

L'ossidazione dei vini

*Buone pratiche
per la produzione di vini a bassa ossidabilità
da uve sangiovese*



Gestione del rischio di ossidazione nei vini da uva sangiovese

Progetto finanziato nell'ambito del Progetto Integrato di Filiera della regione Toscana "il sangiovese, il "territorio", la sostenibilità: una visione innovativa di coltivazione per una produzione spumeggiante", nella sottomisura 16.2 - Partenariato Europeo per l'innovazione



Regione Toscana



L'ossidazione del vino

L'ossidazione è uno dei principali fenomeni che modificano la qualità del vino.

Può avvenire in tutti i vini (bianchi, rosati, rossi e spumanti) e riguarda tutte le caratteristiche sensoriali (colore, olfatto, gusto).

Con l'ossidazione, il **colore** dei vini bianchi inizialmente perde i riflessi verdognoli tipici di un vino giovane, quindi aumenta l'intensità del colore giallo che diventa prima dorato e poi vira al bruno. Nei vini rossi l'ossidazione fa perdere prima di tutto i riflessi violetti, quindi riduce l'intensità del rosso che è gradualmente sostituito da toni aranciati.



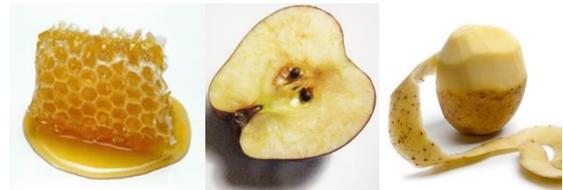
L'**aroma** è la componente che maggiormente viene modificata dall'ossidazione: in una prima fase del processo, ben prima di percepire odori di "ossidato", si assiste alla drastica riduzione dei profumi freschi di frutta e fiori, nonché - molto prematuramente - alla completa scomparsa di quelli di frutta tropicale e bosso. Un'ossidazione anche lieve può in pratica annullare la componente varietale di un vino, lasciando solo l'aroma "vinoso" prodotto dalla fermentazione. Con il procedere del fenomeno, iniziano ad apparire altri composti volatili che originano sentori di mela tagliata, miele, buccia di patata, uva passa, che possono arrivare a mascherare completamente le caratteristiche originarie del vino.

Anche il **gusto** è influenzato dall'ossidazione, che sembra incrementare le sensazioni di "secchezza" probabilmente a causa del ruolo che gioca nelle reazioni chimiche di arrangiamento e polimerizzazione dei composti fenolici.

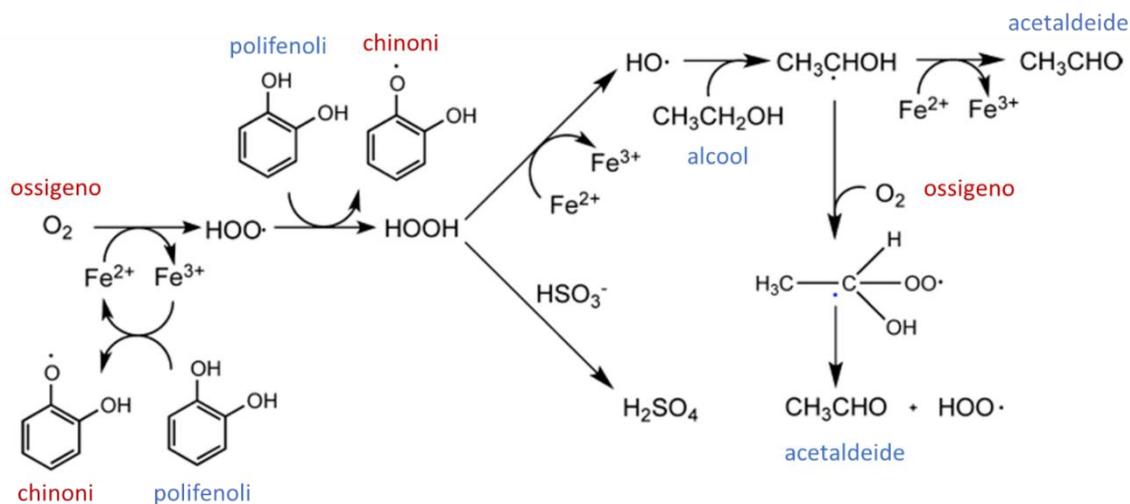
Perché il vino si ossida ?

Per ossidare un vino ci vuole certo ossigeno; ma sono molti i fattori che entrano in gioco e che rendono un vino più o meno ossidabile.

Per capire la complessità dei meccanismi di ossidazione del vino, si riporta qui sotto lo schema che illustra la **catena di reazioni** chimiche che, partendo dall'ossigeno, portano alla formazione di alcuni composti e alla trasformazione di altri. Lo schema mostra un concetto importante per comprendere le pratiche enologiche considerate in questo documento: non è l'ossigeno che reagisce con i composti del vino portando all'ossidazione, ma i **radicali** e i **chinoni** che si formano a causa del **ferro** presente nel vino, che innescano reazioni a catena a carico dei polifenoli, degli alcoli e dei composti dell'aroma. Tanto maggiori sono le quantità di polifenoli e di ferro presenti nel vino, tanto maggiore sarà l'entità di queste reazioni a parità di ossigeno disciolto.



Lo schema qui riportato mostra anche il meccanismo di formazione delle **aldeidi**, che prende origine dagli abbondanti alcoli del vino che reagiscono con i radicali e con l'ossigeno. Nello schema è indicata la formazione di acetaldeide a partire da alcool etilico, la reazione di Strecker quantitativamente più importante. L'acetaldeide ha odore di mela ossidata e contribuisce a conferire una nota di "ossidato" al vino, ma ancora più rilevanti dal punto di vista dell'impatto organolettico sono altre aldeidi come la fenilacetaldeide e il metionale, composti con soglia di percezione molto più bassa dell'acetaldeide e che si formano attraverso lo stesso meccanismo chimico.



L'ossigeno è sempre nemico del vino ?

Un controllato intervento dell'ossigeno può anche dare **effetti positivi** in alcune situazioni di processo:

- ✓ Nella prima metà della **fermentazione alcolica** l'ossigeno che entra nel sistema è immediatamente utilizzato dai lieviti prima di reagire chimicamente con i composti del vino, e un apporto controllato è molto utile a rendere i lieviti più attivi nelle ultime fasi della fermentazione. In alcuni casi si interviene con travasi all'aria o **macrossigenazione** proprio per assicurare un certo apporto di ossigeno al mosto-vino;
- ✓ Una moderata ossigenazione del vino può consentire di **evitare l'insorgenza di odori di ridotto**, causati dalla formazione – in ambiente fortemente riducente - di composti solforati che possono mascherare gli aromi secondari del vino o addirittura provocare la comparsa di odori di uova marce, cipolla, cavolfiore. Questa pratica va però attuata con grande attenzione perché a) bisogna ossidare l'idrogeno solforato prima della sua trasformazione in solfuri, quindi la reazione deve avvenire molto precocemente, b) insieme ai composti solforati negativi si ossidano anche i tioli – responsabili di alcuni aromi varietali – e il vino risultante può essere meno tipico e complesso;

- ✓ Nei vini rossi l'acetaldeide promuove la **stabilizzazione degli antociani** e la **polimerizzazione dei tannini**, rendendo il vino più morbido al gusto e più stabile nel colore. Questo principio è alla base della **microssigenazione**, che ha l'obiettivo di solubilizzare nel vino piccole quantità di ossigeno, giusto sufficienti per provocare le reazioni positive senza arrivare all'insorgenza degli effetti negativi di cui sopra.

Quindi, un processo in totale assenza di ossigeno - dall'ammestramento al consumo finale, la così detta "vinificazione in riduzione" – è applicabile utilmente nella produzione di alcuni vini (ad esempio vini bianchi varietali con breve shelf-life) ma non può essere generalizzata a tutte le tipologie di prodotto.

L'ossidazione è irreversibile

Tutte le reazioni di ossidazione del vino sono irreversibili. I composti che si trasformano e degradano non tornano allo stato originale nemmeno se il vino è mantenuto in totale assenza di ossigeno e con aggiunta di antiossidanti per lungo tempo. Non è possibile quindi intervenire su un vino ossidato con processi fisici o con metodi chimici per riportare il vino alle caratteristiche organolettiche originali. L'unico modo per preservare la qualità di un vino è **prevenire** l'ossidazione.

Prevenire l'ossidazione

Per fortuna la tecnologia enologica ha messo a disposizione numerosi strumenti e metodi per limitare nel vino i fenomeni ossidativi che ne modificano la qualità.

Per raggiungere questo obiettivo si possono seguire diverse strategie:

LIMITARE L'ESTRAZIONE DI COMPOSTI OSSIDABILI DALL'UVA

Pressatura soffice

Per avere nei vini bianchi scarsa quantità di polifenoli ossidabili (acidi fenolici, catechine ecc.) è buona norma ridurre al minimo l'estrazione degli stessi dalle bucce in fase di ammostamento. Quindi le frazioni di mosto ottenute con pressioni più vigorose, con uva diraspata e/o macerata, sono quelle maggiormente sensibili all'ossidazione; viceversa, le frazioni ottenute da pressatura soffice di uva intera sono quelle che hanno il minor contenuto in polifenoli, ma anche di aromi e altri composti che danno corpo e volume al gusto. È necessario quindi trovare ogni volta il giusto compromesso.



RIMUOVERE POLIFENOLI E METALLI DAL MOSTO

Iperossigenazione

Un'altra strategia per ridurre la presenza di polifenoli ossidabili nel vino bianco è quella di ossidarli interamente nel mosto, prima della fermentazione alcolica. Per ottenere questo risultato si insufflano grandi quantità di aria o ossigeno puro nel mosto appena ottenuto, provocando la polimerizzazione dei polifenoli e la loro eliminazione nella fase di chiarifica. Questa tecnica può essere accoppiata con la flottazione statica o in continuo. L'iperossigenazione è più difficilmente applicabile nell'ammostamento delle varietà d'uva con buon patrimonio in aromi primari terpeni, nor-isoprenoidi, tioli ecc.), che risultano in gran parte ossidati e quindi persi con l'ossidazione forzata.

Trattamento con carbone enologico

Il carbone ha un forte potere assorbente. Il suo uso è ammesso solo nei vini bianchi prima della fine della fermentazione alcolica. Toglie dal sistema i composti fenolici substrato dell'ossidazione, rendendo così il vino meno suscettibile all'ossidazione. Tuttavia, la rimozione di composti non è per nulla selettiva, e assieme ai composti ossidabili il carbone asporta aromi positivi.

Trattamento con PVPP-PVI

Il Polivinilimidazolo/polivinilpirolidone è un polimero sintetico che assorbe il ferro ed altri metalli naturalmente presenti nel vino, rendendolo così meno sensibile all'ossidazione. Ha un limite d'uso di 500 mg/l.

Trattamento con caseina

La caseina è un coadiuvante derivato dal latte in grado di assorbire polifenoli e metalli. Viene utilizzata sia in fermentazione che in chiarifica, in associazione con bentonite per facilitarne la decantazione.

Trattamento con proteine vegetali

Le proteine ottenute da pisello o patata - sostanze non allergeniche - hanno capacità di assorbimento di polifenoli e ferro e riducono la sensibilità del vino all'ossidazione.

Trattamento con chitosano

Oltre alla funzione antimicrobica, il chitosano ha proprietà demetallizzanti e può asportare dal vino una certa quantità di metalli

Trattamento con ferrocianuro di potassio

Pratica storica per l'eliminazione selettiva del ferro dal vino, il trattamento è ormai caduto in disuso per la complicazione della messa in opera e i potenziali rischi tossicologici.

EVITARE LA PRESENZA DI OSSIGENO NEL VINO

Stasi sulle fecce di lievito

Saccharomyces cerevisiae è un forte consumatore di ossigeno, non solamente durante la fermentazione alcolica, ma anche successivamente quando i lieviti sono ormai non più vitali. Una pratica usuale per proteggere il vino dall'ossidazione è quindi quella di mantenere una certa quantità di fecce fini in sospensione nel vino, anche per alcuni mesi, per consumare in modo naturale l'ossigeno che entra in soluzione, ottenendo nel contempo un effetto positivo sul gusto del vino e sulla sua stabilità tartarica. I rischi legati a questa pratica sono legati alla possibile insorgenza di note aromatiche negative, di ridotto se le fecce non sono mantenute in sospensione, di vegetale se le particelle di tessuto vegetale dell'uva non sono state eliminate dalle fecce.



Uso di gas inerte

Per evitare il contatto del vino con l'aria e quindi l'entrata in soluzione dell'ossigeno ivi contenuto al 21%, è pratica usuale saturare lo spazio a contatto con il liquido con un gas inerte come anidride carbonica, azoto o argon. Va qui ricordato il principio della legge dei gas secondo il quale ogni specie gassosa si comporta in modo indipendente dalle altre presenti nello stesso spazio: in altre parole, un volume saturo di un gas inerte può essere penetrato anche da ossigeno, fino alla saturazione anche di quest'ultimo, se rimane aperto un contatto con l'aria.



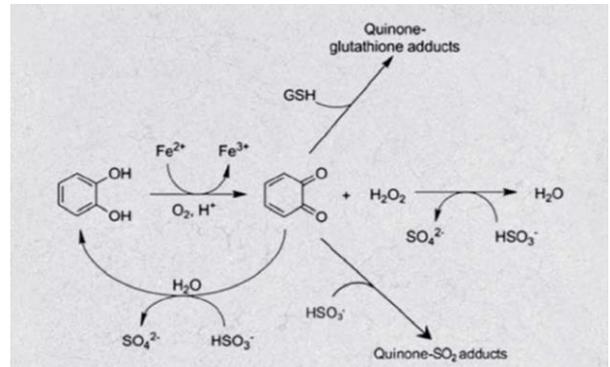
Quindi l'inertizzazione del volume di gas a contatto con il liquido si ottiene rimuovendovi l'aria con un flusso di gas inerte e subito dopo limitando lo scambio con l'aria esterna.

In generale, si utilizza l'anidride carbonica – da bombole oppure da ghiaccio secco, in alcuni casi da fermentazione alcolica – su uva, mosto e mosto-vino, mentre a dopo la fine della fermentazione alcolica si usano flussi di argon o azoto (che non solubilizzano nel vino) per eliminare aria dagli spazi di testa di vasche e bottiglie prima della loro chiusura.

BLOCCARE LA CATENA DI REAZIONI OSSIDATIVE

Aggiunta di solforosa

È l'additivo in assoluto più utilizzato in vinificazione. Entrato in uso nella seconda metà dell'800, ha segnato il passaggio all'enologia moderna dove si cerca di conoscere e controllare i fenomeni chimici e biologici che avvengono nel vino. Oltre che avere un'azione antiossidante, la solforosa inibisce tutte le specie di batteri e rallenta molti lieviti, permettendo a *Saccharomyces cerevisiae* – il principale artefice della fermentazione alcolica – di dominare la trasformazione del mosto in vino.



La **solforosa** non reagisce direttamente con l'ossigeno, ma con i chinoni - formati in modo istantaneo con la reazione di Fenton catalizzata dal ferro - che ossidano il solfito a solfato e diventano così fenoli non più reattivi.

Quindi la quantità di solforosa necessaria per evitare l'ossidazione in un vino sarà tanto maggiore quanto maggiore è la quantità di ossigeno che passa in soluzione, ma dipenderà anche dal contenuto nel vino di fenoli e ferro, che scatenano la produzione di radicali e le reazioni a catena a carico delle componenti del vino.

Si ricorda qui che l'unica frazione di anidride solforosa attiva contro l'ossidazione è quella **molecolare**, che è una parte della quota libera, tanto maggiore quanto più acido è il vino. La frazione di solforosa libera è quella che non si lega con aldeidi e acidi chetonici prodotti in fermentazione in proporzione molto variabile da lievito a lievito.

In sintesi, è bene ricordare che la stessa dose di solforosa aggiunta a vini diversi dà protezione dall'ossidazione molto diversa, variabile secondo il momento dell'aggiunta, il contenuto in ferro e fenoli, il pH del vino ed altri parametri: **un'aggiunta standard di una certa dose di solforosa** a tutti i vini di una cantina, anche se precisa e accurata, rappresenta **una pratica molto approssimativa** rispetto alla protezione dall'ossigeno.

La solforosa può avere un blando effetto curativo: se aggiunta ad un vino "stanco" e leggermente ossidato, la solforosa può rendere il vino più "fresco" semplicemente legandosi alle aldeidi volatili ed eliminandone il sentore o il mascheramento di aromi più piacevoli.

Aggiunta di acido ascorbico

L'acido ascorbico, anche detta vitamina C, è un composto facilmente ossidabile, anche più velocemente della solforosa. Il suo uso è ammesso in enologia (limite 250 mg/L) proprio per questa sua caratteristica di immediata reattività con i chinoni e i radicali formati dall'ossigeno, che scaricano sull'acido ascorbico il proprio potenziale ossidativo prima di



arrivare a reagire con altri fenoli o composti dell'aroma. L'acido ascorbico anticipa la solforosa e – soprattutto nei vini bianchi più sensibili - riduce al minimo gli effetti organolettici della solubilizzazione di ossigeno nel vino. Ma attenzione: l'acido ascorbico non scompare ma si trasforma in acido deidroascorbico che può a sua volta ossidare i composti del vino se non c'è sufficiente solforosa a renderlo innocuo. Quindi **l'acido ascorbico non va mai utilizzato da solo**, ma sempre insieme ad adeguate dosi di solforosa.

Aggiunta di glutazione

La natura ha già fornito l'uva di una riserva di sostanze antiossidanti, tra cui la più importante è il glutatione, un tripeptide che si trova in tutti gli organismi viventi e neutralizza i radicali liberi. Si trova in elevate quantità nel mosto d'uva e lo preserva almeno parzialmente dall'ossidazione durante le fasi di ammostamento. Oltre alla quantità che residua dall'uva dopo l'ossidazione iniziale, troviamo nel vino anche quote importanti di glutatione prodotte dal lievito in fermentazione e con la stasi sulle fecce. Oggi è possibile rinforzare nel vino la dotazione naturale in glutatione aggiungendo il composto tal quale (limite 20 mg/l) oppure lieviti inattivi prodotti in modo da massimizzarne il contenuto in glutatione.

Aggiunta di tannino

Il tannino è un altro antiossidante naturale che troviamo in abbondanza nell'uva. È costituito da polifenoli, che hanno la capacità di reagire con i chinoni prodotti dall'ossidazione creando composti a maggiore complessità, togliendo così radicali dal sistema prima che reagiscano con sostanze più degradabili come i composti volatili. Pur non potendo evitare da solo i fenomeni ossidativi, il tannino può aiutare a contenere l'ossidazione e a contenere l'aggiunta di solforosa



L'APPROCCIO RAGIONATO DI OXYLESS

Tutte le pratiche qui sopra descritte hanno un **impatto sulla qualità e l'integrità del vino**:

- le tecniche sottrattive, nel ridurre la presenza di sostanze ossidabili, tolgono anche dal vino parte degli aromi o altri composti positivi per il suo profilo organolettico
- le tecniche additive aggiungono sostanze al vino che modificano la sua naturale composizione

Il **progetto OXYLESS** aveva l'obiettivo di individuare strategie di vinificazione per la produzione di vini spumanti con personalità e originalità da uve rosse Sangiovese, quindi vini il meno possibile spogliati delle proprietà intrinseche delle uve di origine, ma contemporaneamente poco ossidabili e quindi con shelf-life adeguata per un vino spumante.

L'approccio tecnologico adottato da OXYLESS è stato quindi:

- ✓ **valutare la sensibilità del vino** all'ossidazione in modo oggettivo
- ✓ **intervenire solo quando necessario** e con le tecniche meno invasive possibile
- ✓ **monitorare l'evoluzione** del vino per migliorare il processo ad ogni annata

Test OXYLESS per valutare l'ossidabilità di un vino

L'esecuzione del Test prevede, dopo l'aggiunta di perossido di idrogeno ai campioni, la valutazione di:

Variatione del Profilo voltammetrico

Confrontando la parte anodica dei voltammogrammi, infatti, è possibile trarre indicazioni su come si modifica la componente fenolica nel tempo, sugli effetti di una solfitazione o del consumo di SO_2 , sul decorso dei fenomeni ossidativi o ancora sugli effetti di un trattamento di chiarifica o stabilizzazione.

In questo contesto applicativo, la voltammetria non consente però di ottenere informazioni quantitative; sarà pertanto necessario integrare i dati ottenuti con le informazioni fornite da altre variabili analitiche indicative dello stato della frazione fenolica.

La voltammetria ha consentito di evidenziare l'ossidazione mediante aggiunta di H_2O_2 , distinguendo i campioni ossidati dalle tesi controllo; in Figura 1, l'ossidazione è resa evidente dall'abbassamento del tracciato anodico del voltammogramma, presumibilmente legata ai

cambiamenti determinati dall'acqua ossigenata sulla frazione fenolica dei vini stessi.

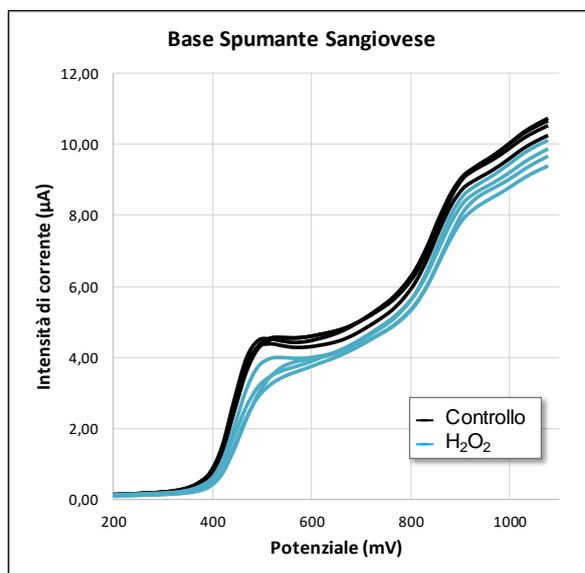


Figura 1. Modificazioni dei voltammogrammi dei vini base spumante, in seguito all'aggiunta di acqua ossigenata (H_2O_2)

ΔE derivato da parametri CIELab

Se questo parametro, risulta <2 , il rischio di ossidabilità è basso, medio per valori tra 2 e 4, alto rischio se >4 . In figura 2 si riporta la significativa correlazione tra ΔE e distanze fattoriali

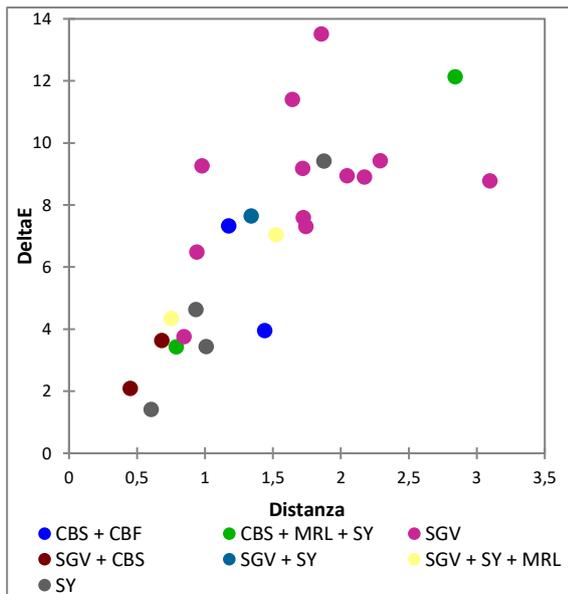


Figura 2. Correlazione nelle diverse varietà di vini tra ΔE calcolato da parametri CIElab e distanze fattoriali calcolate sulla PCA dei dati chimici.

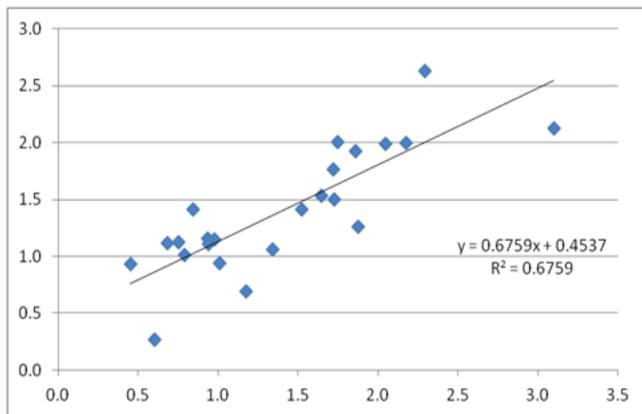
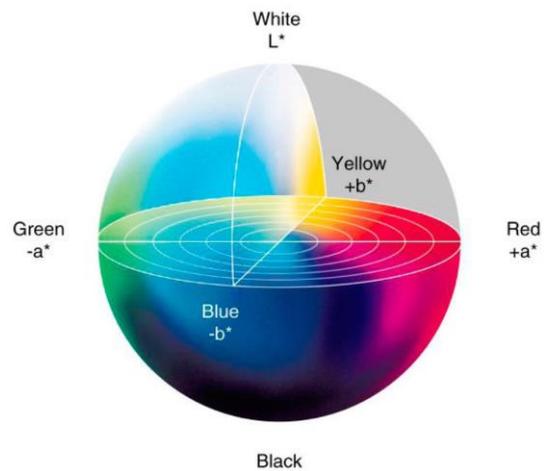


Figura 3. Correlazione tra Δ_{CHIM} predetto e quello calcolato secondo un modello MLR



Inoltre:

per i vini BIANCHI

Indice di catechine

se risulta <10 il vino presenta un basso rischio di ossidabilità, se >20 il rischio è alto.

Per i vini ROSSI

Indice Δ_{CHIM}

derivato dalla variazione di alcuni parametri (antociani liberi, solforose e colore) prima e dopo il trattamento con perossido di idrogeno. Per cui, se il Δ_{CHIM} è inferiore a 1 il campione si può ritenere a basso rischio di ossidabilità, se tale valore è superiore a 2, ad alto rischio. In Figura 3 si riporta la correlazione tra Δ_{CHIM} predetto e quello calcolato secondo un modello MLR (Regressione Lineare Multipla).

In caso di esito avverso (rischio medio o alto), si consiglia un trattamento specifico ed eventualmente un approfondimento analitico volto alla caratterizzazione più dettagliata del problema (Analisi Aromi, Polifenoli ecc.).

MONITORAGGIO STANDARD:

1. Screening sistematico a cadenza regolare:
 - Anidride solforosa libera e totale, Acidità volatile
 - Vini bianchi: Colore
 - Vini rossi: profilo antociani/Tannini
2. Monitoraggio post imbottigliamento:
 - Vino appena imbottigliato: Misurazione O₂ disciolto + Solforose
 - Monitoraggio sistematico a cadenza regolare: Solforose, Acidità volatile, Cielab e Aldeidi

MONITORAGGIO PROCESSO CRITICO:

1. Uve colpite da marciumi o tignola, surmature:
 - Acido acetico, Acido gluconico
 - Contaminazione batterica
 - Attività Laccasi
2. Condizioni particolari, come ad esempio vinificazioni di:
 - > Uve molto concentrate in metalli (ex.: Cu)
 - > Bianchi elaborati con macerazione sulle bucce
 - > Fermentazioni operate da ceppi ossidativi (ex spontanee)
 - > Fermentazioni prolungate (stentate/arresti)
 - > Temperature di fermentazione eccessive
 - > Eccessiva ossigenazione, permanenza in vasche scolme o semprepianio in ogni caso in presenza di scadimenti del colore o della freschezza aromatica



STRATEGIE DI VINIFICAZIONE PER EVITARE L'OSSIDAZIONE

VINI SPUMANTI ROSATI DA UVE ROSSE

In generale, la produzione di vini rosati è particolarmente delicata perché nel vino si ha una quantità di polifenoli sufficiente a dare un colore rosa evidente, ma non sufficiente a “scaricare” la cascata di reazioni ossidative. D'altra parte nei vini rosati, ancor più che nei bianchi, è necessario per questo estrarre una certa quantità di componenti dalle uve; la strategia non può essere quella dei vini base spumante metodo classico, dove si tende ad avere una base molto neutra da completare con la rifermentazione.

L'ossidazione comporta nei rosati un rapido viraggio del colore verso tonalità aranciate e una evidente riduzione dell'intensità colorante, oltre alla repentina scomparsa degli aromi freschi, florali e fruttati.



Nel caso specifico del progetto Oxyless, si è voluto individuare una strategia di produzione di un vino **spumante derivante da uve rosse sangiovese**, che avesse carattere di originalità e esprimesse il territorio e la varietà d'uva. Nel progetto sono state effettuate prove con diverse tecniche di pressatura e chiarifica, e si è giunti alla conclusione che, per avere il giusto equilibrio tra identità e scarsa

ossidabilità, sia opportuno produrre tre diversi vini base, da assemblare in proporzioni variabili secondo l'annata in una cuvée con il giusto profilo.

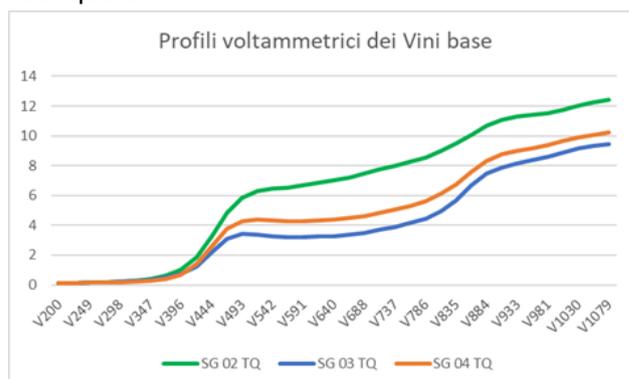
In particolare le tre masse sono ottenibili come segue:

Non macerato: le uve vengono ammostate riducendo al minimo l'estrazione dalle bucce, intere in pressa oppure – se si lavorano masse importanti – con la sola diraspatura, non pigiate, e in sgrondatore a bassa pressione. La chiarifica

dinamica con flottazione e gelatina permette di andare rapidamente in fermentazione e di ottenere un vino con buona intensità di colore e media struttura acida. Questa base può rappresentare fino al 60-70% dell'assemblaggio finale.

Macerato leggero: una quota delle uve deve avere una leggera macerazione pellicolare, ottenibile lavorando in pressa un diraspato pigiato con tempi di caricamento e pressatura di qualche ora. In questo modo si estrare dalla buccia troppo colore, ma anche minerali, acidità, polisaccaridi che danno un vino sapido e strutturato. Dopo flottazione in continuo con gelatina – per evitare sviluppi microbici incontrollati - e fermentazione con lieviti selezionati, questa base viene usata nell'assemblaggio fino al 25% secondo le annate.

Quota neutra: per poter equilibrare la variabilità data dall'annata, che può dare uve più o meno colorate e/o profumate, è bene fornirsi di una quota di vino base neutra, praticamente senza colore e aromi primari, ma con aromi di fermentazione intensi e freschi e buona acidità. Questa quota si può ottenere da uve conferite in cantina abbastanza anticipatamente, diraspate, pressate, quindi decolorate quasi completamente con carbone, poi flottate e fermentate con ceppi di lievito adeguati e apporto di nutrienti. Una quota fino al 30% nella cuvée serve a ridurre il colore e bilanciare l'eccessiva struttura delle altre due quote.



VINI BIANCHI

Ossigeno: il nemico #1

Nella vinificazione in bianco la solubilizzazione di ossigeno nel vino è di norma limitato o addirittura evitato.

I vini bianchi sono infatti molto più poveri di polifenoli che possono scaricare la catena di reazioni ossidative, e risentono maggiormente degli effetti negativi dell'ossidazione: l'imbrunimento del colore, la perdita di aromi freschi fruttati e la comparsa di note ossidate sono fenomeni percepiti molto più facilmente nei vini bianchi che nei rossi. Negli ultimi decenni, la tecnica enologica ha quindi messo a punto una serie di soluzioni per impedire il contatto tra vino ed ossigeno che, insieme all'uso di sostanze antiossidanti, permette di attuare la così detta **vinificazione in riduzione**, finalizzata a mantenere al massimo livello gli aromi primari e secondari nel vino fino al momento del suo consumo.

Va detto che non tutti i vini bianchi necessitano di una totale mancanza di contatto con l'ossigeno per esprimersi ai massimi livelli, e anche che la vinificazione in riduzione può portare al contrario a profili organolettici appunto molto "ridotti", con odori di pietra focaia, fiammifero bruciato, aglio e cipolla che ne compromettono la qualità. Tuttavia, in questa guida – a scopo didattico - saranno descritti brevemente i vari accorgimenti per evitare l'ossigenazione del vino in ognuna delle fasi della produzione di vino bianco dall'uva al bicchiere, ben sapendo che è l'enologo che sa quando e quanto applicare queste tecniche per ottenere il meglio dalla materia prima a disposizione.

Pigia-diraspatura e Pressatura

Molte uve bianche sono ammostate dopo un passaggio di eliminazione dei raspi e di rottura degli acini, per rendere la pressatura più veloce e aumentare la resa in mosto.

Questo è uno dei passaggi più delicati della vinificazione in riduzione perché:

- la superficie dell'uva e del mosto esposta all'aria è molto estesa
- i composti più reattivi all'ossigeno (acidi cinnamici, glutazione dell'uva, aromi primari tiolici ecc.) possono già essere completamente persi in pochi secondi di esposizione all'aria
- quanto maggiore è l'azione meccanica sulle uve (sfregamento, pressione), tanto maggiore è l'estrazione di sostanze che reagiscono con l'ossigeno con detrimento della qualità del vino: i lipidi che si ossidano in aldeidi con odore erbaceo, i polifenoli che si trasformano in chinoni e innescano reazioni di ossidazione a cascata

Per questi motivi in alcune produzioni si preferisce lavorare **grappoli interi**, evitando quindi tutte le sollecitazioni meccaniche e ottenendo dalle prime frazioni di pressatura mosti molto poco carichi di polifenoli e metalli (ma anche di aromi, sapidità e morbidezza al gusto).

Se si vuole ridurre o evitare il contatto del mosto con l'ossigeno, è necessario saturare tutti gli spazi con un gas inerte togliendo l'aria. Esistono sul mercato **presse pneumatiche** che possono essere riempite di anidride carbonica prima di ricevere l'uva o il pigiato, con possibilità di recupero del gas inerte in un polmone per ridurre i costi aggiuntivi.



Altra soluzione è l'uso di **ghiaccio secco** o neve carbonica, cioè di anidride carbonica allo stato solido che a temperatura ambiente sublima creando un flusso di gas inerte che sposta l'aria dalla tramoggia, dal piatto e dal corpo della pressa ed occupa le cavità in ragione del suo peso, maggiore di quello dell'aria. Effetto secondario ma importante del ghiaccio secco è il raffreddamento dell'uva o del pigiato, con conseguente rallentamento di tutte le reazioni chimiche nel mosto.



Nel corso della vendemmia, è possibile utilizzare **l'anidride carbonica di fermentazione**, prodotta dai lieviti trasformando gli zuccheri in alcool: di questo gas c'è ampia e gratuita disponibilità in cantina, se si riesce a convogliare il gas che esce dalle vasche già in fermentazione nelle tubazioni, nelle pompe, nelle presse e tramogge, nelle vasche di raccolta del mosto, inertizzando così tutto il percorso che il mosto deve percorrere. Per ottenere un vino bianco di buon corpo e aromi intensi, è necessario estrarre componenti dalle bucce, con una pressatura relativamente spinta e in alcuni casi addirittura con una breve macerazione pellicolare. Da ricordare qui che quanto maggiore è l'estrazione dalle bucce, tanto più il mosto risulterà carico di polifenoli ossidabili e quindi tanto maggiore sarà la necessità di proteggerlo dall'ossigeno.

Chiarifica

L'operazione di pulizia del mosto prima di mandarlo in fermentazione è tipicamente effettuata aggiungendo coadiuvanti al mosto appena pigiato, lasciando decantare il torbido per 12-24 ore, quindi procedendo al travaso del limpido in un'altra vasca di fermentazione. Per evitare un prematuro avvio dell'attività dei lieviti

indigeni, normalmente si raffredda il mosto a 10-12°C spesso con un passaggio in uno scambiatore esterno. Questa fase è pertanto molto critica, perché il mosto viene movimentato più volte e riceve l'apporto di coadiuvanti sospesi in acqua in condizioni aerobiche, quindi può entrare facilmente in contatto con l'aria, quando la bassa temperatura favorisce la solubilizzazione dell'ossigeno. Se si vuole evitare l'ossidazione durante la chiarifica statica, è necessario adottare vari accorgimenti: **riempire con anidride carbonica le tubazioni e le vasche** di ricezione del liquido, sciogliere i coadiuvanti in ambiente inerte e aggiungerli in linea.

Una pratica che aiuta molto a ridurre i rischi di ossidazione è la **flottazione statica**, dove viene iniettato gas inerte in una vasca contenente mosto aggiunto di coadiuvanti specifici: in questo modo si ottiene un illimpidimento in tempi più brevi, senza ridurre la temperatura del mosto, e con meno movimentazione del mosto.



Fermentazione

Dal momento in cui il lievito inizia la propria attività fermentativa, non dobbiamo più preoccuparci dell'ossidazione. Infatti si produce un flusso importante di anidride carbonica, che impedisce fisicamente all'aria di entrare in contatto con la superficie del mosto-vino. Inoltre, quel poco ossigeno che arriva a solubilizzarsi è immediatamente utilizzato dal metabolismo del lievito ben prima di poter reagire con i composti chimici del mosto.



Quindi quanto prima si avvia la fermentazione alcolica, tanto minore è il rischio di ossidazione.

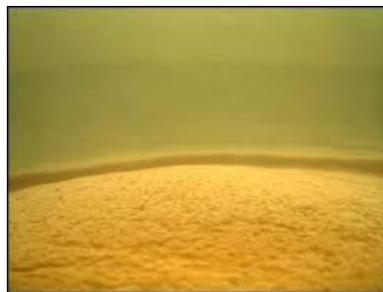
Buona pratica in questa fase è l'**inoculo anticipato del lievito**: il giorno dell'ammestamento dell'uva, si invia una piccola quota (5%) di mosto fiore (il meno carico di fecce vegetali) direttamente dalla pressa alla vasca in cui si prevede di far fermentare la massa, che si inocula con tutto il lievito selezionato necessario per l'intera massa. Questa quota di mosto, con alta carica di lieviti e a temperatura ambiente, avvia immediatamente la fermentazione in purezza. Al termine della chiarifica, la vasca di ricezione sarà già satura di anidride carbonica che può essere utilizzata anche per inertizzare il percorso, e il mosto limpido inizierà presto a fermentare anche se ancora a bassa temperatura.

Una volta avviata la fermentazione, bisogna però preoccuparsi della salute del lievito, che deve poter portare a termine la trasformazione di zuccheri in alcol senza problemi; per poter diventare resistente all'alcool che troverà a fine fermentazione – che negli ultimi anni può essere ad alta concentrazione anche nei vini bianchi – il lievito deve avere a disposizione ossigeno durante la fase di crescita cellulare. Il paradosso è quindi che, se prima e dopo la fermentazione alcolica dobbiamo evitare assolutamente la dissoluzione di ossigeno, **durante la fermentazione alcolica** – e più precisamente tra un terzo e metà degli zuccheri consumati – dobbiamo **aggiungere ossigeno** in quantità importante (8-10 mg/lm, equivalente ad una saturazione). L'operazione è senza pericoli perché in questa fase il lievito assorbe e metabolizza l'ossigeno molto più velocemente di qualsiasi reazione chimica di ossidazione.

Stoccaggio

La fase di stoccaggio inizia tecnicamente al primo travaso dopo la fine della fermentazione alcolica, quando però sono ancora in sospensione molti lieviti, in progressiva morte ma ancora per mesi molto attivi nell'uso di ossigeno. Quindi, finché il vino è mantenuto sulle "fecce fini", con frequente agitazione, è ben protetto dall'ossidazione che può arrivare da un'apertura del contenitore o da

un travaso in condizioni non inertizzate. Finché ci sono **fecce di lievito in sospensione** si può anche evitare l'aggiunta di solforosa in funzione antiossidante, che anzi potrebbe provocare comparsa di odori di ridotto in presenza di lieviti



ancora viventi.

Tuttavia, il lievito va incontro ad autolisi e rilascia nel vino sostanze che conferiscono complessità, morbidezza e volume al vino, ma anche nutrienti per i batteri che – in totale assenza di solforosa – potrebbero avviare una fermentazione malolattica o anche una contaminazione pericolosa. Pratica abituale è procedere **alla solfitazione** diverse settimane dopo la fine della fermentazione alcolica, nel frattempo effettuando 2-3 travasi per eliminare tutte le fecce vegetali e mantenendo in sospensione i lieviti, cercando di mantenere la temperatura sotto i 15°C.

Dal momento in cui il vino non ha più lieviti in sospensione, si trova totalmente indifeso dall'ossidazione. Anzi, avendo fino ad ora evitato ogni reazione, tutto il potenziale di ossidabilità è intatto. Capitale quindi, se non si vuole vanificare tutto il lavoro fin qui fatto, proteggere il vino con pratiche di inertizzazione quasi maniacali, mantenendo **basse le temperature** di stoccaggio, e mantenendo il livello di antiossidanti in quantità sufficiente a bloccare le reazioni a cascata nel caso l'aria arrivi a contatto con il vino.

Imbottigliamento

Imbottigliare un vino prodotto in riduzione è un'operazione delicata che richiede grande attenzione e capacità. Infatti si tratta dell'ultima occasione utile per preparare il vino al trasporto e allo stoccaggio fuori dalla cantina, durante parecchi mesi e in condizioni non controllabili, gestendo un vino facilmente ossidabile. Collaggio,

stabilizzazione tartarica, filtrazione devono essere compiute con **tubature e contenitori** completamente inertizzati, facendo attenzione a non avere eventuali infiltrazioni d'aria da pompe e raccordi. Stessa cosa per **l'impianto d'imbottigliamento**, che se non è preventivamente saturato con un **gas inerte**, può essere all'origine di forti ossidazioni soprattutto nelle prime centinaia di bottiglie che vi passano attraverso. Utile ricordare inoltre che il vino deve avere buona protezione "interna", con contenuto in **solforosa** tale da averne sempre presente in forma libera e molecolare fino al momento del consumo, spesso accompagnato da **acido ascorbico** e/o altri antiossidanti.

Il vino preparato all'imbottigliamento con le attenzioni sopra descritte dovrebbe quindi avere pochissimo o niente ossigeno disciolto. Ma esistono almeno altre 4 fonti da cui può arrivare ossigeno al vino in bottiglia.

Primo: l'aria contenuta nella bottiglia che entra in contatto con il vino, e deve essere eliminata con **flusso d'azoto** prima di iniziare il riempimento

Secondo: lo spazio di testa che rimane tra il livello del vino e la base della chiusura, se è composto da

aria può portare al vino parecchi mg/l di ossigeno disciolto, soprattutto con tappi corti o a vite. Fondamentale quindi lavare lo **spazio di testa** con gas inerte prima di apporre la chiusura



Terzo: l'aria contenuta nei pori della chiusura, sia essa di sughero o sintetico, che per effetto della compressione applicata all'inserimento diffonde nello spazio di testa e quindi nel vino nelle settimane successive (**degassing**)

Quarto: l'aria che penetra **attraverso la chiusura** e tra il tappo e il bordo della bottiglia, che può essere in quantità molto variabile secondo il tipo di chiusura (praticamente zero per il tappo a vite con layer di stagno, massima per tappi sintetici a stampo) e all'interno dello stesso tipo di chiusura (varianza massima intorno alla media per i tappi di sughero naturale).



VINI ROSSI

Ossigeno? Amico, ma non troppo

Per i vini rossi l'ossigeno – nelle quantità e nei tempi adeguati – rappresenta più un alleato che un nemico. I polifenoli, qui presenti in quantità molto maggiore rispetto ai vini bianchi, reagiscono con l'ossigeno e rallentano le modificazioni chimiche degli altri composti del vino, tra cui quelli dell'aroma. Il vino rosso, quindi, può ricevere in soluzione quantità anche importanti di ossigeno senza sviluppare le tipiche note di ossidato.

Anzi, alcuni tipi di polifenoli con l'ossidazione diventano più stabili: il fenomeno meglio conosciuto è la combinazione degli antociani con i tannini, con la formazione di composti di intenso colore rosso e molto più stabili del tempo degli antociani liberi. Attenzione, però: se è presente nel sistema più ossigeno di quello che usa la reazione tannini-antociani, questi ultimi si ossidano e si perde colore.

Equilibrio è dunque la parola chiave nella vinificazione in rosso: il vino deve avere a disposizione quantità di ossigeno inferiori alla sua capacità di "assorbimento", in modo che venga interamente consumato in reazioni chimiche favorevoli alla qualità del vino, senza mai essere in eccedenza di ossigeno e innescare così processi degenerativi a carico dei composti del colore o dell'aroma.

Pigia-diraspatura

Come per i vini bianchi, è necessario **evitare azioni meccaniche** a carico delle parti verdi, per non liberare nel mosto composti che, ossidandosi in aldeidi (esanale, esenale), danno note erbacee al vino.



Fermentazione e Macerazione

Durante la fermentazione alcolica, i lieviti consumano l'ossigeno ad una velocità ben maggiore delle reazioni chimiche tra composti del mosto. Il nostro patrimonio qualitativo ha qui due protezioni: i lieviti e i polifenoli. Dal momento che l'ossigeno è usato dai lieviti per rendere la propria membrana cellulare più resistente all'alcool, è molto importante immettere nel sistema ossigeno

in quantità proporzionale al grado alcolico potenziale, ma nella prima metà della fermentazione alcolica. Il metodo più usato nelle piccole cantine per **solubilizzare ossigeno** è il rimontaggio all'aria, dove si estrae a getto il mosto-vino dalla vasca in una mastella, da dove la pompa pesca per bagnare il cappello in cima alla stessa vasca. Riuscire a solubilizzare una quantità efficace di ossigeno (ad esempio una saturazione di 8 mg/l di O₂) non è però facilissimo, perché c'è una gran quantità di CO₂ che si sprigiona dal mosto-vino e crea un flusso di gas che allontana l'aria dal contatto con la superficie del liquido;



bisogna allora usare una mastella di grandi dimensioni, farvi cadere il liquido da un'altezza sufficiente (> 40-50 cm) e rimontare almeno 1/3 del volume della vasca.

Esistono sistemi più efficaci e controllabili, che hanno trovato diffusione soprattutto nelle cantine grandi. L'uso di un tubo di Venturi in linea consente di aggiungere una quantità di aria costante al mosto-vino usato per i rimontaggi, operazione molto più semplice e che non richiede mano d'opera come il rimontaggio all'aria. Il limite di queste due tecniche è che la quantità di ossigeno immessa nel sistema dipende dal volume usato per i rimontaggi e dalla frequenza degli stessi, che dipende dalla dinamica di estrazione desiderata e non dall'andamento della fermentazione. Per avere un maggior controllo dell'operazione, si è diffusa la pratica della macro-ossigenazione, cioè l'iniezione di aria compressa nella vasca tramite un diffusore che crea bollicine di dimensione talmente piccola da permettere a tutto l'ossigeno di entrare in soluzione prima di raggiungere la sommità del liquido: in questo modo si può calcolare esattamente la quantità di ossigeno immesso nel sistema e eseguire l'operazione nel momento più opportuno.

Svinatura e malolattica

Alla svinatura, i lieviti non sono in fase di moltiplicazione ma consumano ancora ossigeno anche dopo la loro morte. Le fecce di lievito, quindi, insieme ai polifenoli, rappresentano una barriera importante all'ossidazione.

Adirittura, in molti casi, anche troppo.

In questa fase infatti il vino rosso può essere migliorato da un'**ossigenazione controllata**, che immette nel sistema abbastanza ossigeno per consentire la polimerizzazione dei tannini e la fissazione degli antociani e evitare la formazione di composti solforati in quantità e natura tale da causare difetti organolettici al vino finito. I batteri della malolattica sono microaerofili, quindi non sono inibiti da una piccola quantità di ossigeno in soluzione. Le modalità di aerazione più usate sono il travaso all'aria e la **microossigenazione**; la



seconda tecnica è sicuramente quella che consente un maggior controllo delle quantità di ossigeno in gioco, ma richiede un certo investimento per attrezzare un certo numero di vasche della cantina.

È questa la fase più delicata, dove la capacità e l'esperienza dell'enologo giocano un ruolo essenziale nell'identificare la giusta dose e frequenza di ossigenazione, quasi sempre definita in base al giudizio organolettico che deve però tener conto di tutta la strada che ancora deve fare il vino prima di essere prodotto finito.

Un altro elemento di criticità importante in questa fase è rappresentato dal sistema microbico: normalmente nei vini rossi si vuole indurre la fermentazione malolattica, e alla svinatura si ritarda l'aggiunta di solforosa e si cerca di mantenere temperature più miti per favorire lo sviluppo dei batteri. Queste condizioni sono favorevoli anche alla polimerizzazione dei polifenoli, e quindi è il momento migliore per la microossigenazione. Tuttavia, sono queste le migliori condizioni anche per le contaminazioni microbiche negative (*Brettanomyces* o batteri lattici dannosi). Per evitare di trovarsi in condizioni di dover concludere precipitosamente questa fase delicata, è sempre più in uso il **co-inoculo di batteri** durante la fermentazione, in modo da poter gestire alla svinatura solo l'equilibrio ossidativo e non in contemporanea quello microbico.

Stoccaggio e affinamento

Durante tutto il periodo di permanenza del vino rosso in cantina, prima dell'imbottigliamento, è necessario mantenere l'equilibrio ossidativo, lasciando che entri in soluzione abbastanza ossigeno da consentire un'evoluzione positiva del patrimonio fenolico e aromatico, senza mai che ci sia più ossigeno di quanto queste reazioni ne possano consumare. Equilibrio per nulla facile da determinare, perché ogni singolo vino ha un comportamento specifico. Lo stoccaggio in vasca colme non comporta ingresso di ossigeno, mentre i contenitori in legno permettono un certo passaggio di aria, soprattutto dalle chiusure.



Ma l'apporto più importante si ha durante le **movimentazioni del vino**, quando si sposta da una vasca all'altra per il travaso o quando si stappano le barriques per il batônage (dove peraltro si forma una pressione negativa che risucchia aria all'apertura): è bene quindi fare attenzione a tempi e modalità con cui si eseguono queste operazioni, considerando che tanto minore è la temperatura del vino, tanto maggiore sarà la quantità di ossigeno che passa in soluzione, a parità di esposizione all'aria.

Imbottigliamento

Lo stesso equilibrio ricercato in vinificazione e stoccaggio deve essere considerato in fase d'imbottigliamento. La strategia da adottare rispetto all'ossigeno dipende molto dalla composizione del vino e dalla sua prevista durata di vita: un vino molto ricco in polifenoli e destinato ad una lunga vita in bottiglia avrà bisogno di un

lento ma significativo **apporto di ossigeno attraverso la chiusura** per evolvere un bouquet complesso ma non ridotto; viceversa per un vino meno importante, da bere giovane, è bene evitare



l'entrata di ossigeno dalla chiusura.

Soprattutto nel caso del vino meno corposo, è essenziale controllare l'ossigeno presente nello **spazio di testa** della bottiglia, che non deve essere da solo più di quanto il vino riesca a consumare nei giorni successivi all'imbottigliamento. Attenzione anche alle operazioni di preparazione del vino all'imbottigliamento: la movimentazione con pompe per il collaggio finale, la stabilizzazione a freddo, la filtrazione, il riempimento della campana dell'imbottigliatrice sono tutti passaggi che possono apportare quantità significative di ossigeno.

