

# Affinamento del vino: una questione di chiusura?

Fonte: articolo scientifico: "Wine aging: a bottleneck story" (Nature Science of Food, 2019)<sup>1</sup>.

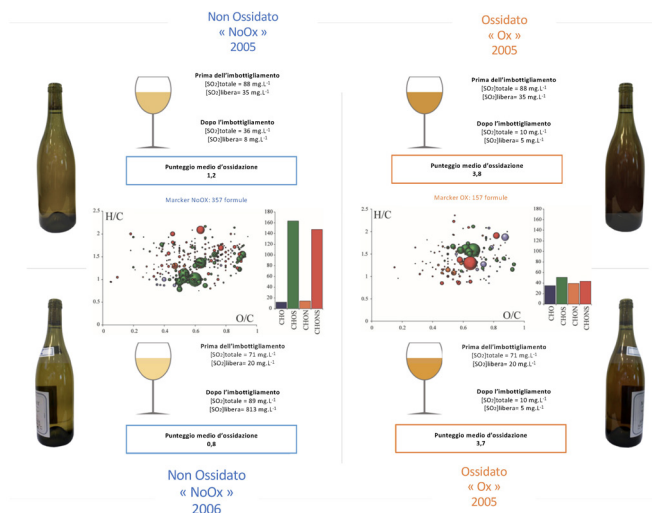
>>> Uno studio effettuato su bottiglie di vino bianco invecchiate in cantina, grazie a un approccio multidisciplinare che ha combinato analisi sensoriali, enologiche, metabolomiche del vino, nonché lo studio dei trasferimenti di ossigeno, ha permesso di mettere in evidenza l'importanza dell'interfaccia vetro/tappo<sup>1</sup>. Il trasferimento di ossigeno a livello di questa interfaccia può partecipare in modo significativo all'ossidazione durante la fase di invecchiamento del vino in bottiglia. <<<

## ■ Contesto

I meccanismi di affinamento in bottiglia dipendono in particolare dall'auto-ossidazione chimica, favorita dall'apporto di ossigeno al vino. Il tappo rappresenta quindi l'ultima barriera che consente di limitare le reazioni coinvolte nel consumo di ossigeno. Molti studi si sono concentrati sulla permeabilità ai gas di diversi tipi di tappo, confrontando tappi in sughero naturale, con diversi livelli di qualità, con tappi agglomerati, tappi sintetici o tappi a vite<sup>2</sup>. Sebbene esistano evidenti differenze nella permeabilità all'ossigeno tra i principali tipi di tappi, queste non giustificano i motivi per cui a volte può verificarsi sporadicamente un'ossidazione incontrollata. Nel presente studio è stato esaminato il consumo di ossigeno dei vini bianchi durante l'affinamento in bottiglia, al fine di valutare il contributo dell'interfaccia tra tappo e collo della bottiglia. A partire da una sporadica ossidazione osservata per alcune bottiglie di vino bianco della stessa annata e dello stesso lotto di produzione, è stato adottato un approccio multidisciplinare, combinando valutazione sensoriale, analisi chimiche mirate e non, nonché uno studio dei trasferimenti di ossigeno al livello della coppia tappo + collo.

## ■ Studio realizzato e risultati principali

Sono state studiate quattro bottiglie di vino bianco della Borgogna (vitigno Chardonnay, denominazione Marsannay) (Fig. 1), due della vendemmia 2005 e due della vendemmia 2006. Il vino per ogni annata proveniva dallo stesso serbatoio di 5 hL. Per ogni annata si sospettava che una bottiglia fosse non ossidata e l'altra ossidata, a causa della differenza di colore visibile attraverso il vetro della bottiglia. Per non danneggiare il collo della bottiglia che racchiude il tappo, il vino contenuto nelle bottiglie è stato campionato in atmosfera inerte (argon) forando la bottiglia. Una parte del vino è stata utilizzata per le analisi sensoriali da parte di un panel addestrato (15 persone) e l'altra parte per le analisi chimiche dei parametri enologici classici nonché analisi metabolomiche mediante spettrometria di massa ad altissima risoluzione<sup>3</sup>. Per le due annate i vini sospettati di ossidazione (Ox) presentavano note ossidative (sia nella percezione ortonasale che retronasale) significativamente più elevate



**Figura 1.** Colori dei vini (riportati nei bicchieri, in seguito alle analisi CIE Lab), punteggi di ossidazione (-5 = forte riduzione, +5 = forte ossidazione), contenuto di  $SO_2^*$  e analisi metabolomiche (diagrammi di van Krevelen e conteggio delle formule elementari che discriminano Vini "Ox" e "NoOx" non ossidati). (\* Nota: il contenuto iniziale di  $SO_2$  è stato misurato da un laboratorio diverso durante il controllo di qualità dei vini al momento dell'imbottigliamento).

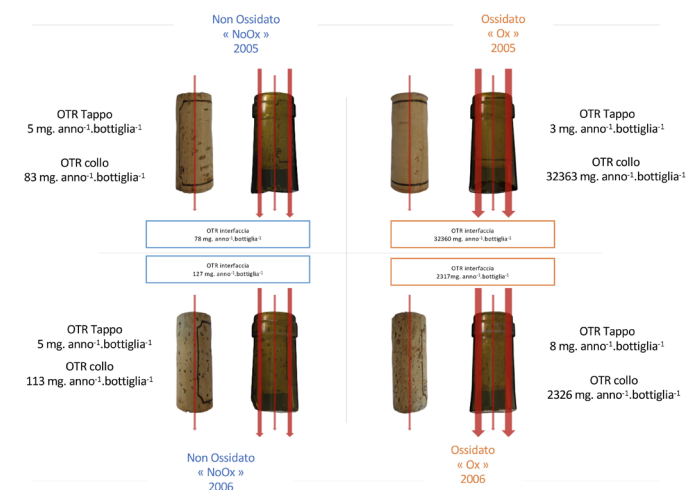
(Fig.1, test ANOVA) rispetto ai vini che si supponeva fossero non ossidati (NoOx).

Il moderato apporto di ossigeno porta a molteplici reazioni chimiche che coinvolgono la  $SO_2$ , in particolare la sua addizione nucleofila ai chinoni, con consumo preferenziale di  $SO_2$  libera. Al contrario, un elevato apporto di ossigeno può coinvolgere sia la  $SO_2$  libera che la  $SO_2$  combinata. Pertanto, la diminuzione osservata della concentrazione totale di  $SO_2$  (libera e combinata) nei vini ossidati, per le due annate, evidenzia chiaramente la maggiore ossigenazione subita durante l'affinamento in bottiglia (Fig. 1), in linea con i risultati sensoriali.

Come evidenziato dai colori dei vini (Fig.1), i vini Ox erano significativamente più ossidati dei vini NoOx, con una differenza di colore rilevabile dall'occhio umano ( $\Delta E > 25$ ), conseguenza della formazione di pigmenti d'ossidazione bruni.

Un'analisi metabolomica non mirata mediante spettrometria di massa ad altissima risoluzione, ha mostrato che diverse migliaia di composti marcatori di vini non ossidati sono principalmente composti azoto-zolfo CHOS e CHONS<sup>4</sup> (polifenoli solfonati, amminoacidi/peptidi, ecc.) mentre questi sono stati consumati attraverso diversi meccanismi molecolari conseguenti a un'elevata ossigenazione nelle bottiglie ossidate (Fig. 1).

Grazie ai coefficienti di diffusione dell'ossigeno determinati sperimentalmente tramite un metodo manometrico sviluppato in laboratorio<sup>5</sup>, prima attraverso il sistema costituito dal tappo di sughero inserito nel collo, poi, dopo l'apertura della bottiglia, attraverso il tappo senza interfaccia vetro/sughero, sono stati misurati diversi flussi di ossigeno (OTR, Oxygen Transfert rate) (Fig. 2).



**Figura 2.** Flusso di ossigeno (OTR) misurato attraverso il tappo solo e attraverso il tappo + collo della bottiglia + interfaccia.

I valori ottenuti per il sistema tappo + collo sono nettamente superiori per i vini ossidati rispetto ai vini non ossidati. Il trasferimento di ossigeno, misurato per il tappo di sughero, una volta estratto dal collo, è più o meno lo stesso per tutti e quattro i tappi, con un valore simile a quello misurato nel sughero durante gli esperimenti precedenti<sup>6</sup>. Questi risultati sottolineano quindi l'importante ruolo svolto dall'interfaccia tra il tappo di sughero e il collo della bottiglia<sup>7</sup>.

Questi valori, che appaiono molto elevati, sono stati calcolati da misurazioni effettuate in condizioni diverse da quelle applicate durante la conservazione del vino (campione secco, senza pressione parziale di vapore acqueo ed etanolo). Inoltre è importante notare che questi valori corrispondono alla permeabilità del tappo nel suo stato finale, dopo molti anni di conservazione, e che la permeabilità può cambiare nel tempo. Tuttavia, i dati ottenuti mostrano chiaramente che il trasferimento di ossigeno, a livello dell'interfaccia tra il tappo e il collo, è sempre superiore al trasferimento attraverso il solo tappo. In questo caso l'ossidazione del vino non è quindi dovuta ad una elevata permeabilità del tappo, ma ad un trasferimento incontrollato di ossigeno a livello dell'interfaccia, come già previsto in uno studio effettuato in laboratorio su un serie statisticamente rappresentativa di campioni di sughero naturale, inseriti o meno in un collo di bottiglia<sup>6</sup>.

## ■ Conclusioni e prospettive

I nostri risultati hanno rivelato che la resistenza all'ossidazione di un vino durante l'affinamento in bottiglia può essere modulata da un apporto pronunciato di ossigeno all'interfaccia tra il tappo di sughero e il collo della bottiglia, indipendentemente dalla permeabilità del tappo (nel presente studio i quattro tappi mostrano valori simili). Da un punto di vista pratico, questi risultati ci spingono ad approfondire il ruolo dei

trattamenti superficiali dei tappi, nonché l'effetto della loro densità e delle loro proprietà meccaniche, ma anche della qualità dell'imbottigliamento. Inoltre, resta da esplorare il ruolo del collo di vetro (dimensioni o anche proprietà della superficie). Quindi, tenuto conto del fatto che diversi altri fattori possono contribuire alla stabilità ossidativa di un vino (effetto matrice legato al metabolismo della vite in relazione alle condizioni ambientali del vigneto, all'evoluzione delle pratiche enologiche come la riduzione del tasso di  $SO_2$ ...), tale indagine multidisciplinare dovrebbe essere estesa a un numero maggiore di campioni, al fine di poter classificare il contributo di tutti questi fattori. ■

Thomas Karbowiak<sup>1</sup>, Julie Chanut<sup>1,2</sup>, Kevin Crouvisier-Urien<sup>1,2</sup>, Aurélie Lagorce<sup>1,2</sup>, Jordi Ballester<sup>3</sup>, André Geoffroy, Chloé Roullier-Gall<sup>1,3</sup>, Régis D. Gougeon<sup>1,3</sup>, Philippe Schmitt-Kopplin<sup>4</sup>, Jean-Pierre Bellat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université Bourgogne Franche-Comté, AgroSup Dijon, UMR PAM, 1 Esplanade Erasme, 21000 Dijon, France

<sup>2</sup> Université Bourgogne Franche-Comté, Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, UMR 6303 CNRS, 9 Avenue Alain Savary, 21000 Dijon, France

<sup>3</sup> Université Bourgogne Franche-Comté, Institut Universitaire de la Vigne et du Vin, 1 rue Claude Ladrey, 21000 Dijon, France

<sup>4</sup> Research Unit Analytical BioGeoChemistry, Department of Environmental Sciences, Helmholtz Zentrum München, Ingolstaedter Landstr. 1, 85764 Neuherberg, Germany

**1** Karbowiak T., Crouvisier Urien K., Lagorce A., Ballester J., Geoffroy A., Roullier-Gall C., Chanut J., Gougeon R., Schmitt-Kopplin P. & Bellat J.-P. (2019) Wine aging: a bottleneck story, *Nature - Science of Food* 3. <https://doi.org/10.1038/s41538-019-0045-9>

**2** Crouvisier-Urien K., Bellat J.-P., Gougeon R.D. & Karbowiak T. (2018) Gas transfer through wine closures: a critical review. *Trends in Food Science and Technology* 78, 255-269. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.05.021>

**3** Jeandet P., Heinzmann S., Roullier Gall C., Cilindre C., Aron A., Deville M.-A., Moritz F., Karbowiak T., Demarville D., Brun C., Moreau F., Michalke B., Liger-Belair G., Witting M., Lucio M., Steyer D., Gougeon R. & Schmitt-Kopplin P. (2015) Chemical messages in 170-year-old champagne bottles from the Baltic Sea: Revealing tastes from the past. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 112, 5893-5898. <https://doi.org/10.1073/pnas.1500783112>

**4** Romanet, R., Bahut, F., Nikolantonaki, M., & Gougeon, R. D. (2020). Molecular characterization of white wines antioxidant metabolome by Ultra High Performance Liquid Chromatography High-Resolution Mass Spectrometry. *Antioxidants* 9, 115. <https://doi.org/10.3390/antiox9020115>

**5** Chanut J., Lagorce A., Lequin S., Gougeon R., Simon J.-M., Bellat J.-P. & Karbowiak T. (2021). Fast manometric method for determining the oxygen diffusion coefficient through wine stopper. *Polymer Testing* 93, 106924. <https://doi.org/10.1016/j.polymer-testing.2020.106924>

**6** Lagorce-Tachon A., Karbowiak T., Paulin C., Simon J.-M., Gougeon R. & Bellat J.-P. (2016) About the role of the bottleneck/cork interface on oxygen transfer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64, 6672-6675. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02465>

**7** Chanut J., Bellat J.-P., Gougeon R. & Karbowiak T. (2021) Controlled diffusion by thin layer coating: the intricate case of the glass-stopper interface. *Food Control* 120, 107446.