

SETTEMBRE/OTTOBRE 2006

INDUSTRIE DELLE BEVANDE

ANNO 35 - N. 205

ISSN 0390-6541

WAB

Tel. (+39) 0521.844462 / 841566

Fax (+39) 0521.844473

E-mail: wab@wab.it www.wab.it



Sciacquatrici, soffiatrici e sistemi di sterilizzazione per bottiglie

SUMMARY

The micro-oxygenation is a technique used to add small quantities of oxygen to wines during aging and about this subject several papers have been published. This addition simulates the mild oxidation of wine caused by its conservation in barrel wood. In this work the results of tests carried out during three years with Piedmont wines (Barbera, Dolcetto, Nebbiolo) were reported. These wines were used because their polyphenolic composition is very different. The study of colour evolution and polymerization during the micro-oxygenation underlines that the best results were obtained when the anthocyanins concentration represents at least the 20% of flavonoids. Therefore this technique is more effective with Barbera and Dolcetto, due to their higher anthocyanins concentration.

The monitoring of micro-oxygenation is essential in order to prevent oxydation or bacterial growth. The quantity of oxygen added to the wine – measured with an oxymeter – is the most important parameter for this purpose.

SOMMARIO

Sono ormai numerose le esperienze pubblicate sulla micro-ossigenazione, una tecnica che permette di somministrare limitate quantità di ossigeno al vino nel corso dell'affinamento, simulando la blanda ossidazione che avviene durante la conservazione in idonei fusti di legno. Si ritiene comunque utile riferire i risultati ottenuti in tre anni di esperienze su vitigni tradizionali piemontesi (Barbera, Dolcetto e Nebbiolo), caratterizzati da un patrimonio polifenolico assai diverso tra loro. Mediante lo studio nel corso della micro-ossigenazione della evoluzione del colore e del livello di polimerizzazione degli antociani, si è dimostrato che gli effetti migliorativi sono più evidenti quando gli antociani rappresentano almeno il 20% dei flavonoidi totali. La tecnica risulta quindi più efficace su Barbera e Dolcetto che su Nebbiolo, meno dotato di antociani. Il monitoraggio del processo è indispensabile per evitare alterazioni ossidative o batteriche ed il parametro più efficace a guidare l'erogazione di ossigeno è risultato la misura della sua frazione disciolta nel vino mediante un ossimetro di elevata sensibilità.

VINCENZO GERBI - ALBERTO CAUDANA - GIUSEPPE ZEPPA

Di.Va.P.R.A. Università di Torino - Via L. da Vinci 44 - 10095 Grugliasco (TO) - Italia

ENZO CAGNASSO

Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia - Università di Torino

Effetto della micro-ossigenazione in relazione alla composizione fenolica dei vini rossi

Micro-oxygenation effect in connection with the phenolic composition of red wines

Parole chiave: micro-ossigenazione, vini rossi, polifenoli

Key words: micro-oxygenation, red wines, polyphenols

INTRODUZIONE

L'orientamento dei consumatori verso i vini rossi ricchi di estratto, molto colorati e che forniscano sensazioni gustative di pienezza e morbidezza, ha spinto i produttori a ricercare in vigneto ed in cantina le tecniche più appropriate ad incrementare il contributo delle bucce e dei vinaccioli alla caratterizzazione del vino. Ciò ha portato indubbi benefici alla valorizzazione dei vitigni e del territorio come elementi di qualificazione del prodotto, ma ha contemporaneamente incoraggiato il progresso delle tecniche di vinificazione, soprattutto per quanto concerne la possibilità di estrazione selettiva dei composti fenolici dalle bucce. Possiamo invece osservare che si è proceduto con maggiore incertezza nell'individuazione delle tecniche di stabilizzazione della materia colorante estratta e solo la revisione del ruolo dell'ossigeno nella conservazione dei vini

ha consentito dei sostanziali progressi in questo campo.

La capacità del vino a disciogliere notevoli quantità di ossigeno è conosciuta da tempo. Già Pasteur (1866) riconosceva all'ossigeno la capacità di diminuire i gusti acerbi e di eliminare i cattivi odori dal vino, anche se né i vini nuovi, né quelli vecchi contengono ossigeno disciolto, se non per brevi periodi dopo contatti con l'aria. Comunque i fenomeni di ossidazione dei componenti del vino sono stati per molto tempo considerati negativi per la qualità e la serbevolezza del prodotto.

I lavori portati a termine da Singleton nel 1987 hanno evidenziato che il vino ha una capacità complessiva di assorbire ossigeno variabile da 60 mg/L, per un bianco leggero, fino a 600 mg/L per un rosso concentrato, vale a dire quantità da 10 a 100 volte la saturazione. I primi studi sul passaggio di ossigeno nei vini invecchiati in legno furono

effettuati nel 1933 da Ribéreau-Gayon ricorrendo alle più moderne tecniche analitiche del tempo.

Questo fenomeno è favorito dalla conservazione del vino a *bonde de cotè* o dall'utilizzo di tappi in silicone, i quali permettono la creazione di una depressione all'interno dei fusti che aumenta la velocità di penetrazione dell'aria (Moutounet *et al.*, 1998).

Negli anni '60, con lo scopo di ridurre i rischi sanitari e di ossidazione, i contenitori in legno furono parzialmente sostituiti con serbatoi inerti in cemento rivestito, p.r.f.v. e acciaio inox. Il miglioramento dell'igiene ha sicuramente contribuito ad elevare la qualità media dei vini, ma non ha soppiantato le barrique o le botti per l'affinamento dei vini più prestigiosi.

Nei serbatoi impermeabili (acciaio inox, PRFV, cemento) il processo di ossigenazione durante la maturazione del vino risulta irregolare e saltuario; ciò espone il prodotto al contatto con grandi quantità di ossigeno per brevi periodi favorendo in tal modo fenomeni di ossidazione non controllabili (fig. 1).

La solubilità dell'ossigeno in un vino saturato con aria a temperatura ambiente e a pressione atmosferica è di circa 6-8 mg/L. Al diminuire della temperatura la solubilità dell'ossigeno aumenta, circa il 10% per ogni abbassamento di 5°C. Inoltre essa risulta essere anche funzione del tenore di etanolo, estratto secco e zuccheri (Singleton, 1987).

Negli ultimi anni lo sviluppo di apparecchi molto sensibili e precisi per la misura dell'ossigeno disciolto, cioè di quella parte ancora disponibile a reagire con le altre molecole in soluzione, ha permesso di evidenziare l'apporto di ossigeno determinato dalle diverse pratiche di cantina (Vidal *et al.*, 2001). Il tradizionale travaso ad esempio apporta mediamente 2,5-5 mg/L di ossigeno (Vivas e Glories, 1993).

La forte capacità di consumo dell'ossigeno da parte del vino rende poi limita-

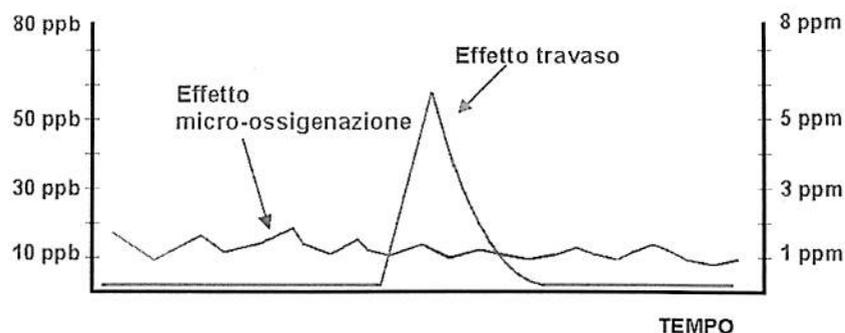


Fig. 1 - Effetto del travaso e micro-ossigenazione sulla concentrazione di ossigeno disciolto nel vino.

ti gli effetti indotti dal travaso, favorendo la permanenza per lunghi periodi in stato di riduzione del vino stesso.

L'ossigeno nella conservazione e condizionamento dei vini ha un ruolo determinante sia per un'opportuna evoluzione del vino, sia per il mantenimento del giusto equilibrio ossidoriduttivo. L'ossigenazione spinta risulta sfavorevole ai fini qualitativi, mentre una dissoluzione lenta e continua diventa preziosa per l'evoluzione del vino.

I valori di ossigeno in un serbatoio sciolto sono significativamente più elevati alla profondità di 1 cm dal livello della superficie del vino rispetto a tutta la massa anche di dieci volte. A 30 cm di profondità si raggiungono le condizioni medie del serbatoio; esperienze condotte da Ferrarini e D'Andrea (2001) hanno evidenziato in superficie 420 µg/L di ossigeno che, se non rappresentano un imminente pericolo di ossidazione, potrebbero essere sufficienti a creare le condizioni opportune per un'attività biologica non desiderata.

Moutounet *et al.* (1995) hanno monitorato, a decorrere dal travaso, le variazioni dell'ossigeno disciolto dovute alle fisiologiche permeazioni permesse dal serbatoio (portelle, chiusini, guarnizioni) e al consumo da parte del vino. I valori medi riscontrati hanno rispettato le aspettative: nei serbatoi in acciaio inox si osservano concentrazioni nettamente inferiori agli altri

tipi di serbatoi, corrispondenti a circa la metà di quelli delle barrique.

In barrique gli scambi gassosi sono più intensi in quanto il recipiente vinario è di piccolo volume e ciò enfatizza il rapporto superficie/volume. La microporosità del legno di rovere permette il contatto con l'ossigeno del vino che occupa lo spessore del legno. Questo a sua volta può innescare reazioni di tipo blandamente ossidativo nella massa di vino con cui è a contatto. Per tale ragione la barrique si può definire un vero e proprio reattore in cui le diverse sostanze ossidabili del vino possono interagire (Moutounet *et al.*, 2003). Nel vino conservato in barrique, il tenore misurabile di ossigeno disciolto è comunque sempre molto basso (< 50 µg/L).

I lavori di Ribéreau-Gayon (1933) avevano già accertato che i composti fenolici sono i maggiori responsabili del consumo di ossigeno nel vino. Studi più recenti (Fornairon *et al.*, 1999) hanno messo in evidenza che anche le fecce e i lieviti partecipano in maniera sostanziale al consumo di ossigeno. I fenomeni di ossidazione nei quali sono implicati i fenoli sono molto complessi e non ancora del tutto chiariti. Con il susseguirsi delle fasi di fermentazione, macerazione e invecchiamento la quasi totalità dei composti fenolici viene gradualmente modificata (Cheynier *et al.*, 1994).

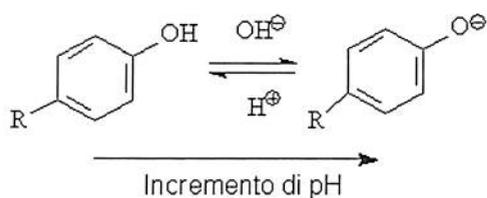


Fig. 2 - L'equilibrio fenolo-fenato in funzione del pH.

La cinetica e la quantità di ossigeno consumato nelle diverse fasi tecnologiche dipendono dalla sanità delle uve, dal tipo e dalla quantità di composti fenolici, dal pH, dal potenziale redox, dalla presenza di ioni metallici, quali ferro e rame, di anidride solforosa, di acido ascorbico e dalla temperatura. Quest'ultima assume particolare rilevanza nel processo enzimatico, in quanto la velocità di consumo dell'ossigeno nel mosto cresce rapidamente tra 20° e 35°C all'aumentare dell'attività polifenolossidasi (Macheix *et al.*, 1991).

Il pH esercita un'influenza rilevante sulla velocità di ossidazione dei composti fenolici. Ad esempio la velocità di autossidazione è nove volte maggiore a pH 4 che a pH 3. Questo potrebbe

essere legato al fatto che la frazione di ione fenato, altamente reattivo, è molto più elevata a pH 4 che a pH 3, dove è preponderante la forma indissociata del gruppo fenolico che è meno reattiva (fig. 2).

Le reazioni che si sviluppano nel corso dell'invecchiamento dei vini rossi a carico delle sostanze fenoliche favoriscono la condensazione tra antociani e tannini e tannini e tannini. L'acetaldeide, che deriva dall'ossidazione dell'etanolo, svolge un ruolo fondamentale nelle reazioni di copolimerizzazione tra flavanoli e antociani, con formazione di pigmenti con massa molecolare anche elevata, dalle tonalità brillanti e violacee (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1976; Wildenradt e Singleton, 1974) (fig. 3).

L'insieme di queste reazioni determina una forte diminuzione degli antociani monomeri, mentre il colore diventa più stabile, di tonalità rosso-violacea, più resistente ai fenomeni di decolorazione provocati dall'anidride solforosa e meno sensibile alle variazioni di pH. In vini giovani lo spettro è caratterizzato da un massimo di assorbimento a 520 nm tipico delle forme monomere; con il progredire dell'affinamento e delle reazioni

di polimerizzazione si ottiene una diminuzione del massimo di assorbimento, con uno spostamento batocromico della λ del massimo. Inoltre, la formazione di pigmenti gialli provoca un aumento dell'assorbimento a 420 nm.

In presenza di forte aerazione le molecole antocianiche tendono a degradarsi; per contro i composti tannici si orientano verso una polimerizzazione ancora più spinta (Castel *et al.*, 2001).

Queste reazioni conducono a una diminuzione del colore rosso (520 nm) ed a un aumento della tonalità gialla tipica di polimeri tannici ad alta massa molecolare.

Quando i vini sono ricchi in antociani monomeri ed in tannini oligomeri, con un'opportuna ossigenazione l'intensità colorante potrà aumentare fortemente, donando al vino una "nuance" malva-blu; mentre se ci troviamo di fronte ad un prodotto molto tannico, rischiamo che l'apporto di ossigeno provochi una polimerizzazione tannino-tannino, la quale si tradurrà in una forte sensazione di secchezza (Blouin *et al.*, 2000).

Le considerazioni esposte sono alla

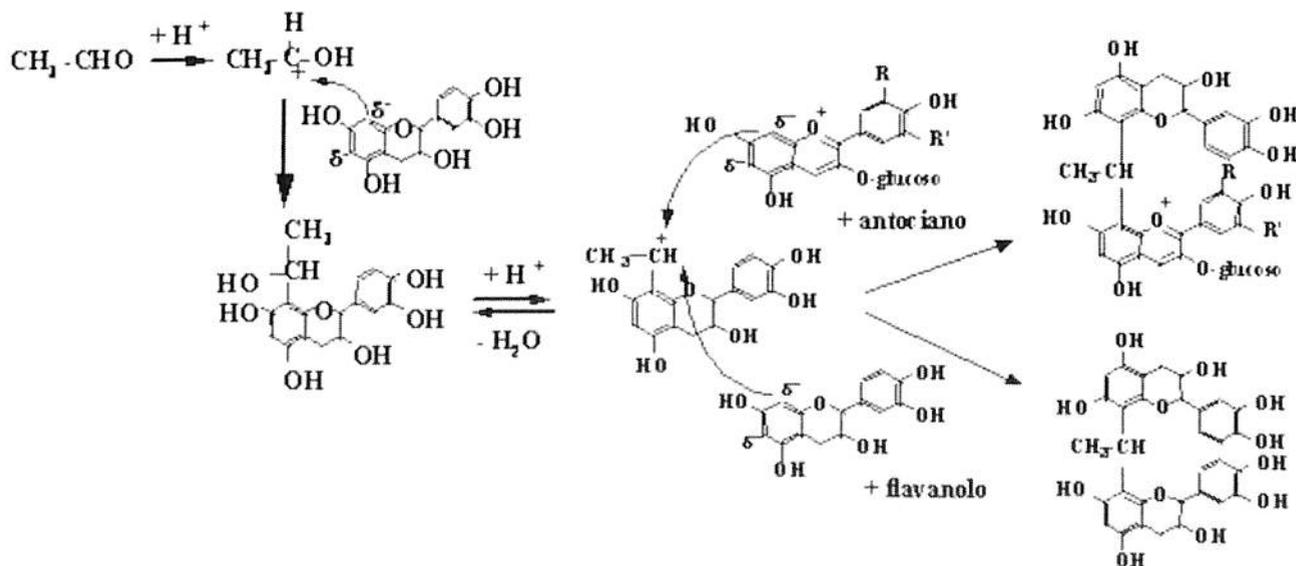


Fig. 3 - Condensazione degli antociani con i flavanoli mediante la formazione di un ponte etile derivato dalla reazione con l'etanale.

base della proposta elaborata in Francia nel 1993, e assai diffusa anche in Italia, di somministrazione controllata di ossigeno puro al vino per riprodurre, in recipienti grandi e non permeabili al gas, i blandi fenomeni di ossidazione che avvengono nella barrique. La tecnologia proposta consiste nel somministrare bassi volumi di ossigeno al vino, indicativamente 10 mL/L/mese, in modo da non superare mai la capacità di consumo da parte del vino. Significativi contributi sperimentali sull'applicazione di questa tecnica sono stati forniti da Autori francesi ed italiani (Moutounet *et al.*, 1995; Ducournau e Lemaire, 1999; Moutounet *et al.*, 2001; Trioli e Burgazzi, 2001; Ferrarini *et al.*, 2001; Gerbi *et al.*, 2001).

CONTRIBUTO SPERIMENTALE

Si riferiscono nella relazione i risultati ottenuti nel corso delle vendemmie 1999, 2000 e 2001 sviluppando una serie di esperienze sull'applicazione della micro-ossigenazione all'affinamento dei vini ottenuti dai principali vitigni piemontesi (Dolcetto, Barbera, Freisa, Nebbiolo), vitigni dotati di un patrimonio fenolico molto diverso. Le masse utilizzate sono state in tutti i casi comprese tra 70 e 100 hL ed i recipienti avevano uno sviluppo in altezza tale da consentire un battente minimo di 2,5 m, al fine di garantire un corretto discioglimento dell'ossigeno. La candela porosa era sempre sistemata al centro del recipiente e ad una distanza dal fondo di circa 0,20 m. Per ciascuna delle masse trattate una identica è stata conservata nelle medesime condizioni ed ha costituito il testimone. Nella conduzione delle prove sono state considerate le conoscenze già a disposizione relative alle condizioni ottimali di micro-ossigenazione. In particolare il trattamento è stato sospeso

quando la temperatura scendeva al di sotto dei 10°-12°C in considerazione della maggiore solubilità dell'ossigeno e della minore reattività delle sostanze fenoliche (Singleton, 1995; Moutounet *et al.*, 2001; Lemaire-Oenodev, 2002).

L'apporto di ossigeno è iniziato in ogni caso molto precocemente, al termine della fermentazione alcolica, per non perdere molecole antocianiche a causa di degradazioni ossidative violente che avvengono fin dalla fine della fermentazione alcolica (Maujean *et al.*, 1998).

Per lungo tempo si è pensato che l'anidride solforosa fosse la principale sostanza ossidabile del vino, per questo veniva utilizzata per prevenire indesiderate ossidazioni alla componente fenolica del vino.

Studi effettuati nel '93 da Vivas sostengono che dosi elevate di anidride solforosa libera dell'ordine di 60 mg/L non comportano sostanziali variazioni della velocità di consumo dell'ossigeno presente nel vino.

Tenendo conto delle indicazioni di Doucournau e Lemaire (1999) sono stati mantenuti nei vini tenori di anidride solforosa libera intorno a 20-25 mg/L. Lavorando a temperature adeguate (15°-18°C) ed effettuando un'appropriata ossigenazione i tenori di solforosa libera non hanno subito variazioni, compatibilmente con i tenori di etanale presenti.

La somministrazione di ossigeno è iniziata generalmente ad un livello di 10 mL/L/mese ed è stata ridotta, in funzione della misura dell'ossigeno disciolto, a 5, 2 e 1 mL/L/mese. In fig. 4 è riportato lo schema operativo per il dosaggio dell'ossigeno e per la misura dei parametri on-line. Si veda a titolo di esempio la fig. 5, riferita alle prove su Barbera, per quanto riguarda le variazioni di erogazione di ossigeno in funzione della frazione disciolta misurata.

I vini trattati presentavano generalmente una discreta torbidità in quanto erano stati sottoposti semplicemente

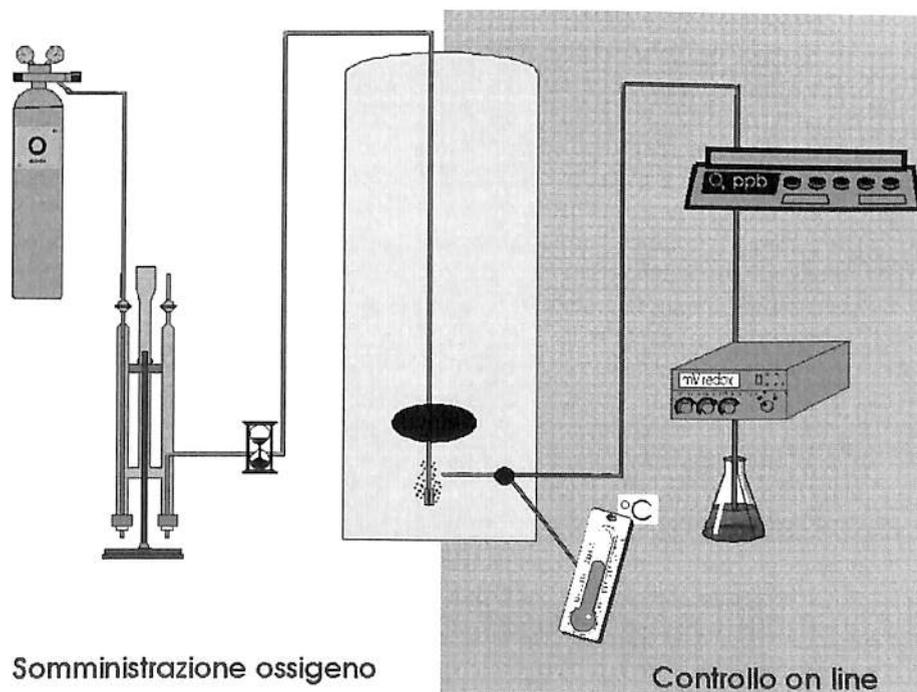


Fig. 4 - Lo schema del sistema di micro-ossigenazione e delle misure fisiche effettuate.

ad un travaso, ad una settimana circa dalla svinatura. La torbidità non è stata tenuta sotto controllo, né si è atteso il completamento della fermentazione malolattica per iniziare la micro-ossigenazione per non ritardare, soprattutto con i vini più delicati, l'avvio dei processi di polimerizzazione.

L'affinamento sulle fecce fini è ritenuto positivo per l'evoluzione di prodotti da invecchiamento, ma occorre garantire una adeguata ossigenazione.

In effetti le fecce possono consumare gran parte dell'ossigeno destinato ai polifenoli modificandone sostanzialmente la polimerizzazione. Lemaire (2002) consiglia di applicare la micro-ossigenazione solamente a vini con una torbidità inferiore a 100 NTU. Tuttavia va detto che è considerato favorevolmente il mantenimento dei vini rossi sui lieviti per periodi di 6-8 mesi, nel corso dei quali vengono normalmente effettuati periodici bâtonnage, allo scopo di aumentare la superficie di contatto tra fecce e vino ed accelerare ed intensificare le cessioni dalle cellule (Vivas *et al.*, 2001).

Nel corso delle prove sono stati utilizzati micro-ossigenatori di diversa marca [Enomeccanica Bosio (OS-MI); Vason (MICRODUE); (Oenodev)] funzionanti con candele porose ceramiche e sistemi di temporizzazione per la somministrazione di ossigeno prelevato da bombole.

Le prove sono state condotte su vini prodotti presso le cantine Cantine Fontanafredda s.p.a. di Serralunga d'Alba (CN), Cantina Vignaioli "Elvio Pertinace" s.c.r.l. di Treiso (CN) e Antica Contea di Castelvevo di Castel Boglione (AT).

Sono stati misurati nel corso delle somministrazioni dell'ossigeno i principali parametri tecnologici e quelli analitici sui vini relativi al complesso polifenolico (Di Stefano *et al.*, 1989) ed allo studio del colore.

La misura dell'ossigeno disciolto a

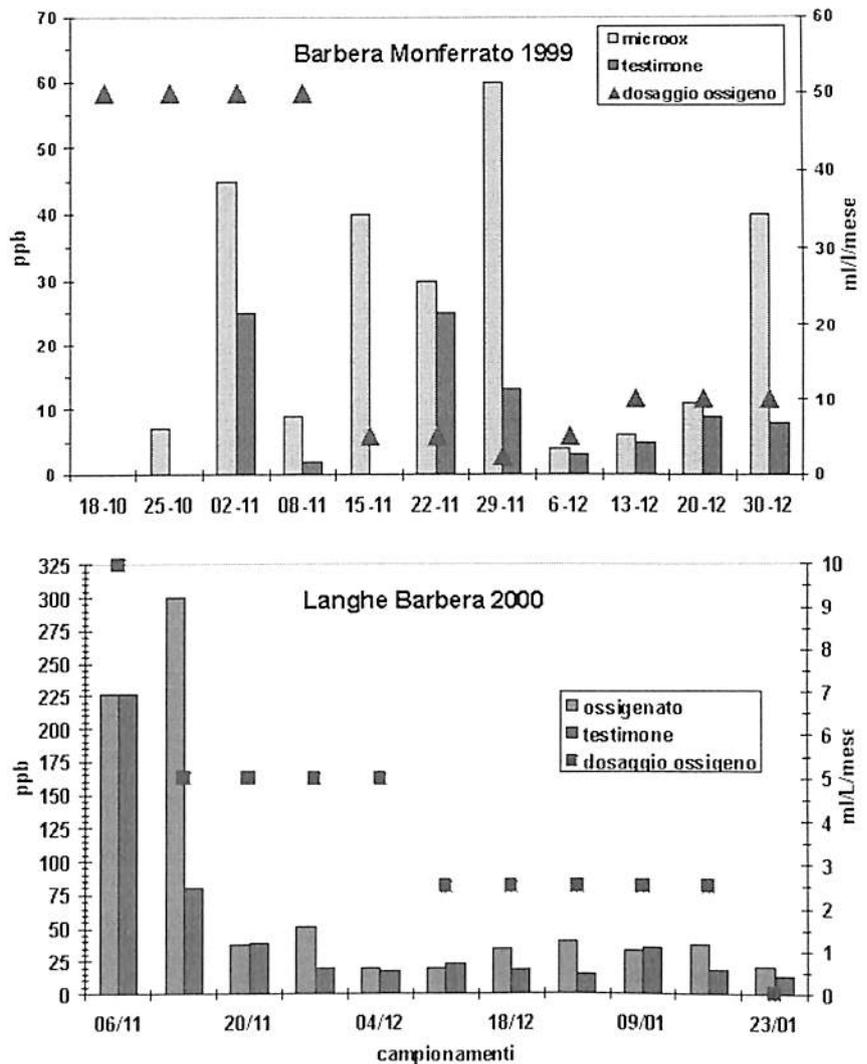


Fig. 5 - Erogazione di ossigeno con la micro-ossigenazione e misura di quello disciolto nel vino nel corso dei trattamenti ai vini Barbera.

così bassa concentrazione richiede strumenti molto sensibili con celle di misura a flusso continuo. Per le nostre misure è stato utilizzato un misuratore mod. 3650 (Orbisphere Laboratories, Neuchâtel, Svizzera).

Tutte le sperimentazioni sono state seguite dal punto di vista sensoriale con assaggi settimanali condotti da un panel addestrato che ha misurato e valutato i parametri del colore, del profumo e del gusto dei vini in trattamento.

La polimerizzazione delle sostanze

coloranti, soprattutto se mediata dall'aldeide acetica, determina aumenti dell'assorbanza a 620 nm quale conseguenza della formazione di pigmenti violacei.

Il monitoraggio dell'evoluzione delle sostanze fenoliche può essere realizzato con la scomposizione dell'assorbanza a 520 nm proposta da Glories (1984) e Di Stefano *et al.* (1997).

L'evoluzione dei pigmenti antocianici è stata inoltre analizzata osservando lo spettro di assorbimento UV-VIS del vino.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Tre anni di sperimentazione consentono di affermare che la micro-ossigenazione è una tecnica atta a migliorare la qualità dei vini rossi sia sotto il profilo

visivo, sia per quanto riguarda i caratteri olfattivi e gustativi. I risultati sono eclatanti operando su Dolcetto, Barbera, mentre su Nebbiolo si ottengono risultati meno evidenti.

Nella fig. 6 sono riportati, a titolo di esempio, gli spettri di assorbimento alle lunghezze d'onda del visibile per i vini testimoni ed ossigenati Dolcetto e Nebbiolo delle annate 2000 e 2001.

Sono riportati anche i confronti tra gli spettri dopo 12 mesi di conservazione in bottiglia, calcolati dal termine della micro-ossigenazione.

Si può notare che in tutti i casi i campioni ossigenati presentano assorbanze più elevate alla fine del trattamento e che tale differenza tende ad attenuarsi dopo 12 mesi, in maniera più o meno evidente. I vini quindi con

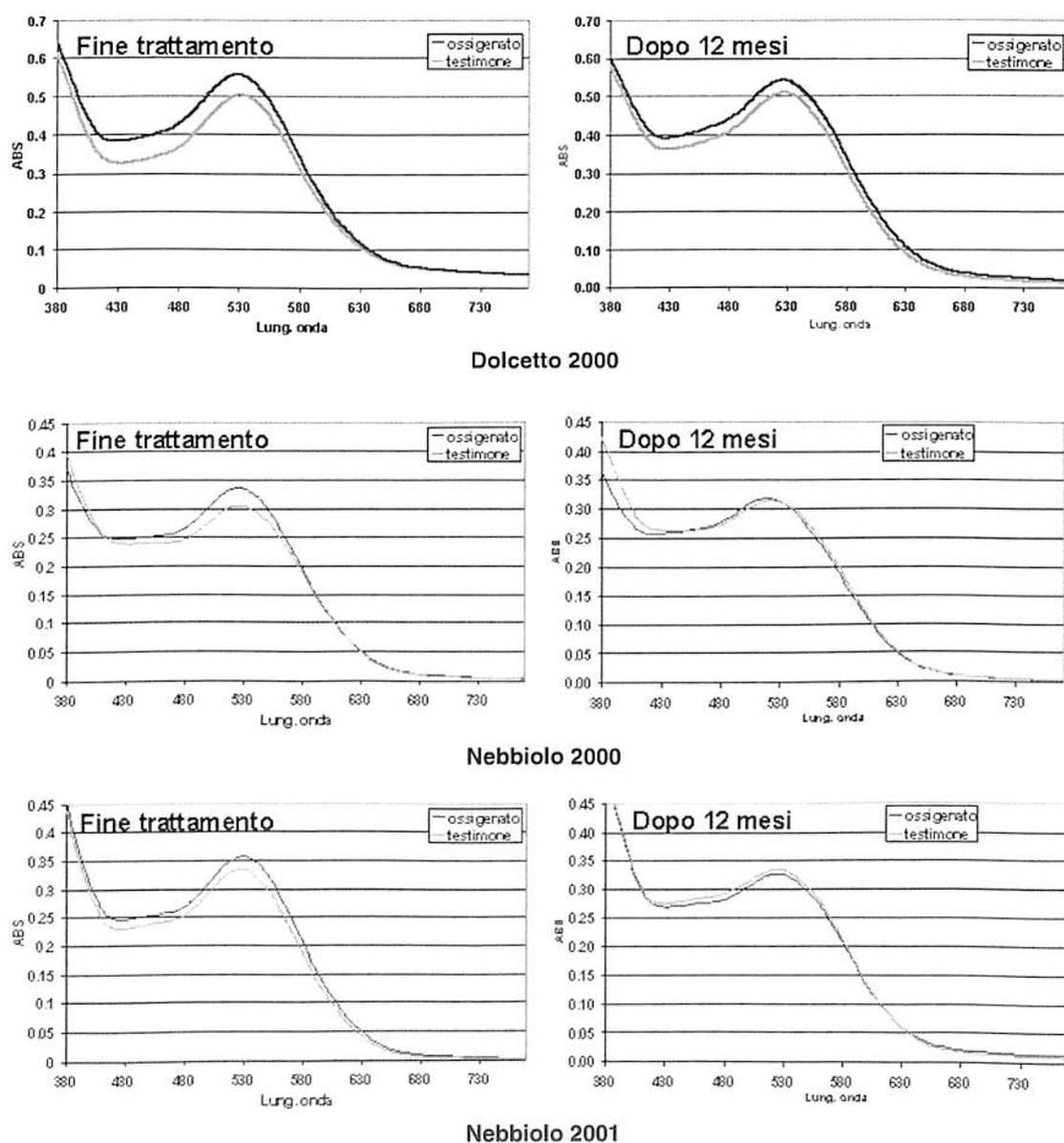


Fig. 6 - Confronto tra gli spettri di assorbimento dei vini Dolcetto e Nebbiolo testimoni e sottoposti a micro-ossigenazione.

la micro-ossigenazione aumentano la loro intensità colorante, anche se ciò non corrisponde necessariamente ad una maggiore vivacità: infatti non

aumentano solo le assorbanze nella zona corrispondente a 520 e 620 nm, effetti che comportano un aumento del tono rosso e violaceo, ma anche a

420 nm, con conseguente aumento dei toni gialli. Gli effetti sono più evidenti in vini Dolcetto rispetto ai Nebbiolo. Dopo 12 mesi di conservazione la dif-

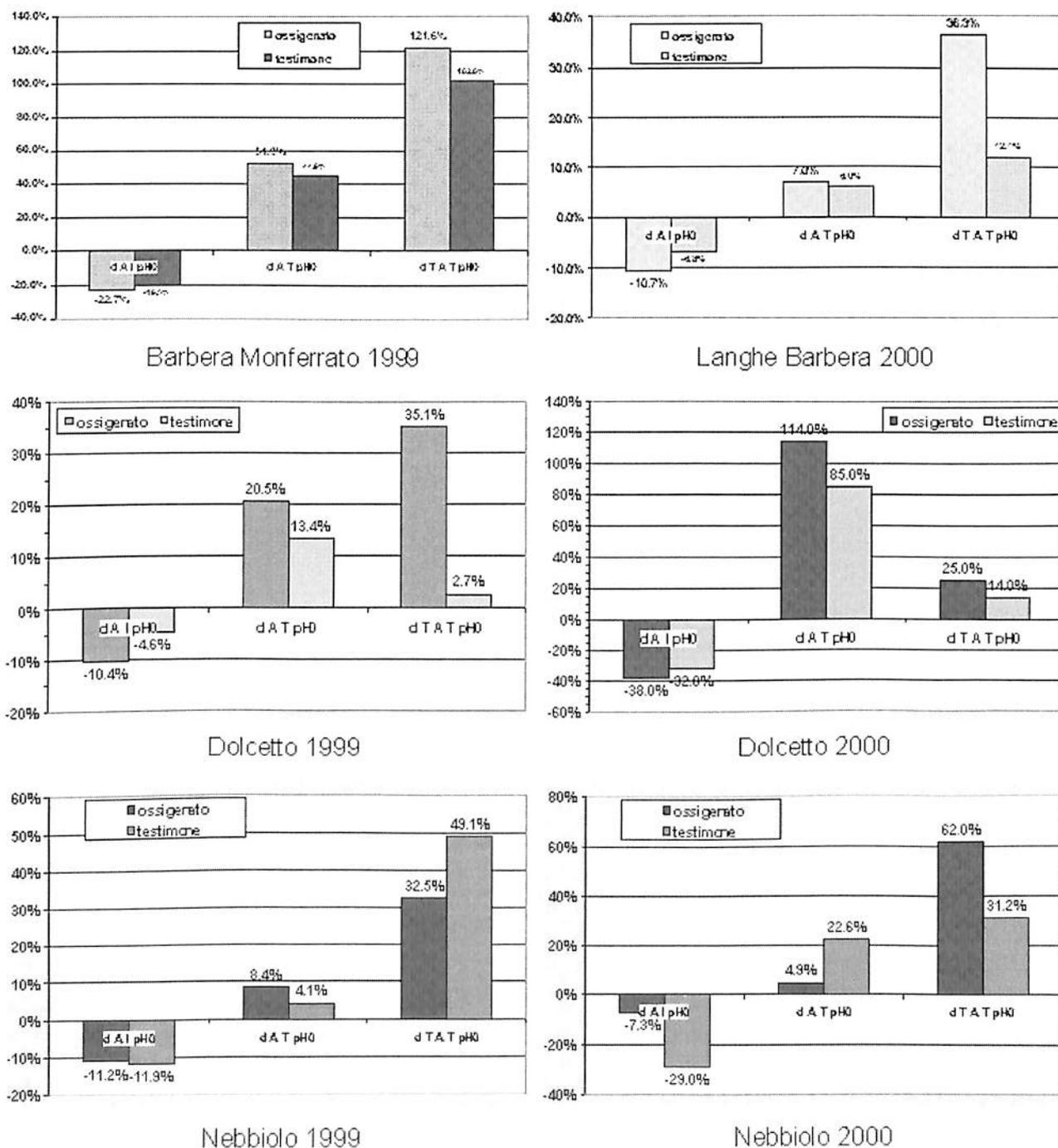


Fig. 7 - Variazioni delle diverse frazioni dell'assorbanza a 520 nm conseguenti al trattamento di micro-ossigenazione.

ferenza si attenua notevolmente, fino a scomparire nel caso del Nebbiolo.

Nella fig. 7 sono messe a confronto le variazioni percentuali delle frazioni dell'assorbanza a 520 nm (a pH 0) dovute agli antociani liberi (dAl), agli antociani polimeri sensibili alla solforosa (dAT) e agli antociani polimeri non sensibili alla solforosa (dTAT). Questi ultimi rappresentano un indice della avvenuta polimerizzazione: in tutti i vini l'ossigenazione ha indotto un sensibile aumento di questa frazione, anche se in modo diverso nelle annate considerate. Anche nel caso del Nebbiolo si verifica un sensibile aumento nel corso del trattamento, anche se ad esso non corrisponde, come sopra detto, un effetto visivo evidente come per Dolcetto e Barbera.

Nella fig. 8 sono rappresentati per i tre vini i rapporti tra antociani e flavonoidi totali: per Barbera e Dolcetto gli antociani rappresentano dal 20 al 25% dei flavonoidi totali, mentre per il Nebbiolo rappresentano solo il 10%.

Questi risultati confermano quanto segnalato da altri Autori (Ferrari *et al.*, 2001; Lemaire, 2001) sugli effetti della micro-ossigenazione, ma contribuiscono a conoscere meglio il comportamento di vitigni importanti per l'enologia piemontese, come il Nebbiolo. Barbera e Dolcetto confermano la loro eccellente predisposizione a questo trattamento. Sul Dolcetto i risultati sono concordi con quelli ottenuti da Vaudano (2000) che sul Dolcetto di Dogliani ha messo in evidenza l'effetto della micro-ossigenazione in confronto a vini conservati in serbatoi di acciaio e barrique.

L'inizio molto precoce della micro-ossigenazione non ha determinato ritardi nel completamento della fermentazione malolattica e ha impedito il formarsi di odori di ridotto, particolarmente frequenti nel Dolcetto.

L'analisi sensoriale sui vini testimoni e ossigenati è stata condotta seguendo due approcci: i test di riconoscimento, effettuati con il duo-trio test, e una analisi descrittiva accompagnata dall'espressione di una preferenza. I vini

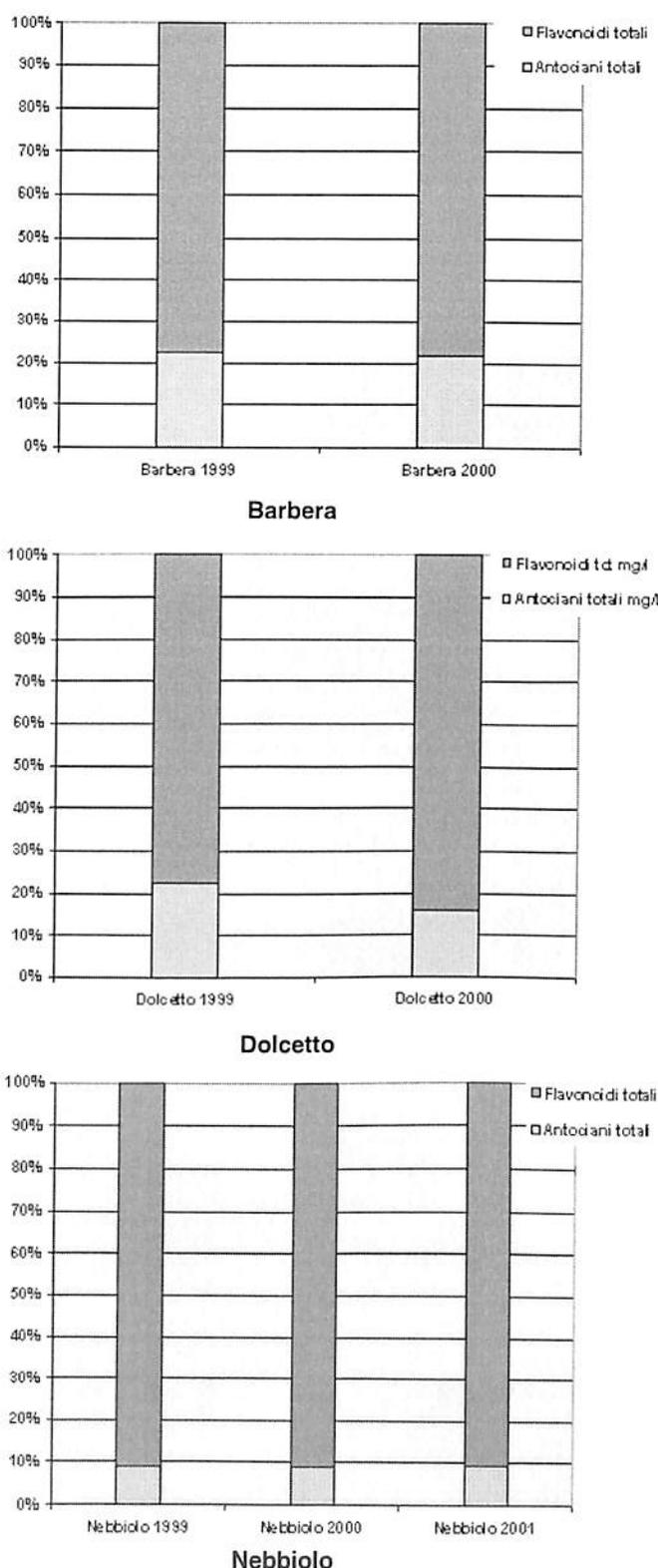


Fig. 8 - Rapporto tra antociani e flavonoidi totali nei tre vini oggetto della prova.

sottoposti a micro-ossigenazione sono risultati sempre perfettamente distinguibili dai testimoni già dopo la prima settimana di trattamento. Per quanto riguarda l'analisi descrittiva occorre distinguere tra i giudizi raccolti alla fine del trattamento e quelli raccolti dopo 12 mesi di conservazione in bottiglia. A fine trattamento Barbera e Dolcetto presentavano normalmente, un colore carico, un profumo più intenso, fruttato, aperto. L'attribuzione delle preferenze è risultata sempre significativamente a favore del Dolcetto ossigenato, mentre è risultato più contrastato il giudizio sul Barbera. Nel caso del Nebbiolo quasi la metà degli assaggiatori si è pronunciata a favore del testimone.

A distanza di 12 mesi abbiamo potuto osservare qualche caso di precoce invecchiamento sul Dolcetto, mentre le differenze si sono molto attenuate per Barbera e, ovviamente, per i Nebbiolo. Questi risultati confermano una grande capacità della micro-ossigenazione di accelerare l'evoluzione dei vini giovani portandoli più rapidamente in condizioni adatte al consumo. Merita invece ancora qualche approfondimento sperimentale l'utilità del trattamento nel caso dei vini destinati ad un prolungato invecchiamento.

Occorre però ricordare che la micro-ossigenazione non può essere praticata in assenza di un adeguato monitoraggio analitico e nel rispetto di precise condizioni operative che impediscano di somministrare un eccesso di ossigeno che potrebbe causare fenomeni di ossidazione. Il miglior parametro di controllo risultato idoneo a gestire il processo è la misura dell'ossigeno disciolto. Meno immediati, ma comunque validi, risultano la misura dell'acetaldeide, il controllo sensoriale e la misura dei parametri del colore. La concentrazione di acetaldeide è risultata crescere con il procedere della micro-ossigenazione, ma in nessun caso ha determinato un decadimento organolettico. Le dosi di ossigeno impiegate sono state comunque sempre molto contenute rispetto a quelle che

Cabri *et al.* (2003) hanno indicato come capaci di indurre la percezione olfattiva dell'acetaldeide.

Il lavoro di sperimentazione sulla micro-ossigenazione deve, a nostro avviso, ancora proseguire avendo come obiettivo proprio la messa a punto di sistemi di monitoraggio più efficaci, che consentano un controllo rigoroso e immediato del processo.

*Giornata di studio:
"Influenza delle tecniche di macerazione
sull'affinamento dei vini rossi" - Piacenza*

BIBLIOGRAFIA

- Blouin J., Papet N., Stonestreet E. - Etude de la structure polyphénolique des vins rouges par analyses physico-chimiques et sensorielles. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 34.1, 33-40, 2000.
- Cabri C., Ducournau P., Lemaire T. - Correlazione tra l'acetaldeide percepita alla degustazione e quella rilevata durante l'analisi. *Vinidea.net*, 2, 1-6, 2003.
- Castel C., Morand A., Pujol G., Peyron D., Naudin R. - Influenza della microossigenazione di vini rossi in contatto con le fecce e durante la maturazione sulla composizione fenolica dei vini e sui loro caratteri sensoriali. *Industrie delle Bevande*, 30, 271-276, 2001.
- Cheyrier V., Sosquet J.M., Kontec A., Moutounet M. - Anthocyanin degradation in oxidising grape must. *J. Sci. Food. Agric.*, 66, 283-288, 1994.
- Di Stefano R., Cravero M.C., Gentilini N. - Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini. *L'Enotecnico*, 25, 83-89, 1989.
- Di Stefano R., Ummano I., Gentilini N. - Alcuni aspetti nel campo enologico. Lo stato di combinazione degli antociani. *Annali dell'Istituto Sperimentale per l'Enologia di Asti*, 27, 105-121, 1997.
- Ducournau P., Lemaire T. - Microossigenazione, ripensare l'affinamento. *Atti del convegno Intec-Oenodev del 9 giugno 1999, Riccagioia (PV)*, 1999.
- Ferrarini R., D'Andrea E. - Risultati delle misure dell'ossigeno durante la conservazione ed il condizionamento dei vini. *Industrie delle Bevande*, 30, 259-261, 2001.
- Ferrarini R., Girardi F., De Conti D., Castellari M. - Esperienze di applicazione della microossigenazione come tecnica d'affinamento dei vini. *Industrie delle Bevande*, 30, 116-122, 2001.
- Fornairon C., Mazauric J.P., Salmon J.M., Moutounet M. - Observation sur la consommation de l'oxygène pendant l'élevage des vins sur lies. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 33-2, 79-86, 1999.
- Gerbi V., Caudana A., Zeppa G., Cagnasso E. - Esperienze di microossigenazione su vini rossi piemontesi. *Industrie delle Bevande*, 30, 496-500, 2001.
- Glories Y. - La couleur des vins rouges. I Partie. *Conn. Vigne. Vin*, 18, 195-217, 1984.
- Glories Y. - La couleur des vins rouges. II Partie. *Conn. Vigne. Vin*, 18, 253-271, 1984.
- Lemaire T. - La gestione dell'ossidazione controllata attraverso la micro-ossigenazione. *L'Enologo*. Novembre, 77-82, 2001.
- Lemaire T. - Sito Oenodev.com, 2002.
- Macheix J.J., Sapis J.C., Fleuriot A. - Phenolic compounds and polyphenoloxidase in relation to browning in grapes and wines". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 30 (3), 441-486, 1991.
- Maujean A., Dubourdier D., Glories Y., Ribéreau-Gayon P. - L'élevage des vins rouges en cuve et en fût. Le phénomènes de vieillissement. *Traité d'oenologie*. Ed. Dunod, Paris, 1998.
- Metodi ufficiali CEE - Reg. N° 2676/90, 1990.
- Moutounet M., Ducournau P., Chassin M., Lemaire T. - Appareillage d'apport d'oxygène aux vins. Son intérêt technologique. *V Symp. Int. Oenol. Ed. Lavoisier Tec&Doc*, 411-414, Paris, 1995.
- Moutounet M., Mazauric J.P., Saint-Pierre B., Hanock J.F. - Echanges gazeux des vins logés en barriques. *J. Sci. Tech. Tonnelerie*, 4, 115-146, 1998.
- Moutounet M., Mazauric J.P., Ducournau P., Lemaire T. - Microossigenazione dei vini. Principio e applicazioni tecnologiche. *Industrie delle Bevande*, 30, 253-258, 2001.
- Moutounet M., Feuillat F., Puech J.L. - Caracteristiques du bois de chêne en relation avec la qualité des vins. *Atti Convegno internazionale "Polifenoli dell'uva e del legno: contributo alla qualità del vino"*, Asti 30 gennaio 2003.
- Pasteur L. - Etude sur le vin. *Imprimerie Imperiale Masson*, Paris, 1866.
- Ribéreau-Gayon J. - Thèse. Ed. Del Mas. Bordeaux, 1933.
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Ribéreau-Gayon P., Sudraud P. - *Traité d'Oenologie: science et technique du vin*. Ed. Dunod, Paris, 1976.
- Singleton V.L. - Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: observations and practical implications. *Am. J. Enol. Vitic.*, 38, 69-77, 1987.
- Singleton V.L. - Maturation of wines and spirits. Comparisons, facts, and hypotheses. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46, 98-115, 1995.
- Trioli G., Burgazzi A. - Microossigenazione: apporto prezioso. Dosaggi controllati per equilibrare il vino. *Il Corriere Vinicolo*, 41, 18-19, 2001.
- Vaudano E. - Prove di affinamento sul dolcetto: risultati preliminari. *Quaderno di viticoltura ed enologia*. Università di Torino. Vol. 24, 167-175, 2000.
- Vidal J.C., Dufourcq T., Boulet J.C., Moutounet M. - Les apports d'oxygène au cours des traitements des vins. *Revue Française d'Oenologie*, 190, 24-31, 2001.
- Vivas N., Glories Y. - Les phénomènes d'oxido-réduction liés à l'élevage en barrique des vins rouges: aspects technologiques. *Revue Française d'Oenologie*, 142, 33-38, 1993.
- Vivas N., Vivas de Gaulejac N., Nonier M., Nedjma M. - Les phénomènes colloïdaux et l'intérêt des lies dans l'élevage des vins rouges: une nouvelle approche technologique et méthodologique. *Revue Française d'Oenologie*, 189, 33-38, 2001.
- Wildenradt H.L., Singleton V.L. - The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. *Am. J. Enol. Vitic.*, 25, 119-126, 1974.