

# IN E OUT

# OSSIGENO SOTTO CONTROLLO

□ VALENTINA BOLLA\*, MARINA SOAVE\*

IN OGNI STEP DELLA VINIFICAZIONE, NEL CONFEZIONAMENTO E NELL’AFFINAMENTO IL CONTROLLO DEL BILANCIO TRA OSSIGENO IN INGRESSO E OSSIGENO CONSUMATO O SOTTRATTO È DA TENERE SOTTO STRETTO CONTROLLO

L’effetto dell’ossigeno nel vino è ancora un argomento molto discusso dagli autori, in riferimento alla sua efficacia in vinificazione e alla sua influenza sull’evoluzione del prodotto.

Esaminando longitudinalmente il processo della produzione del vino, dal grappolo fino

alla bottiglia, possiamo immaginare di dividerlo in due parti. Una prima in cui la presenza di ossigeno è cercata e voluta, per favorire alcuni processi fisici e chimici, ma anche per migliorare le caratteristiche organolettiche del vino, in particolare per i rossi, attraverso apporti contenuti di ossigeno. Una se-

conda in cui invece è necessario proteggere il vino dall’ossigeno e dal rischio che esso possa compromettere la qualità del prodotto. Travasi, centrifugazioni, filtrazioni, apportano quantità di ossigeno notevoli al vino, che dipendono dalle condizioni di lavoro con le quali avviene il movimento del liquido.

## L'OSSIGENO IN VINIFICAZIONE E AFFINAMENTO

Durante la **fermentazione alcolica** risulta indispensabile la presenza di ossigeno, innanzitutto per un adeguato sviluppo dei lieviti. Infatti i fenomeni di disidratazione provocati dall'alcol, unitamente alla forte presenza di CO<sub>2</sub>, tendono a diminuire la permeabilità della parete cellulare e quindi l'efficienza della cellula del lievito. Per assicurare la sintesi degli steroli, indispensabili a garantire la funzionalità delle membrane cellulari, occorre un'adeguata disponibilità di ossigeno nel mosto, soprattutto nella fase di crescita cellulare e nelle fasi di ricambio della popolazione in fase stazionaria. Infatti alcune vie metaboliche di sintesi di importanti metaboliti, quali acidi grassi insaturi, steroli, sfingolipidi e carotenoidi, restano bloccate in assenza di ossigeno e la cellula, a meno di una immediata disponibilità esogena di queste molecole in forma prontamente assimilabile, rallenta via via la sua attività. Il fabbisogno di ossigeno del lievito è, quindi, in relazione al suo fabbisogno di metaboliti essenziali, che sono carenti nel mezzo e sintetizzabili solo in aerobiosi. Bisogna comunque prestare attenzione a non iperossigenare il mosto, in quanto ciò può favorire lo sviluppo di lieviti a metabolismo ossidativo e batteri acetici, creando quindi una massa antagonista al lievito selezionato.

Inoltre, soprattutto per quanto riguarda i vini rossi, in questa fase del processo l'ossigeno svolge un ruolo di particolare importanza sull'**evoluzione dei polifenoli** all'interno del mosto e sulla loro rapida stabilizzazione. Da non sottovalutare per la condensazione tannino-antocianica è anche la presenza del glutatone, un composto naturalmente presente nei mosti che in presenza di piccole quantità di O<sub>2</sub> favorisce la sintesi tannino-antocianica e quindi la composizione di strutture polifenoliche più stabili e colorate.

Successivamente l'ossigeno svolge un ruolo decisivo nell'**affinamento dei vini**. Il vino è un liquido in grado di consumare rapidamente l'ossigeno disciolto e durante la conservazione ne contiene quantità modestissime, anzi

nei vini giovani è frequente l'instaurarsi di fenomeni riduttivi, percepibili dalle caratteristiche note sensoriali. Se la quantità di ossigeno immessa non è superiore alla capacità di consumo del vino, si assiste ad un **miglioramento della stabilità della materia colorante e a un'evoluzione gustativa**. È comunemente riconosciuto che i polifenoli sono i principali responsabili del consumo di ossigeno nel vino e che in seguito a ciò subiscono diverse trasformazioni chimiche. In presenza di alte concentrazioni di ossigeno gli antociani si decolorano, in seguito all'apertura dell'anello eterociclico. I tannini, invece, si ossidano e si condensano lentamente con legami carbonio-carbonio o tramite un legame etere. Queste reazioni portano a una diminuzione del colore rosso e a un aumento delle tinte gialle, oppure a precipitazioni. Le reazioni ossidative producono inoltre per via radicalica l'acetaldeide, la cui influenza dipende fortemente dalla composizione del mezzo. Nel caso in cui il vino sia ricco in antociani monomeri e in tannini oligomeri, si ha un au-

mento dell'intensità colorante e una stabilizzazione efficace della materia colorante. Quando, invece, i vini sono poveri in antociani monomerici, si ha una condensazione dei tannini in strutture polimeriche di massa molecolare elevata. La condensazione degli antociani con questi ultimi porta alla formazione di pigmenti instabili che precipitano diminuendo l'intensità colorante.

Vista l'importanza che gioca l'ossigeno nell'evoluzione di un vino, si utilizza la tecnica della **microssigenazione** per poter controllare tale processo e apportare piccoli volumi di ossigeno al vino per tempi anche molto lunghi. Si possono distinguere due fasi nel processo di microssigenazione: una prima fase di strutturazione e una seconda di armonizzazione. Nella fase di strutturazione avviene la condensazione tannini secchi - antociani liberi attraverso ponti etanale (acetaldeide), comportando un ammorbidimento globale del vino. La conseguenza più evidente di questa condensazione forzata attraverso l'ossigeno risulta essere il fissaggio del colore, in secon-



La stabilità del colore di vini bianchi e rossi dipende in larga misura dall'interazione con l'ossigeno.

do luogo l'annullamento del gusto amaro e astringente che il tannino, derivante soprattutto dai vinaccioli, provoca quando questi sono in grande quantità. Si ha inoltre una diminuzione degli aromi fermentativi e un incremento del potere riduttore. Nella seconda fase di armonizzazione, invece, si opera dosando l'O<sub>2</sub> in quantità controllata sulla base di quella che è stata l'evoluzione del vino nella fase precedente. L'intensità e la complessità aromatica aumentano, i tannini diventano meno duri, il corpo aumenta e il vino risulta meno ridotto, meno vegetale.

### I PASSAGGI CRITICI

Terminata la fermentazione, dove il vino è protetto dall'anidride carbonica prodotta, iniziano tutta una serie di trattamenti che provocano un arricchimento in ossigeno del mezzo. Ogni vino reagisce all'ossigeno in modo unico e differenziato, per cui è necessario verificare che l'apporto di ossigeno non sia mai eccessivo e nocivo alla qualità. La capacità di consumo dell'ossigeno da parte del vino è elevata e variabile: compresa fra gli 80 mg/l per i vini bianchi e gli 800 mg/l per i vini rossi, che equivale a un centinaio di saturazioni successive.

Inizialmente avviene a causa dei **trasferimenti della massa da un contenitore all'altro**, soprattutto se il circuito non è inertizzato. Per quanto riguarda, invece, il passaggio del vino attraverso gli impianti, la quantità di ossigeno che si discioglie è principalmente dovuta ai tempi di avviamento e fermo; ad esempio nelle operazioni di pompaggio e travaso le fasi critiche sono l'avviamento e la fine dell'operazione. L'arricchimento in ossigeno è dovuto pertanto al contatto con l'aria che si trova nel volume vuoto del circuito all'inizio e alla fine del pompaggio.

Anche il **tipo di pompa** che si utilizza influenza notevolmente la quantità di ossigeno disciolto nel vino: in uno studio comparativo condotto nel 2004 su 17 diverse pompe presenti in commercio, Desseigne evidenzia che una leggera aerazione del vino nella fase di partenza del pompaggio è inevitabile; Vidal e Moutounet sostengono che è preferibile

utilizzare pompe monovite, poiché inducono meno turbolenza di altre, come per esempio quelle a pistoncini. Le più dannose da questo punto di vista sono le pompe centrifughe, che apportano anche 2-3 mg/l di ossigeno, a causa della cavitazione che si forma all'inizio e alla fine del pompaggio, portando nel vino notevoli volumi d'aria; ciò si può evitare applicando alla pompa un variatore di frequenza (inverter).

Un'altra operazione di cantina che apporta quantitativi significativi di ossigeno al vino è la centrifugazione, specialmente quella in continuo, con valori che si aggirano attorno a 1 mg/l. Vidal e Moutounet hanno misurato l'ossigeno disciolto in un vino rosso in ingres-

so e in uscita della centrifuga:

- 0,07 mg/l in ingresso;
- 1 mg/l in uscita, con picchi ogni 15 minuti di 4-5 mg/l in corrispondenza della ripresa di alimentazione che segue l'eliminazione della feccia dalla *camera fanghi*.

Nello stesso studio viene considerata anche l'incidenza dei filtri per l'apporto di ossigeno disciolto nel vino; viene pertanto misurato l'ossigeno, prima, durante e in uscita, del vino che passa da un filtro a piastre orizzontali (filtro ad alluvionaggio); i dati riportati in tabella 1 mostrano che anche la pratica della **filtrazione** arricchisce il vino in ossigeno e anche in questo caso, come nel travaso, la fonte principale di arricchimento è data dall'accumulo

FILTRAZIONE E OSSIGENO			
Durata (minuti)	Fase	Volume pompato (hl)	Apporto d'ossigeno (mg/l)
0-20	Avvio	60	3,70
21-74	Funzionamento in continuo	167	0,70
90-96	Svuotamento della pompa	19	4,20
0-96	Totale	246	1,70

Tab. 1 - Apporto di ossigeno al vino con filtro ad alluvionaggio.

### Questione di vuoti e pieni

Se prendiamo in considerazione lo spostamento di grandi masse di vino attraverso le cisterne stradali, possiamo dire che la concentrazione in ossigeno disciolto dei vini trasportati dipende quasi sempre dal livello di riempimento del compartimento. Vidal e Moutounet nella ricerca Inra del 2001, *Les apports d'oxigène au cours des traitements des vins*, misurano l'ossigeno disciolto di un vino bianco in cisterna alla temperatura di 18°C; a cisterna piena l'ossigeno è pari a 0,4 mg/l mentre a cisterna vuota per il 20% misurano una concentrazione di ossigeno disciolto pari a 1,4 mg/l. Lo stesso accade in una cisterna di vino rosso; a cisterna piena l'ossigeno disciolto è pari a 0,7 mg/l mentre a cisterna vuota del 30% è di 3,3 mg/l. Altri dati più recenti, misurati da Tebaldi Srl nel maggio 2010, mostrano che un vino sangiovese allo scarico da cisterne stradali ha un tenore in ossigeno variabile da 3,62 ppm a 4 ppm.

di ossigeno all'avvio e allo svuotamento della pompa, fino a raggiungere 4,20 mg/l in fase di svuotamento, mentre in lavorazione l'apporto di ossigeno è minore, dato dal funzionamento in continuo del flusso.

Il volume trattato è dunque il fattore che maggiormente influenza l'arricchimento globale. Altri step della lavorazione in cui occorre prestare attenzione agli arricchimenti in ossigeno sono la stabilizzazione tartarica a freddo, il sistema Venturi per l'addizione di prodotti enologici specie con sistema Venturi, la filtrazione tangenziale e tutte le movimentazioni della massa, con particolare riguardo alla lunghezza e alla natura dei tubi.

Per quanto riguarda la **stabilizzazione tartarica a freddo**, considerando una refrigerazione in continuo con l'utilizzo di uno scambiatore a piastre e un cristallizzatore ad agitazione continua, Vidal e Moutounet dimostrano che il tenore medio in ossigeno disciolto nel



L'ossigeno svolge un ruolo decisivo nell'affinamento dei vini.

vino nella prima fase è di 2,35 mg/l e alla fine del trattamento la concentrazione sale a 4,85 mg/l. Si ha pertanto un arricchimento medio in vasca di 2,50 mg/l.

Nel corso della prima fase, cioè quella d'ingresso, il vino viene pompato e portato a temperature vicine al congelamento; qui l'ossigeno disciolto raggiunge i 2 mg/l, arricchimento anche dovuto al fatto che i primi ettolitri sono spesso introdotti in un circuito non inerte; successivamente si raggiungono i 2,71 mg/l a causa di fenomeni di turbolenza durante l'operazione di svuotamento totale dei cristalli depositati con la stabilizzazione. Nella stabilizzazione a freddo di un vino, poiché la solubilità dell'ossigeno aumenta con il diminuire della temperatura, il vino è particolarmente sensibile quando si trova a temperature vicine a 0°C, agitato nel cristallizzatore o in una vasca di stabilizzazione, e filtrato per l'eliminazione dei cristalli. La cristallizzazione

e la filtrazione, in ambiente non inerte, sono responsabili di un arricchimento in ossigeno disciolto superiore a 2 mg/l. È evidente quindi che per questo tipo di trattamento è necessario proteggere il vino con l'utilizzo di gas inerte.

La fase più critica per la gestione dell'ossigeno è senz'altro quella del **confezionamento**, sia esso in bottiglia, Bag In Box, brick, Pet o Kegs. In uno studio condotto da Vidal e Moutounet nel 2004, è stata misurata la concentrazione in ossigeno disciolto di un vino rosato in uscita dal serbatoio polmone di pre-imbottigliamento e nella bottiglia chiusa. Il tenore medio di ossigeno disciolto in uscita è di 3,41 mg/l, mentre in bottiglia il valore sale a 4,04 mg/l, con un arricchimento di 0,63 mg/l. Lo stesso studio conferma che maggiore è la concentrazione in ossigeno disciolto nel vino, più elevata è la quantità di fenomeni ossidativi che si riscontrano nel vino in bottiglia,

e l'intensità dipenderà dal tipo di vino (bianco, rosato o rosso) e dalla sua suscettibilità di evoluzione verso l'ossidazione (contenuto in molecole ossidanti e antiossidanti).

L'imbottigliamento, fisso o mobile, è il momento in cui la dissoluzione dell'ossigeno è tra le più forti, ed è anche il più critico, giacché la quantità di ossigeno introdotta in questa fase non può essere tolta o ridotta, e rimane contenuta nello spazio di testa o disciolta nel vino.

Già alcuni Autori (Müller-Späth, 1966; Vivas e Glories, 1996) avevano riportato nei loro lavori sull'ossigeno che l'apporto può raggiungere valori intorno ai 3 mg/l. In aggiunta a questo, lo studio di Vidal e Moutounet evidenzia l'importanza delle condizioni operative e quantifica gli arricchimenti dei momenti e dei luoghi critici, analizzando anche le differenti performance di un imbottigliamento mobile rispetto a quello fisso.

## OSSIGENO DISCIOLTO: ALCUNI ESEMPI

Fase di lavorazione	Montepulciano	Sangiovese
pre tangenziale	n.d.	1,97 ppm
post tangenziale	n.d.	2,30 ppm
dopo filtro da 3 micron	n.d.	1,34 ppm
dopo filtro da 0,45 micron	n.d.	1,93 ppm
in vasca pre imbottigliamento	1,31 ppm	1,24 ppm
dopo riempimento e prima della tappatura	3,30 ppm	6,33 ppm

Tab. 2 - Ossigeno disciolto in vini Montepulciano e Sangiovese misurato in alcune fasi della vinificazione.

Fase	Scarico cisterna	Fermo in vasca da alcuni gg	Spostamento con pompa centrifuga e 40 m di tubo	Dopo filtrazione a farina
Concentrazione O <sub>2</sub>	3,62 ppm	0,14 ppm	1,03 ppm	1,44 ppm

Tab. 3 - Ossigeno disciolto in un vino bianco misurato durante alcune lavorazioni e spostamenti della massa.

Le tabelle 2 e 3 riportano alcuni esempi di quantità di ossigeno disciolte nel vino in diverse fasi della lavorazione.

### IL CONSUMO DI OSSIGENO NEL VINO CONFEZIONATO

Dal momento in cui il vino è confezionato, il tenore in ossigeno della fase gassosa e di quella liquida diminuisce nel corso dei primi due mesi e la cinetica dipende dalla temperatura. In seguito questa diminuzione rallenta fino a che le concentrazioni si stabilizzano progressivamente a valori inferiori a 0,1 mg/l per il vino e a 1% v/v per lo spazio di testa nella bottiglia. Inoltre, la percentuale di saturazione in ossigeno dello spazio di testa è sempre superiore a quella del vino; ciò significa che, per la ricerca di equilibrio, avviene il

trasferimento di ossigeno dallo spazio di testa al vino. Inoltre, man mano che il vino consuma l'ossigeno che contiene, vi è una dissoluzione dell'ossigeno dello spazio di testa nel vino attraverso la superficie di contatto gas-liquido. All'imbottigliamento, la quantità di ossigeno intrappolato nello spazio di testa non è trascurabile. Uno studio condotto da Vidal e Moutounet in cui viene monitorato l'ossigeno in fase liquida e gassosa nella bottiglia, la quantità del gas varia da 0,50 a 4,77 mg/l; la quantità dipende dal tipo di tappo, dal volume dello spazio di testa, dal riempimento e dalla tecnica di protezione utilizzata contro l'ossigeno (gas inerte).

Secondo Vidal e Moutounet il volume dell'ossigeno occupato nello spazio di testa (ml) e la modalità di riempimento della bottiglia agiscono sulla quantità di ossigeno disciolta nel vino. Di notevole efficacia è la tecnica di riempimento utilizzata che prevede l'iniezione di gas inerte (N<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>) dopo il riempimento della bottiglia, abbassando la quantità di ossigeno nello spazio di testa per esempio da 14,8 a 3,06 v/v di ossigeno e la quantità di ossigeno disciolto da 5,88 mg/75 cl a 3,34 mg/75 cl.

### L'EFFETTO DELL'OSSIGENO DISCIOLTO SULL'ANIDRIDE SOLFOROSA

In precedenza abbiamo visto che l'ossigeno è una molecola indispensabile nella vita e nell'evoluzione del vino. Una volta imbottigliato però, l'ossigeno è il principale nemico della serbevolezza dei vini: ogni milligrammo di ossigeno disciolto è capace di ossidare 4 mg di

## L'IMPIEGO DI OXI\_OUT

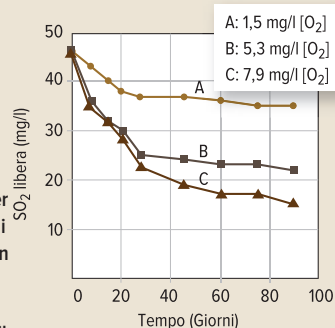
Müller Base Spumante	Metodo	Ossigeno			CO <sub>2</sub>	
prova 1	CO <sub>2</sub> 15,9 l/min	Entrata:	0.82 ppm	<b>-63%</b>	Entrata:	1,12 g/l
		Uscita:	0.30 ppm		Uscita:	1,40 g/l
prova 2	VUOTO + CO <sub>2</sub> 15,9 l/min	Uscita:	0.15 ppm	<b>-82%</b>	Uscita:	1,02 g/l
prova 3	VUOTO + CO <sub>2</sub> 10 l/min	Uscita:	0,15 ppm	<b>-82%</b>	Uscita:	0,97 g/l

Tab. 4 - Rimozione dell'ossigeno e della CO<sub>2</sub> utilizzando come gas di estrazione la combinazione di vuoto e CO<sub>2</sub>.

Il confezionamento è una delle fasi più critiche della lavorazione dal punto di vista della gestione dell'ossigeno.

## Anidride solforosa e ossigeno

D. Jacobs in una sperimentazione ha misurato il consumo di anidride solforosa libera e totale per combinazione con l'ossigeno, attraverso 3 tesi. Il grafico qui riportato rappresenta la combinazione dell'anidride solforosa libera con livelli crescenti di ossigeno e mostra la rapida caduta della solforosa libera in bottiglia per le tesi B e C con maggiori quantità iniziali di ossigeno. La precipitazione del contenuto in  $\text{SO}_2$  libera in bottiglia è proporzionale alla concentrazione in ossigeno. Nella tesi A, in cui l'ossigeno in bottiglia è pari a 1,5 mg/l, il consumo di anidride solforosa è pari a 8 mg/l con un residuo di 35 mg/l di  $\text{SO}_2$  libera che si sono stabilizzati tra l'80esimo e il 90esimo giorno in bottiglia; per le tesi B e C l' $\text{SO}_2$  si combinano quantità oltre i 20 mg/l. 7,9 mg/l precipitano la solforosa libera da 45 mg/l a 15 mg/l. La presenza dell'ossigeno in bottiglia influenza anche il contenuto in  $\text{SO}_2$  totale, che segue lo stesso trend della libera: precipita fortemente nei primi 3 anni di conservazione e diminuisce gradualmente nel corso di altri 4 anni, fino a raggiungere livelli vicini allo 0 (imbottigliamento in data 12/2007 con 87 mg/l di  $\text{SO}_2$  totale e 30 mg/l di libera).



$\text{SO}_2$ . Ne diminuisce così in maniera considerevole l'effetto conservante; vini con basso contenuto in  $\text{SO}_2$  e quantità di ossigeno eccessive possono soffrire di fenomeni di ossidazione indesiderati e presentare aromi eccessivamente evoluti; la tonalità di colore può cambiare verso toni meno gradevoli. Per questo è consigliato stabilizzare e minimizzare quanto più possibile il tenore di ossigeno nei vini al fine di evitare i processi di ossidazione indesiderati, che deteriorano le caratteristiche organolettiche del prodotto.

### È POSSIBILE RIMUOVERE L'OSSIGENO DISCIOLTO DAL VINO?

Esistono diversi sistemi per la rimozione dell'ossigeno disciolto nel vino. Uno più invasivo consiste nello strippaggio del liquido con l'utilizzo di un gas inerte, solitamente azoto ma anche anidride carbonica. Questo porta a una riduzione di ossigeno variabile tra il 40-70%, provocando però nel contempo una perdita, a volte considerevole, di molecole aromatiche volatili. Un altro sistema

è proposto dalla tecnologia Oxi-Out, che consente l'eliminazione di differenti gas a basso peso molecolare disciolti nel vino, tramite un setaccio molecolare a membrana. (cfr VQ n. 3/2010, Aprile, pagg. 50-55). Ossigeno e/o anidride carbonica possono essere tolti in funzione del gas di processo impiegato. La sottrazione di ossigeno, utilizzando l'azoto, può variare tra 80 e 97%, e quella di  $\text{CO}_2$  fino al 70%, in funzione della portata e della modalità d'uso. I vantaggi che si ricavano dall'utilizzo di tale tecnologia sono svariati e di considerevole importanza: innanzitutto è possibile la riduzione della quantità di antiossidanti necessari alla conservazione ( $\text{SO}_2$ , acido ascorbico), si ottiene un aumento della stabilità dei vini bianchi e rosati e una maggiore stabilizzazione del colore e della struttura dei vini rossi, e infine si può avere un controllo del profilo aromatico dei vini bianchi e rosati. Alcuni esempi di risultati ottenuti con l'impiego di Oxi-Out sono riportati in tabella 4. ■

\*R&S Tebaldi.it