



### QUAL È IL RUOLO DELL'OSSIGENO NEL CORSO DELL'AFFINAMENTO?

L'affinamento in botte è una fase imprescindibile per l'elaborazione di vini di qualità. I vini elevati in legno presentano a fine affinamento delle proprietà organolettiche che riflettono al tempo stesso una complessità ed un'originalità che ne rappresentano la personalità. Al risultato di una tale evoluzione del vino concorrono due fenomeni chimico-fisici: la solubilizzazione dei composti volatili e non volatili del legno, in concomitanza con la dissoluzione dell'ossigeno atmosferico nel vino. In effetti, il legno di rovere è un materiale poroso, permeabile ai gas, che permette gli scambi con l'aria dell'ambiente per tutta la durata dell'affinamento.

L'ossigeno rappresenta il 21% della composizione dell'aria. Partecipa a numerose reazioni chimiche o biochimiche, all'origine dell'evoluzione sia della materia inerte sia di quella vivente. Rappresenta, in qualche modo, il motore di un buon numero di fenomeni che in sua presenza sono definiti d'ossidazione, e di riduzione in sua assenza. Inoltre, nelle condizioni normali e più frequenti di cantina, l'ossigeno si trova coinvolto in tutte le fasi dell'elaborazione dei vini. L'ossigeno ed i fenomeni ossidativi possono essere elementi favorevoli o sfavorevoli all'evoluzione del vino in funzione della padronanza degli apporti che è importante valutare.



### COME AVVIENE L'APPORTO D'OSSIGENO DURANTE L'AFFINAMENTO?

È opinione comune che il passaggio dell'ossigeno dall'aria verso il vino può verificarsi in due modi:

- durante l'affinamento in botte, ermeticamente chiusa (tappo in silicone, tappo inserito a fondo)
- provocato dalle manipolazioni (apertura del tappo, travasi, etc.)

Si distingue perciò un apporto d'ossigeno lento e progressivo attuato dall'affinamento in barrique, da un passaggio che può essere brutale nel corso delle operazioni di travaso.

I livelli di ossigeno apportati da un travaso o da una colmataura sono molto variabili secondo l'attenzione posta in occasione di queste manipolazioni: la letteratura enologica indica **tenori di ossigeno disciolto compresi tra 0,1 mg/L fino a oltre 5-6 mg/L in occasione di un travaso.**

All'opposto, tenendo conto della complessità dei fenomeni in gioco, la stima dei quantitativi di ossigeno apportati durante un affinamento in legno è sempre fonte di discussioni. Il primo ad aver affrontato questo campo di ricerca fu Ribéreau-Gayon, nel 1931: grazie ad un procedimento rudimentale di colmataura permanente tramite una soluzione di anidride solforosa, stabilì che il trasferimento di ossigeno dall'aria attraverso il legno era limitato, poiché compreso tra

2 e 5 mL di ossigeno per litro e per anno. D'altronde, **in botti chiuse ermeticamente, l'ossigeno che penetra è nell'ordine di 15 - 20 mL/L/anno.** Vale a dire che il semplice contatto passivo vino-atmosfera attraverso il legno non è sufficiente a spiegare le quantità d'ossigeno in realtà osservate.

Circa 60 anni più tardi, Vivas (Bordeaux) e Feuillat (Digione), seguiti da Moutounet (Montpellier), riprendono questi lavori mettendo l'accento su altri aspetti della problematica. L'origine del legno e la sua struttura anatomica (grana, densità, etc.) hanno un effetto importante sulla cinetica di passaggio dell'ossigeno attraverso la doga. L'impregnazione del legno da parte del vino (caso delle barrique riutilizzate) rallenta la dissoluzione dell'ossigeno. Anche l'ermeticità del tappo gioca un ruolo importante.



### IN CHE MODO L'OSSIGENO PUÒ SOLUBILIZZARSI IN UN VINO AFFINATO IN LEGNO?

Per rispondere a questa domanda bisogna distinguere due fenomeni fisici che permettono innanzi tutto all'ossigeno di penetrare nella barrique, e poi di solubilizzarsi nel vino.

*In che modo l'ossigeno dall'aria si ritrova all'interno di un fusto chiuso ermeticamente?*

Quando l'ingresso d'aria attraverso il foro del cocchiame è limitato, si crea all'interno della barrique una depressione il cui livello può raggiungere più di 120 mbar. Questa depressione avviene mentre il vino è assorbito dal legno o evapora durante l'affinamento, e questa perdita di volume non è compensata direttamente da un'entrata d'aria. È per questo motivo che l'apertura del tappo è sistematicamente accompagnata da una brusca entrata di aria nello spazio di testa della barrique. Più il "consumo" è intenso e le colmataure distanziate nel tempo, più la depressione è forte, provocando in alcuni casi una perdita di ermeticità delle botti.

La compensazione di questa depressione avviene attraverso meccanismi diversi:

- degasaggio del vino: eliminazione della CO<sub>2</sub> prodotta durante le fermentazioni;
- penetrazione dell'aria attraverso il legno impregnato dal vino: a livello delle doghe o dei fondi, ma anche degli elementi di giunzione (interstizi e scanalature)
- penetrazione dell'aria attraverso il legno secco nella parte che non è imbevuta dal vino (spazio di testa o cielo gassoso)
- microdeformazione dei fondi: deformazione o lieve spostamento, che crea così dei passaggi preferenziali per l'ossigeno dell'aria.

.../...

È per questa ragione che spesso si raccomanda una colmatatura regolare delle barrique. Il controllo dell'igrometria (80% UR) e della temperatura della cantina (<18 °C) sono parametri che permettono di limitare sensibilmente il consumo. A titolo indicativo, per un affinamento di 10 mesi in barrique nuove, i valori medi di consumo misurati in una cantina sono compresi tra 1 e 6% l'anno.

L'ossigeno penetrato all'interno della barrique è sia consumato dal vino, sia presente nello spazio di testa, al fine di equilibrare il sistema "evaporazione / depressione / vincoli meccanici". Orbene, è stato dimostrato che il cielo gassoso è fortemente impoverito in ossigeno (compreso tra 0 e 5%), fatto che evidenzia che il consumo da parte del vino è molto rapido. L'apertura del foro del cocchiume fa entrare nello spazio di testa l'ossigeno, che perciò deve essere "scacciato" rapidamente al momento del riempimento della botte (colmatatura).

### *Come si solubilizza l'ossigeno nel vino?*

In generale, la cinetica di dissoluzione dell'ossigeno dipende dalla sua concentrazione in fase liquida e in quella gassosa, dalla superficie di scambio tra questi due fasi, dalla natura del liquido (livello di etanolo ad esempio) e dalla temperatura. Giocando su questi parametri, così come sul tempo di contatto tra il vino e l'ossigeno, si può influenzare la sua dissoluzione nel vino.

I mezzi per limitare il contatto vino-ossigeno, e di conseguenza la dissoluzione di quest'ultimo durante le operazioni di travaso, sono oggi ben noti e possiamo citare ad esempio:

- verifica dell'ermeticità delle guarnizioni e dei raccordi;
- attenzione rivolta alla presenza di emulsioni;
- utilizzo di gas inerti (anidride carbonica e azoto, da soli o in miscela) prima del riempimento dei fusti.



### COME REAGISCE IL VINO CON L'OSSIGENO?

L'ossigeno si solubilizza nei vini, poi viene progressivamente consumato, di modo che non rappresenti un costituente stabile dei vini. I composti fenolici sono i principali substrati di ossidazione responsabili del consumo di ossigeno disciolto, ma le vie di reazione coinvolte sono estremamente complesse e molto spesso rimangono ancora a livello di supposizioni.

La velocità di consumo dell'ossigeno disciolto dipenderà perciò dal tipo di vino. Ad esempio, servono in media 96 ore in un vino rosso e 15 giorni in un vino bianco per consumare 8 mg/L d'ossigeno disciolto. Questi valori sono indicativi, dal momento che la velocità di consumo dell'ossigeno disciolto cresce con l'aumento della temperatura.

Altre componenti del vino che prendono parte alle reazioni di ossidazione sono i cationi metallici, le fecce di lievito, l'anidride solforosa, l'etanolo. Tra questi composti si trovano catalizzatori d'ossidazione, antiossidanti, substrati che prendono parte ai meccanismi d'ossidazione. Perciò, in occasione di un ingresso d'ossigeno nel vino, questo accumula degli ossidanti intermedi, che sono le forme diret-

tamente attive sui suoi costituenti più fragili, che sono gli aromi.

La presenza delle fecce durante l'affinamento in legno, sistematica per la maggior parte dei vini bianchi e riscontrata di frequente per i rossi, gioca un ruolo molto importante nella cinetica di consumo dell'ossigeno. È stato dimostrato che le fecce consumano l'ossigeno più rapidamente dei costituenti del vino, proteggendolo così dall'ossidazione. Rimettere in sospensione le fecce tramite bâtonnage, a intervalli regolari, permette di favorire la loro azione; tuttavia, è opportuno fare attenzione all'ingresso di ossigeno provocato al momento dell'apertura della botte durante l'operazione.



### IN SINTESI, QUALI SONO I PRINCIPALI FATTORI CHE INFLUENZANO IL PASSAGGIO DI OSSIGENO NEI VINI?

I principali fattori che influenzano la dissoluzione dell'ossigeno nel vino nel corso dell'affinamento in legno sono i seguenti:

- età e proprietà meccaniche della botte;
- anatomia del legno;
- frequenza dei travasi;
- utilizzo di gas inerti;
- frequenza delle colmature;
- scelta del tappo;
- controllo della temperatura e dell'igrometria della barricaia.



### QUALI SONO GLI EFFETTI DELLA DISSOLUZIONE DELL'OSSIGENO NEI VINI?

Come detto in precedenza, gli effetti possono essere positivi o negativi. Tra quelli positivi, possiamo citare l'eliminazione degli odori di ridotto dovuti al metabolismo dei lieviti, l'evoluzione della tonalità dei vini rossi, la partecipazione a reazioni con i tannini del vino e la diminuzione dell'astringenza.

Tuttavia, quando è presente in quantità eccessiva, l'ossigeno può essere dannoso per la qualità dei vini durante il loro affinamento. È all'origine di fenomeni chimici che si traducono inizialmente in una perdita degli aromi fruttati del vino giovane a vantaggio di sensazioni più pesanti che richiamano il miele e la cera per i vini bianchi, la prugna ed il fico per i rossi. Questa evoluzione irreversibile dell'aroma del vino è accompagnata sistematicamente da un'evoluzione del colore: verso tonalità aranciate nei vini rossi o sfumature giallo/miele nei bianchi.

L'apporto d'ossigeno può quindi essere benefico alla sola condizione che sia rigorosamente padroneggiato e controllato. La degustazione rimane uno strumento indispensabile al monitoraggio della buona evoluzione dei vini e del loro eventuale fabbisogno di ossigeno.



### COME MISURARE LA PRESENZA D'OSSIGENO NEI VINI? CHE COSA SI MISURA REALMENTE?

Tenuto conto dell'importanza dei fenomeni di dissoluzione e di consumo dell'ossigeno, è importante precisare che il parametro misurato dagli strumenti corrisponde unicamente al tenore di "ossigeno disciolto". In effetti, l'ossigeno già consumato non è contabilizzato in questo valore.

.../...

.../...

Non esiste oggi un metodo che consente di misurare direttamente la quantità d'ossigeno consumato. Ciò si può fare eseguendo il bilancio di tutti gli apporti di ossigeno durante la vita del vino, ma questo valore rimane ovviamente approssimativo.

Un altro approccio corrisponde al monitoraggio dei marcatori chimici, vale a dire al dosaggio dei composti che sono prodotti o degradati sotto l'azione dei fenomeni ossidativi. **Pertanto, il dosaggio di questi composti ci permette di valutare la presenza di ossigeno disciolto e dei fenomeni ossidativi che ne derivano. L'esempio classico di un tale marcatore è la SO<sub>2</sub>.**



### QUALI SONO GLI STRUMENTI DI MISURA?

Oggi sono disponibili due tecniche per l'analisi dell'ossigeno disciolto, basate su misure elettrochimiche oppure ottiche. Gli elettrodi a ossigeno (sonde ottiche) disponibili sul mercato sono oggi per la maggior parte progettate e adattate ai vincoli relativi ad un uso in cantina ed in condizioni di vinificazione.

Caratteristiche tecniche di alcune sonde utilizzate in cantina e nei laboratori enologici:

Principio	ELETTROCHIMICHE		OTTICHE	
	TriOxmatic 700IQ	Orbisphère 311	LDO HQ30	Presens PSt3
Limite di quantificazione	0 à 20 mg/L	0,0001 à 20 mg/L	0 à 20 mg/L	0 à 45 mg/L
Misura di tracce	NON	OUI	NON	OUI
Interferenze	CO <sub>2</sub>	FAIBLES	NON	NON
Agitazione a livello della membrana	OUI	OUI	NON	NON
Commenti	Porre attenzione alla manutenzione della sonda	Robusta e molto sensibile	Adatta ad un utilizzo in cantina	Misura non invasiva
Prezzo indicativo (Euro)	< 1000	> 10 000	> 1000	> 10 000

Le sonde TriOxmatic e LDO HQ30 sono impiegate principalmente in cantina, le altre due sono riservate piuttosto ad un uso di laboratorio. La sonda ottica LDO HQ30 presenta il vantaggio di correggere automaticamente le misure in funzione della temperatura, della pressione e della salinità del mezzo. Inoltre, contrariamente ai metodi elettrochimici classici, non è richiesta nessuna taratura, la misura non consuma O<sub>2</sub> e quindi non richiede agitazione, e i componenti della sonda non sono sensibili alle incrostazioni e perciò non sono soggetti a deriva.



### QUALI SONO LE RICERCHE IN CORSO?

In collaborazione con la Facoltà d'Enologia di Bordeaux, il nostro team di ricercatori ha lavorato sulla tematica dell'invecchiamento precoce dei vini rossi. **Frutto di numerosi anni di ricerca, abbiamo identificato per la prima volta un marcatore olfattivo dell'evoluzione ossidativa dei vini rossi. Si tratta di un dicitone, il 3-metil-2,4-nonandione, il cui odore ricorda il nocciolo della prugna.**

Numerosi lavori sono in corso allo scopo di valutare l'incidenza delle modalità di affinamento dei vini sulla formazione di questo composto. La ricerca dei suoi precursori fa pure parte delle priorità. Infine, la conoscenza di un marcatore dell'evoluzione ossidativa dei vini rossi dovrebbe permetterci, in un prossimo futuro, di fare progressi nella conoscenza dei fattori chimico-fisici che presiedono all'attitudine all'invecchiamento dei vini rossi.



### PER SAPERNE DI PIÙ

« Ossigeno e Vini: dal ruolo dell'ossigeno alla tecnica di micro-ossigenazione » di A. B. Bartolini, Edizioni Parsec, 2008.

« L'élevage des vins », numero fuori serie del Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 2002.

« L'oxygène dissous dans les vins » di M. Moutounet e J.P. Mazauric, 2001, Revue Française d'Oenologie n° 186, pagine 12-15.



### BIBLIOGRAPHIE

1. Feuillat F., Perrin J.R., Keller R., 1994 Simulation expérimentale de « l'interface tonneau ». Mesure des cinétiques d'imprégnation du liquide dans le bois et d'évaporation de surface. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 28, 3, 227-245.
2. Moutounet M., Mazauric J.P., Saint-Pierre B., Hanocq J.F., 1998, Echanges gazeux des vins logés en barriques. J. Sci. Tech. Tonnellerie, 4, 115-129.
3. Ribéreau-Gayon J., 1931, Contribution à l'étude des oxydations et réductions dans les vins. Thèse, Université de Bordeaux.
4. Vivas N., Debeda H., Menil F., Vivas de Gaulejac N., Nonier M.-F., 2003, Mise en évidence du passage de l'oxygène à travers les douelles constituant les barriques par l'utilisation d'un dispositif original de mesure de porosité du bois. Premiers résultats. Sci. Alim., 23, 655-678.