



L'ANIDRIDE SOLFOROSA IN ENOLOGIA E ANCORA INDISPENSABILE?

ALTERNATIVE (PIÙ O MENO VALIDE) ALL'UTILIZZO DELLA SOLFOROSA IN ENOLOGIA SECONDA PARTE – CONSERVAZIONE ED IMBOTTIGLIAMENTO

■ Nel precedente articolo (MilleVigne 3/2017) si è parlato delle alternative alla solforosa utilizzabili nella prima fase di elaborazione dei vini, ovvero dalla scelta delle uve in campo fino alla fermentazione e la conservazione dei vini in cantina.

La fase finale della elaborazione dei vini non è meno semplice da gestire in questo senso, dal momento che sono molte le operazioni critiche e potenzialmente ossidative da effettuare prima della messa in bottiglia (travasi, stabilizzazione tartarica a freddo, filtrazioni, l'imbottigliamento stesso) e se il vino non è opportunamente protetto dall'azione dell'ossigeno che si discioglie durante tali fasi si rischia di compromettere enormemente la shelf-life del vino ancor prima di averlo messo in commercio.

Più che di vere e proprie alternative all'utilizzo dei solfiti in enologia, in questo articolo si parlerà di come gestire in maniera ottimale queste fasi preparatorie all'imbottigliamento, così come meglio gestire l'imbottigliamento e la conservazione del vino in bottiglia.

CHIMICA DEL VINO IL MECCANISMO OSSIDATIVO NON ENZIMATICO DEI VINI

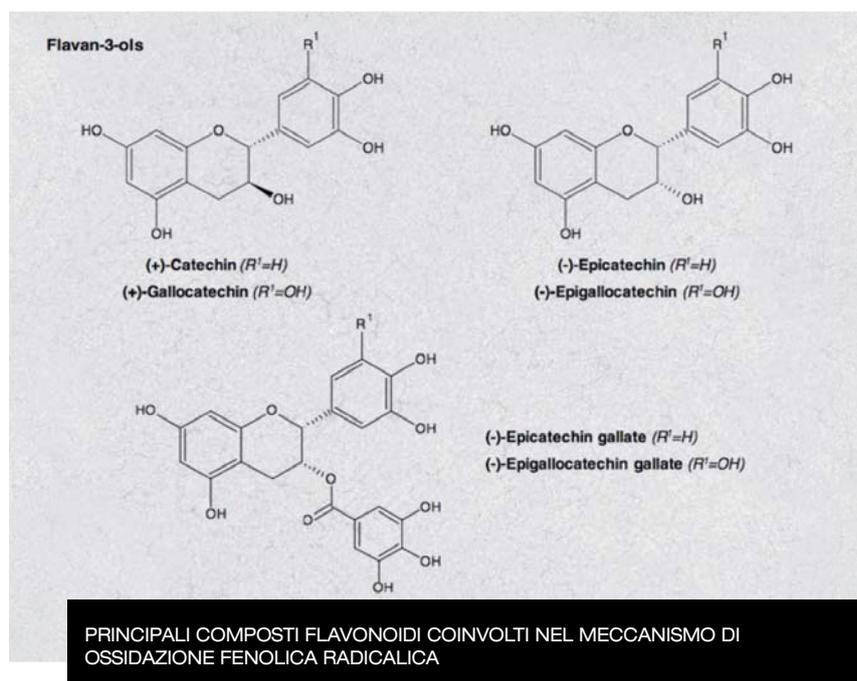
L'ossidazione del vino può avvenire sia per via enzimatica che per via non enzimatica. Mentre la prima avviene tipicamente nel mosto, la seconda avviene prevalentemente nei vini già fermentati, a partire dall'ossidazione di polifenoli contenenti un orto-diidrossibenzene (un anello catecolo) o un gruppo galloil, come nel caso di (+)-catechina/(-)-epicatechina, gallocatechina, acido gallico,

acido caffeico. Nel vino, i polifenoli più facilmente ossidabili sono quelli contenenti un anello catecolo e mentre i vini bianchi contengono piccole quantità di acido caffeico, (+)-catechina, (-)-epicatechina, i vini rossi contengono una più alta concentrazione di (+)-catechina e di (-)-epicatechina insieme ai loro oligomeri e polimeri, i quali vengono collettivamente chiamati tannini condensati. Entrambe le tipologie di reazioni ossidative che si verificano (enzimatiche e non enzimatiche) portano alla formazione di intermediari chiamati chinoni; tuttavia – nel caso delle reazioni non enzimatiche – l'ossigeno non reagisce direttamente con i composti fenolici, bensì la sua reattività aumenta sequenzialmente per aggiunta di elettroni forniti da ioni metallici di transizione ridotti, quali il ferro

(II) e il rame (I). Questo trasferimento porta prima alla formazione di un radicale iperossido (HOO^*), poi – mediante reazione con i fenoli presenti in vino – alla formazione di un chinone e di perossido di idrogeno (H_2O_2). Entrambe le specie che si creano sono estremamente importanti per l'evoluzione del vino, poiché intervengono in una serie di reazioni che influenzano l'aroma dei vini durante l'affinamento.

Il perossido di idrogeno, sempre in presenza di ioni ferro, è infine in grado di trasformarsi in un radicale idrossile, specie in grado di reagire con praticamente tutte le molecole organiche presenti, in funzione della loro concentrazione.

In conseguenza di questa reazione – chiamata meccanismo di Fenton – l'alcol si trasforma in acetaldeide, mentre



altre aldeidi vengono formate a partire dall'ossidazione dell'acido tartarico e di altri alcol.

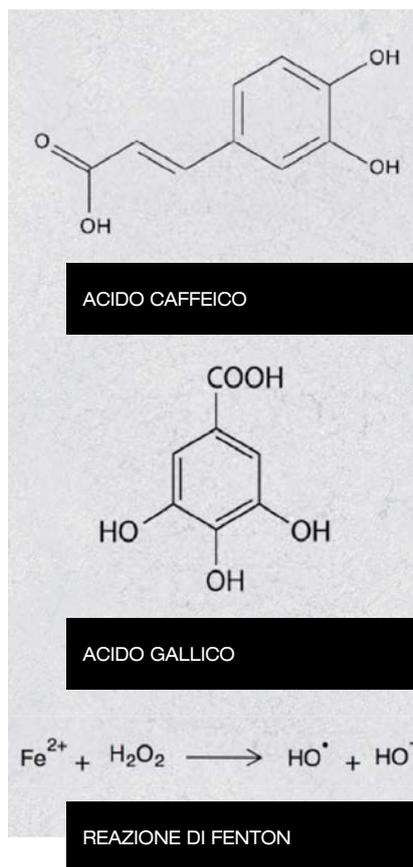
I chinoni e i precursori degli orto-difenoli possono a loro volta reagire con altri substrati presenti nel vino (ad esempio con altri composti fenolici), sia partecipare ad una serie di reazioni che coinvolgono gli aromi del vino e i loro precursori. I chinoni sono infatti dei potenti agenti di ossidazione e utilizzano a loro volta diverse vie metaboliche: possono formare aldeidi mediante la degradazione di Strecker degli aminoacidi, condurre all'imbrunimento del colore dei vini in conseguenza della formazione di chinoni a partire dall'ossidazione delle catechine e di altri polifenoli e loro condensazione mediante reazioni di polimerizzazione; infine sono in grado di reagire con i composti solforati, in particolare gli aromi positivi di tipo varietale.

IL RUOLO ANTIOSSIDANTE DELLA SOLFOROSA

I vini contengono una serie di antiossidanti in grado di ritardare il danneggiamento ossidativo dei vini: tra questi, sicuramente la solforosa rappresenta l'antiossidante per eccellenza.

In una vinificazione "tradizionale" il diossido di zolfo viene aggiunto durante tutto il processo di vinificazione per proteggere i mosti e i vini dagli attacchi microbici indesiderati e per bloccare i fenomeni ossidativi: infatti, pur essendo prodotto naturalmente dal metabolismo dei lieviti durante la fermentazione alcolica, la sua concentrazione in vino non è sufficiente a proteggere i vini dalle ossidazioni o dalla crescita indesiderata di microrganismi. Di conseguenza, per essere un attivo antiossidante ed antimicrobico (e antisetico, antiossidante) il diossido di zolfo deve essere aggiunto già a partire dalla pigiatura delle uve, durante il periodo di affinamento in cantina, fino a prima dell'imbottigliamento con dosi variano generalmente dai 50 ai 200 mg/l.

Il diossido di zolfo è presente in natura sotto forma di gas: quando disciolto in vino si trova per lo più nella sua forma libera e soprattutto come ione HSO_3^- (dal 94 al 99%, in funzione del pH). Una volta in soluzione è in grado di legare molecole quali l'acetaldeide, gli antociani, l'acido piruvico e l'acido glutarico,



il glucosio e i composti fenolici, come l'acido caffeico e l'acido cumarico. Nel contempo la solforosa è un potente antimicrobico, ed è in grado di regolare la crescita di lieviti e batteri.

L'attività antiossidante della solforosa consiste principalmente nel bloccare le reazioni a catena innescate dall'ossidazione chimica o enzimatica a carico delle sostanze fenoliche contenute nel vino; tuttavia, il diossido di zolfo non reagisce direttamente con l'ossigeno ma con la sua forma ridotta, il perossido di idrogeno. Per questo motivo la solforosa è in grado di inibire la formazione delle aldeidi, responsabili dell'ossidazione dei vini e di ridurre i chinoni formati durante il processo di ossidazione, riportandoli nuovamente alla forma di fenoli.

Partecipa inoltre alle reazioni di addizione con i composti carbonilici per formare forme di adduzione non volatili prevenendo la formazione di composti dalle sgradevoli proprietà sensoriali.

Oltre alla solforosa, il vino può contenere anche quantità significative di glutathione (GSH), un antiossidante naturale proveniente dalle uve e prodotto in concentrazioni variabili dal metabolismo dei lieviti, il quale presenta anch'esso una spiccata affinità per i chinoni.

STRATEGIE DI PRODUZIONE E CONSERVAZIONE DEI VINI SENZA SOLFITI

RIFERIMENTAZIONE IN BOTTIGLIA DEI VINI "COL FONDO"

Dal francese "sur lie", che significa appunto "col fondo", ovvero con i lieviti, la tecnica di affinamento dei vini sulle proprie fecce è ormai nota da tempo per essere applicata ai vini bianchi fermi più strutturati e complessi, spesso elaborati in barrique.

I vini denominati "col fondo", sono vini frizzanti o spumanti in cui la seconda fermentazione non avviene in vasca autoclave, come avviene nel caso del metodo Martinotti (Charmat), bensì in bottiglia. In poche parole si tratta di un "metodo classico" in cui la sboccatura del vino non viene effettuata e il deposito resta nella bottiglia creando torbidità.

Questo metodo di produzione dei vini, utilizzato anticamente per la produzione dei vini frizzanti del Nord Italia (Bonarda, Lambrusco, Prosecco...), sta tornando di gran voga ultimamente, specialmente tra i produttori di vini "naturali" e nello specifico per la produzione dei vini senza aggiunta di solfiti, dal momento che i lieviti tendono a consumare immediatamente l'ossigeno disponibile e successivamente - durante la lisi cellulare - le funzioni tioliche delle frazioni parietali del lievito presente in bottiglia sembrano avere un'azione antiossidante analoga a quella che il glutathione esplica sui vini in affinamento e un effetto ritardante sulla comparsa di difetti aromatici tipici dell'invecchiamento atipico dei vini (descrivibili come note di fichi secchi, miele, rancido).

I polisaccaridi liberati nel corso dell'affinamento dei vini bianchi affinati sulle fecce, sono inoltre in grado di combinarsi con i composti fenolici presenti, determinando un abbassamento dell'indice dei polifenoli totali IPT e del colore dei vini, mentre nei vini rossi si assiste ad una modulazione delle note di astringenza e di amaro.

Tappati per ragioni tecniche (la presa di spuma in bottiglia) con il tappo a corona, vengono spesso commercializzati in bottiglia chiara (per permettere di evidenziare bene il fondo presente): la degustazione può essere effettuata con o senza decantazione.

L'argomento meriterebbe sicuramente ulteriori approfondimenti ma purtroppo sono ancora pochi gli studi scientifici a riguardo.

PASTORIZAZIONE A FREDDO HPP (High Pressure Processing)

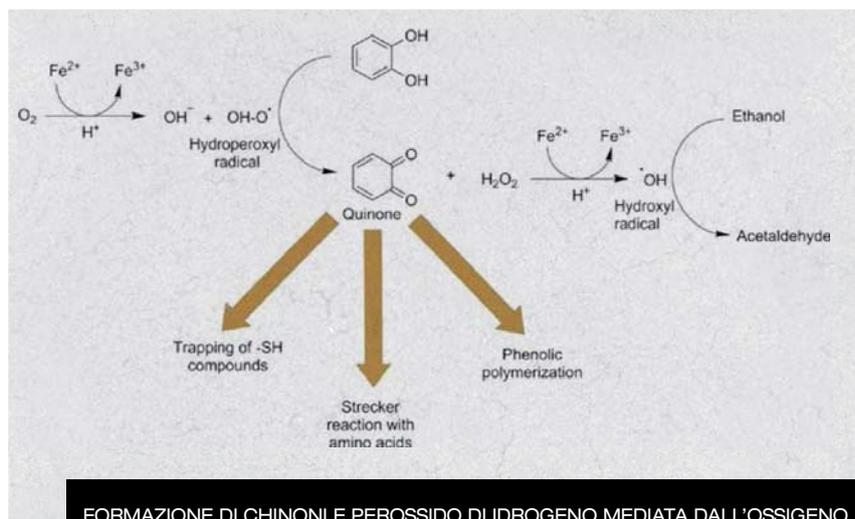
La pastorizzazione è un trattamento termico a caldo a cui possono venire sottoposti alcuni alimenti allo scopo di eliminare una parte dei microrganismi patogeni presenti, limitando quindi i rischi per la salute dei consumatori. Pur essendo utilizzata con successo su molti alimenti (latte, olio, vino, birra, succhi di frutta), presenta l'inconveniente di alterare le caratteristiche organolettiche dei prodotti e di impoverirli dal punto di vista nutrizionale. La "pastorizzazione a freddo" nasce per ovviare a questo problema: la tecnologia HPP (High Pressure Processing) sfrutta le alte pressioni (il trattamento può arrivare fino a 6000 atmosfere) per distruggere i microrganismi presenti negli alimenti solidi e liquidi e migliorandone talvolta anche la "texture".

Utilizzata da tempo nell'industria dei succhi di frutta, questa tecnologia è stata recentemente testata anche sui vini senza solfiti: può essere utilizzata in tutte le fasi della vinificazione, sia sui vini bianchi che sui vini rossi, fino a prima dell'imbottigliamento della massa da trattare.

Il trattamento consiste nel disciogliere in vino gas come azoto o argon, nel pressurizzarlo fino a 500 bar (l'aumento di pressione comporta un aumento della solubilità dei gas nel vino) - e poi nel depressurizzarlo drasticamente, causando una rapida espansione dei gas presenti, i quali entrano nelle cellule dei microrganismi presenti in vino distruggendole.

Tornato alla fase gassosa, il gas può essere recuperato e riutilizzato in altri trattamenti di pastorizzazione.

Questo trattamento sembra meglio preservare i vini dal punto di vista organolettico



FORMAZIONE DI CHINONI E PEROSSIDO DI IDROGENO MEDIATA DALL'OSSIGENO, CONSEGUENTE OSSIDAZIONE DI ETANOLO IN ACETALDEIDE E PRINCIPALI MECCANISMI DI REAZIONE DEI CHINONI IN VINO

rispetto alla tradizionale pastorizzazione a caldo: tuttavia, tra le limitazioni della tecnologia HPP, vi è la non efficacia nei confronti delle spore batteriche, le quali possono essere distrutte soltanto effettuando trattamenti termici spinti.

Inoltre, uno studio pubblicato nel 2013 sul Food Chemistry Journal e condotto su vini rossi trattati con HPP e non solfitati messi a confronto con il testimone solfitato, ha messo in evidenza un'evoluzione maggiore dei primi già a distanza di qualche mese dall'imbottigliamento: i vini trattati con alte pressioni presentavano un colore più rosso-aranciato e un contenuto di polifenoli e di antocianine inferiori rispetto al controllo vinificato in presenza di solforosa.

TANNINI DA PRE-IMBOTTIGLIAMENTO

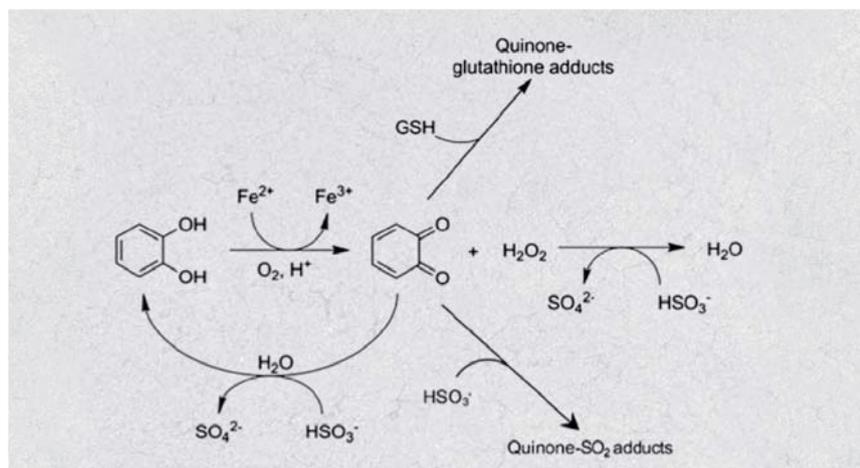
La famiglia dei tannini per uso enologico è forse la più vasta categoria di prodotti enologici presente in commercio: i tanni-

ni utilizzati per il trattamento dei vini sono molteplici e derivanti da svariate matrici (uva, galla, quercia, tè, etc); inoltre, la composizione dei preparati varia sovente da produttore a produttore, sia in base alla lavorazione del materiale da cui questi vengono estratti, sia in base alle modalità con cui tali sostanze vengono estratte.

I tannini enologici si dividono in tannini gallici, ellagici e proantocianidici: mentre i tannini gallici vengono estratti dalle galle, protuberanze dovute alla risposta immunitaria della specie vegetale agli agenti patogeni, i tannini ellagici vengono estratti (in soluzione acquosa o idroalcolica) a partire dal legno di quercia o castagno. Infine, i tannini proantocianidici vengono estratti (in soluzione acquosa, idroalcolica e talvolta utilizzando anidride solforosa) a partire dalla vinaccia e dai vinaccioli di vite.

In vinificazione i tannini vengono utilizzati per molteplici scopi: oltre che per la loro funzione antiossidante, per la quale vengono utilizzati già a partire dalla fase di ammostatura e vinificazione, i tannini vengono utilizzati per contribuire al fissaggio del colore e - soprattutto in prossimità dell'imbottigliamento - per migliorare organoletticamente e gustativamente i vini.

Le tipologie di tannini caratterizzate dal più alto potere antiossidante che possono essere utilizzate in alternativa alla solforosa o per ridurre l'apporto in vinificazione sono il tannino di galla e il tannino di quercia: mentre il primo viene utilizzato per la sua azione antiossidante



MECCANISMO DI PROTEZIONE DALLE OSSIDAZIONI IN VINO PROPOSTO PER SO_2 E GSH.

e antiradicalica, nonché per la sua azione chiarificante nei confronti delle proteine termo-instabili, il secondo partecipa alla stabilizzazione indiretta del colore e ha un effetto diretto sulla modifica del profilo aromatico dei vini, apportando aromi derivanti dal legno da cui viene estratto.

DMDC, UNA PRATICA DISCUSSA

Il DMDC (dimetilidicarbonato, E 242) è stato ammesso nel 2006 dall'Unione europea come antisettico da utilizzare in enologia per garantire la stabilità microbiologica finale dei vini: svolge un'azione antimicrobica a largo spettro che esplica nei confronti di lieviti, miceti e batteri. Tale autorizzazione è stata ed è oggetto di notevoli critiche da parte del mondo "green", e non solo, per la tossicità del composto, anche se le reazioni chimiche che seguono il trattamento scompongono totalmente la molecola.

Infatti a contatto con il vino il DMDC reagisce con l'acqua contenuta nel substrato e si idrolizza nel giro di alcune ore (da 1,5 a 7 ore in base alla temperatura a cui viene eseguito il trattamento): la reazione produce 2 moli di metanolo e 2 moli di anidride carbonica per mole di DMDC immessa e produce metil-etil-carbonato come prodotto secondario. Mentre il metiletilcarbonato non ha fatto rilevare effetti negativi di alcun genere, gli effetti di alte concentrazioni di metanolo sono tristemente noti.

Durante il trattamento dei vini, i contenitori contenenti DMDC non possono essere aperti e il prodotto non deve essere assolutamente consumato, così come non sono ammessi residui di prodotto nel vino immesso in commercio.

Il trattamento dei vini con DMDC è ammesso solamente se il contenuto totale di metanolo non eccede i limiti previsti dalla legge (0,25 ml/100 ml di alcol totale nei vini rossi e 0,2 ml/100 ml di alcol totale nei vini bianchi): occorre pertanto tenere ben presente la quantità di metanolo contenuta in vino prima di effettuare il trattamento. Data la sua pericolosità, il DMDC deve essere utilizzato solamente abbinato ad un dispositivo di dosaggio che lo incorpori in maniera uniforme e proporzionale al flusso del vino da trattare e gli operatori devono necessariamente essere addestrati ed attrezzati precedentemente per porre in essere - in maniera rapida ed efficace - le misure di emergenza e bonifica ambientale necessarie in



FILTRO HOUSING A CARTUCCE

caso di incidente.

Considerata la rapidità di idrolisi del dimetilcarbonato in sostanze non attive dal punto di vista microbiologico e sottoposte a limite in quanto potenzialmente tossiche, il suo utilizzo può essere preso in considerazione solo durante la stabilizzazione microbiologica finale, subito prima dell'imbottigliamento: abbattere la carica microbica prima del trattamento del vino, così come operare a temperature inferiori ai 20 °C (le basse temperature esaltano l'efficacia del DMDC), rappresentano prerequisiti fondamentali per ottenere una sterilizzazione microbica totale dei vini con DMDC.

FILTRAZIONE STERILE

La tendenza attuale è quella di ridurre gli

interventi di filtrazione, realizzando solo quelli effettivamente necessari al mantenimento della loro stabilità e generalmente posticipandoli alla fase finale di preparazione all'imbottigliamento e di pre-imbottigliamento. Tuttavia, nel caso della produzione di un vino in assenza di solfiti, a meno di non procedere con una pastorizzazione, o di non andare in bottiglia con prodotti antifermentativi quali il chitosano (peraltro non ammesso nel disciplinare di produzione dei vini ottenuti da uve biologiche) o con il tanto discusso DMDC, la filtrazione sterilizzante è da considerarsi un passaggio obbligato.

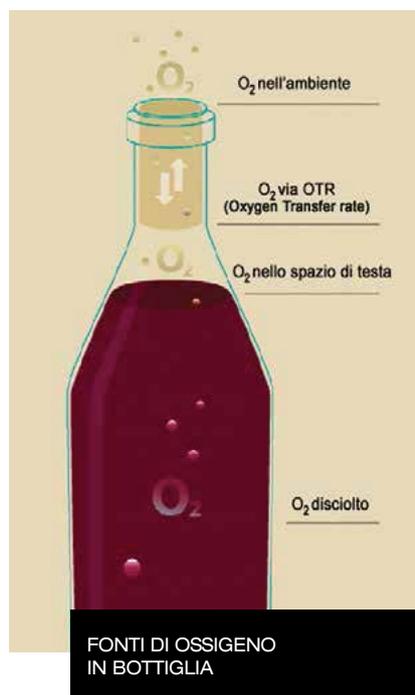
La filtrazione sterile è una filtrazione di superficie che consta di una serie di filtri a cartucce (chiamati housing), con dimensione dei pori variabile e decrescente da alcuni micron (i prefiltri) fino agli 0,45 micron della cartuccia finale, i quali ritengono i microrganismi come lieviti e batteri presenti.

I vini che devono essere sottoposti a filtrazione sterilizzante necessitano sovente di essere preparati alla filtrazione, attraverso la messa a punto di test di filtrabilità, mediante l'utilizzo di chiarificanti e di filtrazioni preparatorie (ad esempio, operando con una filtrazione tangenziale): trattandosi infatti di una filtrazione di superficie, gli housing utilizzati per tale filtrazione sono soggetti ad intasamento dei pori da parte delle particelle ritenute durante il trattamento.

CONTROLLO DELL'OSSIGENO IN IMBOTTIGLIAMENTO

Una delle fasi più critiche della vita di un vino è rappresentata dal momento dell'imbottigliamento: se questo avviene in maniera non controllata, le quantità di ossigeno che possono entrare in bottiglia possono compromettere la vita di qualsiasi vino in breve tempo: a maggior ragione, nel caso si intenda procedere con l'imbottigliamento di un vino prodotto in assenza di solfiti, la buona riuscita dell'imbottigliamento rappresenta un punto cruciale per il mantenimento della shelf-life del prodotto.

L'ossigeno totale di imbottigliamento TPO (Total Package Oxygen) è dato dalla somma di due componenti: l'ossigeno disciolto e l'ossigeno gassoso (espresso come pressione parziale hPa e poi opportunamente convertito in mg/l). Tale valore è estremamente variabile, ma mediamente



FONTI DI OSSIGENO IN BOTTIGLIA

quantificabile in qualche mg/l: si tenga presente che un buon imbottigliamento comporta l'apporto di ossigeno totale variabile da 2 a 4 mg/l e che generalmente lo spazio di testa rappresenta almeno il 60% del totale.

L'ossigeno disciolto in bottiglia, espresso in mg/l, è rappresentato dalla quantità di ossigeno che viene a disciogliersi in bottiglia in conseguenza del passaggio del vino dalla vasca alle tubazioni, ai filtri, alla campana di riempimento ed infine alla bottiglia. Dal momento che questa frazione di ossigeno andrà inevitabilmente a reagire in bottiglia con il vino, sarà opportuno cercare di limitare - per quanto possibile - il suo accumulo in bottiglia: lo strippaggio dell'ossigeno disciolto in vasca, così come l'inertizzazione della linea di pompaggio e dei filtri e la presenza di una stazione de-ox in grado di allontanare (per evacuazione o per insufflaggio con azoto) parte dell'ossigeno contenuto in bottiglia prima del suo riempimento, rappresentano delle ottime strategie per contenere l'incremento dell'ossigeno disciolto e per far sì che la sua concentrazione finale in bottiglia si attesti attorno al valore ottimale di 0,5 mg/l.

L'ossigeno gassoso, espresso in hPa, è rappresentato invece dalla pressione parziale dell'ossigeno presente nello spazio di testa della bottiglia, ovvero contenuta tra il tappo e il pelo del vino.

Per contenere l'incremento di ossigeno dovuto all'immissione del tappo, occorre che il tappatore sia dotato di un sistema di inertizzazione dello spazio di testa. L'allontanamento di parte dell'ossigeno dello spazio di testa avviene o mediante pre-evacuazione dell'aria contenuta nel collo della bottiglia (mediante una pompa che genera un sottovuoto in bottiglia), o per



**METODO NON DISTRUTTIVO
NOMASENSE PER LA MISURA
DELL'OSSIGENO IN BOTTIGLIA**

sostituzione dell'aria dello spazio di testa (al 21% di ossigeno) con azoto o altri gas inerti, o per una combinazione dei due sistemi. Tipicamente i tappatori che lavorano sul tappo raso sono dotati di una pompa del vuoto (talvolta anche di un soffio di azoto), mentre le linee per tappo a vite sono dotate di un sistema di lavaggio del collo mediante un soffio di azoto. Altri sistemi di inertizzazione funzionano insufflando anidride carbonica nel collo della bottiglia (soprattutto nel caso di vini mossi o spumanti) o immettendo una goccia di azoto liquido. Nella sua forma liquida l'azoto, a contatto con il prodotto caldo o a temperatura ambiente, subisce una trasformazione di stato diventando gassoso (un litro di liquido corrisponde a circa 700 litri di azoto gassoso): in questo passaggio di stato, l'azoto effettua un lavaggio meccanico nello spazio libero del recipiente spostando e diluendo l'aria in esso contenuta e determinando una lieve sovrappressione in bottiglia.

Nel caso si utilizzi un tappatore che lavora con la pompa a vuoto, le infrequenti manutenzioni e la non perfetta pulizia del tappatore sono spesso causa di incrementi indesiderati di ossigeno in bottiglia: quando la pre-evacuazione

non è presente o non è perfettamente funzionante, il tappatore non è in grado di contrastare la compressione generata dal tappo che entra in bottiglia (si pensi che in mancanza di inertizzazione il tappo, entrando in bottiglia, comprime l'aria al 21% contenuta in circa 70 mm di spazio di testa circa 20 mm) e in questi casi l'ossigeno gassoso può salire fino ad una concentrazione di 5 mg/l convertito (si tenga presente che il rapporto di consumo ossigeno - solforosa è di 1 : 2,5 e che 5 mg/l di ossigeno corrispondono ad una perdita di solforosa libera pari a circa 13 mg/l).

Quando l'inertizzazione viene fatta insufflando azoto (ad esempio nel caso del tappo a vite), occorre invece verificare che il soffio avvenga in sincrono con il passaggio della bottiglia e che la pressione e la portata del gas in uscita siano sufficienti a creare un vortice all'interno dello spazio di testa che comporti un lavaggio dello spazio di testa dell'ossigeno presente: visti i livelli imposti per la chiusura a vite (tipicamente il riempimento è a 45 mm a 20 °C, contro i 20 mm del tappo raso), un lavaggio non efficace dello spazio di testa comporta un apporto di ossigeno al TPO paragonabile a quello derivante da una tappatura effettuata con un vuoto non funzionante (circa 5 mg/l).

Da qui si evince l'importanza della misura di entrambe le componenti formanti il TPO. Tra gli strumenti in commercio utili per la misura dell'ossigeno totale di imbottigliamento si ricordano gli strumenti non distruttivi che lavorano per oxo-luminescenza come il Nomasense: questo strumento è in grado di misurare in maniera non distruttiva e mediante sensori di rilevamento dell'ossigeno sia l'ossigeno gassoso HS (headspace), sia l'ossigeno disciolto OD.



DA SINISTRA: TAPPI MICRO-AGGLOMERATI, TAPPI A VITE, TAPPI SINTETICI COESTRUSI

OXO-LUMINESCENZA

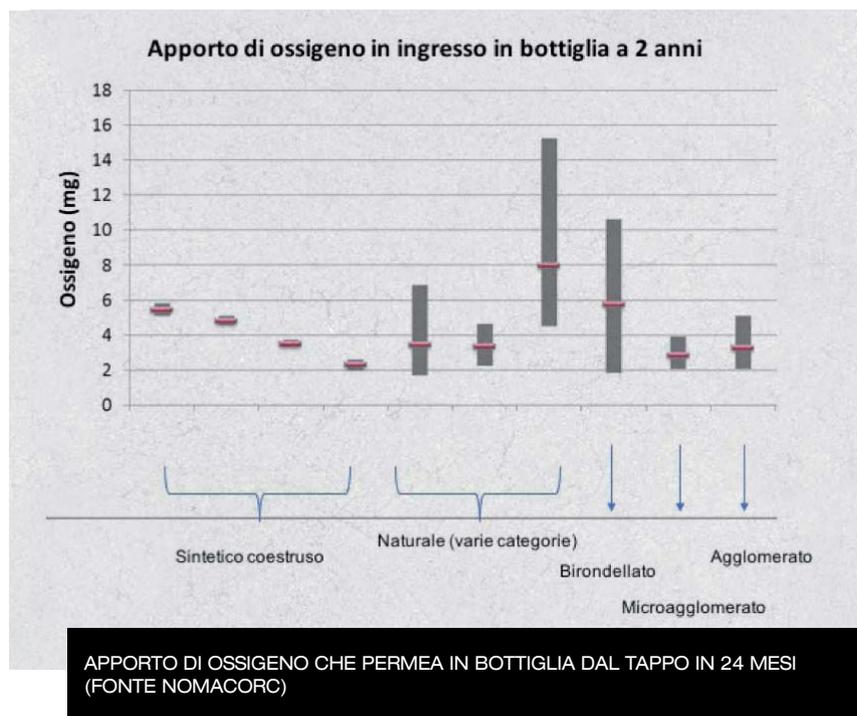
L'oxo-luminescenza a fibre ottiche è una tecnologia che permette la misura dell'ossigeno mediante l'immissione di pastiglie sensibili alla concentrazione dell'ossigeno disciolto o gassoso. Lo strumento emette una luce blu attraverso una fibra ottica, la quale va ad eccitare un sensore che viene precedentemente incollato all'interno dello spazio di testa o nella pancia della bottiglia (per la misura dell'ossigeno disciolto), o su qualsiasi supporto in vetro o plastica trasparente come una specola o il tappo trasparente di un bag in box: in conseguenza della sua eccitazione, il sensore emette in risposta una luce rossa con un segnale di intensità proporzionale alla quantità di ossigeno presente nel mezzo e permette quindi di misurare in maniera separata e non distruttiva il TPO della bottiglia, come somma di spazio di testa HS (hPa) e di ossigeno disciolto OD (mg/).

Considerando che un tappo tra i più ermetici apporta circa un mg/l di ossigeno all'anno (OTR = 1 mg/l/anno) e che il TPO medio misurato varia dai 2 ai 4 mg/l, si deduce che durante la messa in bottiglia il vino incamera la stessa quantità di ossigeno che passa attraverso il tappo nell'arco di 4 anni (e oltre, nel caso di problemi al tappatore): è pertanto facile comprendere quanto importante sia misurare l'ossigeno in cantina, così da limitare – per quanto possibile – incrementi indesiderati di ossigeno nei mosti e nei vini che possono comprometterne la qualità.

IL TAPPO "MIGLIORE" PER UN VINO SENZA SOLFITI?

Al pari dell'imbottigliamento, anche la chiusura utilizzata ha un'influenza importante nella conservazione della qualità di un vino dopo la messa in bottiglia, soprattutto nel caso dell'imbottigliamento di un vino senza solfiti aggiunti. Nella scelta della chiusura più indicata per un vino di per sé "meno protetto" dalle ossidazioni, risulta fondamentale la scelta di un tappo poco permeabile all'ossigeno, in grado di preservare per quanto possibile il vino nel tempo e di evitare la comparsa di odori di ossidazione ed invecchiamento atipico ed evoluzioni indesiderate del colore dei vini.

Ciascuna chiusura è caratterizzata da una specifica permeabilità all'ossigeno: si definisce OTR (oxygen transfer rate) la quantità di ossigeno che permea attraverso la chiusura in un anno, espressa in



mg/l/anno. I valori delle permeabilità che caratterizzano i tappi in commercio sono estremamente variabili: si passa da apporti annui inferiori al mg/l ad alcuni mg/l nel caso di tappi molto economici e di più bassa qualità.

Tra i motivi per cui da più di 20 anni si ricercano valide alternative al tappo in sughero c'è prima di tutto la necessità di evitare i problemi microbiologici legati all'utilizzo di questa chiusura (presenza di TCA e di altre deviazioni nei vini), ma anche la necessità di gestire l'evoluzione del vino una volta messo in bottiglia attraverso la scelta di tappi omogenei e caratterizzati da una ben determinata permeabilità all'ossigeno, cosa difficile da ottenere su un materiale naturale come il sughero, per sua natura soggetto a variabilità. Ad oggi le tipologie di tappo più ermetiche e omogenee che si trovano in commercio sono i tappi a vite (dove il liner più ermetico è quello di tipo SaranTin), i tappi tecnici di tipo micro-granulare e i tappi sintetici a più bassa permeabilità prodotti mediante processo di coestruzione. Tuttavia anche diversi produttori di sughero hanno migliorato i loro standard sia a livello di rischio di deviazioni sia selezionando tappi a densità omogenea, e riducendo quindi la loro variabilità nella permeabilità gassosa.

Bibliografia

A. Biondi Bartolini: *La filtrazione: come, quando e perché*, MilleVigne 4, 2013

J. Blouin: *La SO₂ in enologia. Proprietà e limiti. Effetti tecnologici. Utilizzo pratico. Soluzioni alternative*, Eno-One, marzo 2017

G. Colugnati, G. Cattarossi: *L'affinamento sur lies*, VQ, *Vite Vino e Qualità*, febbraio 2015

J. C. Danilewicz: *Interaction of Sulfur Dioxide, Polyphenols, and Oxygen in a Wine-Model System: Central Role of Iron and Copper*, Am. J. Enol. Vitic., (58:1) 2007

J. B. Dieval et al: *In misura virtus*, VQ, *Vite Vino e Qualità*, luglio/agosto 2010

A. Grazietti: *Utilizzi enologici del Dimetilcarbonato*, Infowine 2006 10/2

A. Immé: *Les grands vins sans sulfite*, Edition Vinédia, dicembre 2011

C. M. Oliveira et al: *Oxidation mechanisms occurring in wines*, Food Research International, 2011 44

M. Petrozziello, L. Panero, A. Bosso: *Valutazione del consumo di ossigeno di vini nel corso dei primi mesi di affinamento sur lies*, Infowine 2007, 7/2

M. Pruner: *Tutto sul DMDC*, VQ, *Vite Vino e Qualità*, febbraio 2015

M.C Santos et al: *Effect of high pressure treatments on the physicochemical properties of a sulfur dioxide-free red wine*, Food Chemistry 141: 2558-2566.

B. Scotti: *Uso della solforosa in affinamento e nuove tecniche di impiego*, Vinidea. net, 2014, N 1/2

M. Ugliano: *Oxygen Contribution to wine aroma evolution during bottle aging*, J. Agric Food Chem, 2013, 61

Redazionale: *Réduire les sul tes dans les vins signifie-t-il utiliser moins d'entrants oenologiques?*, www.vignevin.com

J. C. Vidal, M. Moutonet: *Impatto delle condizioni operative di imbottigliamento e della permeabilità del tappo sull'ossigeno e l'evoluzione di un Sauvignon blanc in bottiglia*, Infowine 2011, 5/3