di una pratica utilizzata solo

da cantine relativamente piccole, con vini di alta qualità. Un nuovo metodo di stabilizzazione tartarica è quello compiuto con l'elettrodialisi. Il procedimento, autorizzato dal 1997, permette di asportare selettivamente gli ioni responsabili delle precipitazioni tartariche, in modo indipendente dalla presenza di colloidali che limitano l'efficacia della stabilizzazione a freddo. L'elettrodialisi consente infatti di trattare i vini ricchi in colloidali con l'assoluta certezza del risultato. Un ulteriore metodo di stabilizzazione tartarica, che promette di aprire interessanti possibilità, è quello che implica l'uso delle mannoproteine estratte dalla parete cellulare dei lieviti.

In linea generale la presenza di colloidali inibisce la precipitazione tartarica, ed il principio è ben noto da tempo. Sono molte le sostanze in grado di inibire la cristallizzazione mediante processi di adsorbimento che comprendono anche fenomeni di natura elettrostatica. Si tratta in genere di macromolecole con peso molecolare compreso tra qualche migliaio e 1 milione di Dalton.

Nell'ambito delle sostanze colloidali, le proteine sono quelle che influenzano maggiormente la velocità di precipitazione del bitartrato di potassio. E' evidente che questo fatto porta a due trattamenti del vino molto diversi tra loro: da un lato l'eliminazione completa dei colloidali inibitori presenti nel vino seguita da un trattamento a freddo, dall'altro al mantenimento o alla aggiunta di questi colloidali, in modo da raggiungere una totale inibizione della precipitazione.

I preparati commerciali di mannoproteine, alla dose di circa 250 mg/l, abbassano la temperatura di cristallizzazione di 1 o 2 °C.

## **Polisaccaridi e Aromi**

A fianco delle ricerche sulle tecniche biotecnologiche applicate all'enologia, anche la chimica colloidale ha dato un forte impulso alla maggior conoscenza dei meccanismi di evoluzione e affinamento dei vini. Le macromolecole che giocano un ruolo nella vinificazione sono di diversa specie e differente origine. Il quadro generale delle macromolecole di interesse enologico si sta sempre più delineando: nuove ricerche identificano le famiglie di colloidali e mettono alla luce i rapporti tra le macromolecole e gli altri componenti del vino. I polisaccaridi presenti nel vino hanno origine dall'uva (che apporta polisaccaridi acidi e neutri) dal lievito (che libera glucani e soprattutto mannoproteine) e dalla *Botrytis* cinerea (che può apportare glucani). Da qualche anno si sa che esiste un sistema di vinificazione che permette di ottenere un vino particolarmente ricco in polisaccaridi dei lieviti. Si tratta della fermentazione in *barrique* dei mosti bianchi, seguita dall'affinamento a contatto delle fecce per diversi mesi, utilizzando la tecnica del *bâtonnage*: agitazione del vino compiuta in modo da mettere in sospensione le fecce del fondo una o due volte la settimana per un periodo variabile (da qualche settimana a qualche mese).

Utilizzando questo sistema di vinificazione si ottiene un vino arricchito in mannoproteine, sostanze che hanno dimostrato importanti influenze enologiche. Recentemente è stato messo in evidenza il loro ruolo sull'attivazione della crescita dei batteri lattici, sul miglioramento delle proprietà organolettiche, sull'effetto positivo riguardo la stabilità tartarica e proteica. In seguito a questi elementi potenzialmente positivi sono state proposte diverse tecniche per la preparazione di estratti di mannoproteine di lieviti, per la loro concentrazione e purificazione, in vista di una futura commercializzazione come nuovo additivo enologico. I metodi di produzione delle mannoproteine commerciali sono diversi, dato che l'estrazione si può compiere sia per via enzimatica che per via termica, e può essere compiuta sia sui lieviti interi che sulla sola parete cellulare. Naturalmente in funzione del diverso metodo di estrazione si ottengono preparati dalle caratteristiche chimico-fisiche diverse, estratti che sono più o meno ricchi in proteine o in sostanze d'origine intracellulare, che quindi presumibilmente possono svolgere un ruolo diverso nell'evoluzione dei vini.

Il ruolo principale delle mannoproteine viene visto come ausiliario per la stabilizzazione tartarica. Vi sono però altri aspetti interessanti che potrebbero aprire nuove strade di sviluppo.

Il primo aspetto riguarda la formazione della spuma nei vini effervescenti. Ricercatori francesi hanno messo in evidenza che nella produzione dello Champagne si liberano proprio delle mannoproteine nel corso della fermentazione alcolica secondaria e nel successivo periodo di

contatto tra lieviti e vino, e queste contribuiscono in maniera significativa alla qualità sensoriale, agendo sulla finezza e sulla persistenza delle bolle di anidride carbonica.

Il secondo aspetto riguarda la qualità aromatica dei vini: è stato dimostrato che nel caso vengano eliminati da un vino i colloidali, si ottiene anche una forte diminuzione della persistenza aromatica. Inversamente, l'arricchimento in macromolecole ha un effetto positivo. Gli studi rivolti all'analisi dell'interazione tra aromi e mannoproteine sono cominciati solo da pochi anni, ma hanno permesso di mettere in evidenza delle importanti influenze, che sono diverse a seconda dei diversi composti che compongono l'aroma dei vini. Il terzo aspetto riguarda la qualità sensoriale: l'aggiunta di polisaccaridi al vino incrementa le sensazioni di volume e rotondità. I polisaccaridi infatti, interagendo con i polifenoli del vino, danno origine a complessi stabili che contribuiscono a dare struttura senza risultare astringenti.

## Le aggiunte in vasca e il linea

A questo punto il vino è stabile da un punto di vista colloidale e tartarico. Il vino filtrato, che ha per questo ottenuto una diminuzione considerevole della carica di microorganismi (lieviti e batteri) passa in genere ad una fase di stoccaggio prima dell'imbottigliamento. Si ha il massimo interesse a mantenere più corta possibile questa fase. A questo punto vengono compiute le ultime aggiunte prima dell'imbottigliamento. Prima di arrivare alla linea di imbottigliamento, nel serbatoio si possono mettere alcuni additivi. Le aggiunte più frequenti sono di gomma arabica (per impedire precipitazioni) ad una dose variabile tra 10 e 40 g/hl. Recentemente l'utilizzo della gomma arabica si è incrementato, per la possibilità che fornisce questo additivo di fornire morbidezza al vino. Si può aggiungere anche acido citrico e acido ascorbico (quest'ultima è una aggiunta abbastanza diffusa, anche se da alcune parti si levano dubbi sulla sua reale efficacia protettiva). In qualche caso si aggiunge sorbato di potassio (anche se in casi limitati, dato il timore di odori anomali). Nel caso non si sia ottenuta la stabilità tartarica, si può aggiungere a questo punto dell'acido metatartarico. Come si è detto, sono in corso studi per l'utilizzo delle mannoproteine come stabilizzanti, anche se saranno ancora necessari dei test per verificare la loro efficacia in caso di microfiltrazione o filtrazione tangenziale. A questo punto il vino è pronto per arrivare alla linea di imbottigliamento. E' possibile compiere delle aggiunte di coadiuvanti in linea. In genere si aggiunge SO<sub>2</sub>, in certi casi addizionata direttamente in bottiglia, con una nebulizzazione che appare particolarmente efficace per ottenere una sterilizzazione delle bottiglie inquinate. In linea si può aggiungere anche la gomma arabica. Quest'ultimo coadiuvante si aggiunge dopo la filtrazione finale, quindi è necessario essere certi della sua sterilità.

## La Termovinificazione

Tra le tecniche utilizzabili per ottenere la completa separazione tra la fase di macerazione in assenza di alcol e la fase di fermentazione, una delle più note è probabilmente la termomacerazione del pigiato. Si tratta di un sistema che permette di abbreviare molto il tempo di macerazione e quindi di risparmiare in spazi necessari e in lavoro manuale. I fattori coinvolti nel trattamento termico delle uve rosse sono molti. Tra tutti, i più importanti sono la temperatura, la presenza di anidride solforosa, gli enzimi dell'uva, l'alcol etilico. In particolare l'estrazione termica in assenza di etanolo evita la dissoluzione dei tannini dei vinaccioli, che verrebbero invece estratti a causa dell'effetto dell'alcol sulla superficie del vinacciolo. L'alcol infatti dissolve lo strato di sostanze lipidiche che si trovano nella parte esterna del vinacciolo, permettendo quindi la successiva solubilizzazione dei componenti interni. Il trattamento termico sul pigiato, sia intero che parzialmente sgrondato, è la tecnica di riscaldamento maggiormente utilizzata, dato che consente di lavorare su masse omogenee e raggiungere un facile scambio termico. Considerata la temperatura di massima attività degli enzimi ossidativi, viene generalmente considerato necessario superare nel più breve tempo possibile la soglia dei 50 °C, perché altrimenti un riscaldamento lento porterebbe ad ossidazioni importanti.

Prolungare il riscaldamento oltre la soglia ottimale può provocare un calo dell'intensità colorante del vino, probabilmente a causa di polimerizzazioni degli antociani. Ogni cantina deve quindi definire con attenzione i parametri di tempo e temperatura ottimali, in funzione della varietà utilizzata, dello stato sanitario e di maturità, e del prodotto finale che desidera ottenere. Se da un lato è importante la quantità dei polifenoli estratti, d'altro canto è molto più importante la stabilità del colore nel tempo. I metodi sviluppati più recentemente tendono ad evitare l'utilizzo di SO<sub>2</sub> e di enzimi, cercando piuttosto l'ottimizzazione tra tempo e temperatura. Sulla base dei lavori di E. Celotti e S. Rebecca, sembra che l'equilibrio tra questi due fattori si posizioni in un range di temperature comprese tra 63 e 72 °C, per un tempo di circa venti minuti. In queste condizioni, sulle varietà Cabernet, Lambrusco salamino, Raboso e Merlot, si riescono ad ottenere contemporaneamente una ottima estrazione del colore ed una adeguata estrazione di tannini, che contribuiscono a fornire vini dal colore stabile. Una corretta gestione di tempo e temperatura consente così di ottenere buoni risultati in assenza di enzimi pectolitici e di anidride solforosa. Tra i metodi a caldo proposti di recente per la vinificazione dei rossi, si trova quello del trattamento termico istantaneo sottovuoto, definito anche "Thermoflash" o "Flash-détente", applicato con successo in diverse cantine a partire dal 1995. Con questa tecnica in meno di tre minuti il pigiato viene portato ad una temperatura variabile tra 70 e 85 °C.

Al fine di evitare la comparsa di odori anomali, il riscaldamento viene compiuto al riparo dall'ossigeno. Attraverso una pompa volumetrica, il pigiato viene poi trasferito in una zona dell'impianto a vuoto spinto, dove subisce un raffreddamento che molto rapidamente lo porta a circa 35 °C. L'effetto congiunto del calore e della forte depressione provoca un indebolimento delle pareti cellulari dell'acino, che permette una migliore successiva estrazione dei componenti della buccia. Rispetto alle pratiche di vinificazione tradizionale si riesce ad ottenere un aumento dei polifenoli totali del 30-40 % e dell'intensità colorante del 20%.

## **Il trattamento Minimo dei vini**

Il trattamento di tecnologia minima è nato per i vini rossi da invecchiamento, che sono quelli con le minori problematiche di stabilizzazione, ed in seguito è stato con successo applicato anche ad alcuni vini bianchi. La tecnologia utilizzata in questi casi comprende la fermentazione in legno, generalmente con l'uso di *barriques* nuove, seguita da un periodo di contatto sulle fecce di diversi mesi. Si compie quindi un travaso, si allontana il vino limpido dalle fecce, e si continua a lasciarlo affinare in legno per il tempo desiderato. In questo periodo il vino di norma raggiunge la stabilità tartarica in modo spontaneo, quindi in genere non è necessario nessun intervento di stabilizzazione a freddo. A scanso di inconvenienti, è comunque fortemente consigliata una verifica attraverso una analisi preventiva. Prima dell'imbottigliamento è di solito necessaria una leggera chiarifica, per togliere le spigolature presenti. La chiarifica più blanda, quella che segue il principio di "minimo intervento" è compiuta con albume fresco oppure con albumina d'uovo.

Dopo averlo lasciato decantare e dopo averlo travasato, il vino è pronto per l'imbottigliamento. A questo punto appare comunque necessaria una filtrazione molto larga (ad esempio con cartuccia di porosità variabile tra 3 e 10 micron) che serve come setaccio per togliere le eventuali particelle in sospensione, e proteggere il consumatore da rischi di tipo fisico. L'aggiunta di un po' di SO<sub>2</sub> completa i trattamenti.

## **I Vinificatori**

I modelli di vinificatore presenti in commercio sono molti: vinificatori a rimontaggio automatico, vinificatori a cappello sommerso, vinificatori a pistoni, vinificatori orizzontali rotativi...

Questi sistemi devono rispondere a specifiche precise sulla base delle quali è possibile formulare delle valutazioni e operare delle scelte di utilizzo. In primo luogo si deve considerare la capacità del sistema di indurre una corretta estrazione delle sostanze desiderate, poi l'idoneità ad operare una

buona omogeneizzazione della massa in lavorazione, infine la flessibilità funzionale, cioè la possibilità di vinificare correttamente diverse tipologie di uve ed ottenere vini con caratteristiche diverse. A fianco di questi elementi si deve poi considerare la distribuzione delle temperature, la possibilità di termocondizionare e di ossigenare la massa, il grado di delicatezza nel trattamento delle vinacce, ed il livello di automazione. Confrontando vini ottenuti dalla stessa uva ma con pratiche di vinificazione diverse si notano profonde differenze. Ad esempio, un interessante confronto è stato condotto in Francia dal prof. I. Glories nel 1997 tra un vinificatore verticale a rimontaggio automatico e una vinificazione tradizionale in vasche di cemento, compiuta con un rimontaggio al mattino e una rottura del cappello con rimescolamento alla sera.

Il vinificatore automatico verticale ha consentito un più efficiente controllo della temperatura, che non ha mai superato i 30 °C. Inoltre ha permesso di modulare il processo di vinificazione in modo automatico e con un minimo lavoro manuale, e di modificare lo svolgimento della macerazione in funzione della qualità dell'uva ricevuta in cantina al momento della vendemmia.

I risultati ottenuti hanno mostrato che il vinificatore automatico accelera molto l'estrazione e consente di ottenere, alla svinatura, un prodotto molto più colorato e ricco di polifenoli rispetto a quello ottenibile con il sistema di vinificazione tradizionale. Il vino prodotto risultava molto più colorato, ma anche più limpido del vino ottenuto in vasca di cemento. Questo dimostra che anche effettuando un elevato numero di rimontaggi non si rischia di maltrattare la vinaccia, con la conseguente alta produzione di feccia. Una ulteriore proposta nell'ambito dei vinificatori sono le apparecchiature a rimontaggio controllato che consentono l'introduzione di quantità limitate e predefinite di aria nel mosto. Questo permette di fornire ai lieviti l'ossigeno necessario per la loro moltiplicazione, e su certe varietà migliora le caratteristiche cromatiche dei vini rossi.

Recentemente sono stati presentati dei serbatoi troncoconici in acciaio inossidabile, dotati all'interno di un sistema di catene che permette uno sgretolamento delle vinacce. Questi serbatoi sono stati studiati in modo particolare per la vinificazione con movimento di zavorra (delestage). Con questa pratica si compie lo scarico totale del tino di vinificazione. Il mosto/vino viene quindi trasferito in un secondo serbatoio e durante questa operazione il cappello scende e si disgrega. Quando il travaso è terminato si procede a ripompare il liquido sul cappello, badando a non danneggiare troppo le bucce. Riscaldando inizialmente la massa a 40 °C per circa 10 ore, e successivamente riportandola alla temperatura d'avvio di fermentazione, si ottengono interessanti risultati in termini di solubilità di polifenoli, di estrazione del colore e di completamento della fermentazione.