

Tappo sintetico e di sughero a confronto

» Maria Carla Cravero, Cristina Ponte, Federica Bonello, Maria Loredana Serpentina, Mario Ubigli

Istituto Sperimentale per l'Enologia, Asti

I sistema di chiusura delle bottiglie di vino rappresenta uno degli aspetti principali dell'immagine del prodotto: la scelta tra il tappo di sughero e quello sintetico è diventato un dilemma che sempre più spesso i tecnici devono affrontare. A dimostrazione di quanto rilevante sia il problema, il congresso degli enologi 2002 ha affrontato l'argomento nella sessione "Sughero e non", così come nel 2001 avevano fatto il convegno annuale Oicce (Rocca d'Arazzo, 20 aprile) e il Congresso internazionale dell'imbottigliamento e del condizionamento (Alba, 26-27 aprile). Numerose sono le ricerche condotte in diversi paesi vitivinicoli: Chatonnet *et al.*, 1999, Chatonnet *et al.*, 2000; Chatonnet *et al.*, 2001; Gervais, 2003; Godden *et al.*, 2001; Mazzoleni *et al.*, 2001, Berta *et al.*, 2001; De Faveri, 2002.

Come riportato da Berta (2001) in questa stessa rivista, di solito il problema viene posto come un contrasto tra le due tipologie di tappo. In realtà, si potrebbe affrontare la questione da un altro punto di vista, considerando le due tipologie di tappo non come in antagonismo tra loro, ma diversificando il loro utilizzo a seconda delle caratteristiche del vino da imbottigliare, del potenziale periodo di conservazione, dell'immagine del prodotto, del prezzo, del tipo di bottiglia e delle condizioni di stoccaggio. La decisione si basa spesso sull'esperienza che ogni



Evoluzione
delle caratteristiche
chimico-fisiche
e sensoriali di
un vino bianco
e di uno rosso

cantina può fare con i propri vini, ma sarebbe auspicabile che anche i produttori di tappi sintetici in futuro certificassero in maniera più adeguata i loro prodotti. Nel caso del sughero esiste la possibilità di certificare la qualità dei tappi: citiamo, per esempio, l'accreditamento Systemcode della C.E. Liège (Confederazione europea del Sughero) o la certificazione Uni En Iso 9000, di cui sempre più ditte produttrici sono dotate. Sarebbe auspicabile che anche nel caso dei tappi sintetici esistessero analoghe garanzie.

La comparsa sul mercato dei tappi sintetici ha, infatti, incentivato i produt-

tori di sughero a migliorare ulteriormente i propri prodotti modificando il ciclo produttivo e a cercare alternative ai tappi di sughero tradizionale (tappi tecnici, tappi colmatati). Il nostro Istituto è stato coinvolto in alcune sperimentazioni sui tappi, sia da parte di ditte produttrici di tappi sia da parte di cantine. Infatti, la vivacità del mercato stimola anche aziende che non producevano sistemi di chiusura per il vino a sperimentare questo prodotto. Vengono qui riportati i risultati di una di queste sperimentazioni a cui ha partecipato la *Supercap srl* (www.supercap.it) che ha testato i tappi di propria produzione.

Materiali e metodi

Una partita omogenea di vino bianco 2000 a base Chardonnay e una di vino rosso 2000 a base Sangiovese (IGT Toscana), prodotte da un'unica azienda, sono state imbottigliate e tappate a cura della ditta stessa con un tappo tecnico, di sughero biondellato ST12 normalmente usato per tali tipologie di vino e un tappo sintetico Supercap® SC44x21,5, le cui caratteristiche sono illustrate in tab. 1. Il tappo Supercap è composto da una

tra 12° e 16° C a seconda della stagione. In ogni condizione di temperatura le bottiglie con le due tipologie di tappo sono state conservate parte in piedi e parte coricate. I controlli chimico-fisici sui vini sono stati effettuati dopo due settimane dalla tappatura (15 luglio 2001) su tre bottiglie e a distanza di 3, 6, 12 mesi, ripetendo le analisi su 2 bottiglie per ogni prova. Nel caso del vino rosso si è eseguito un ulteriore controllo dopo 18 mesi.

Le analisi sensoriali prevedevano test

discriminatori (duo-trio test) e test dell'ordinamento per la valutazione della gradevolezza, da effettuarsi in corrispondenza dei controlli chimico-fisici. Sui vini di partenza si sono eseguite le analisi correnti (alcol, acidità totale e volatile, pH, acidi tartarico, malico e lattico) seguendo i metodi ufficiali CE (GUCE n. 272 del 3/10/1990) e le analisi dei polifenoli e del colore [come riportato da Di Stefano *et al.*, (1989) e Di Stefano e Cravero (1989) con opportune modifiche (Di Stefano *et al.*, 1997)]. In particolare, nei vini bianchi, si sono rilevati i polifenoli totali, le catechine reagenti con paradimetilamminocinnamaldehyde e le proantocianidine, mentre nei vini rossi i polifenoli totali, i flavonoidi totali, le proantocianidine, le catechine reagenti con vanillina, gli antociani totali

Tab. 1 - Le caratteristiche dei tappi impiegati

Tipo	Lunghezza nominale (mm)	Diametro nominale (mm)	Peso nominale (g)
ST12	45	24	5,3
SC 44x21,5	44	21,5	8,5

mescola espansa a base di copolimeri a blocchi idrogenati saturi.

Le caratteristiche principali di questi elastomeri sono: l'assoluta atossicità; perfetta igienicità; idoneità all'uso medicale dal momento che vengono prodotti in assenza di solventi, monomeri e prodotti ausiliari; elevate caratteristiche meccaniche ed elastiche.

La microcellulazione all'interno del tappo è ottenuta tramite l'espansione chimica dovuta alla reazione di una miscela, opportunamente dosata, di acido citrico e bicarbonato.

Per il vino bianco è stata utilizzata una bottiglia borgognotta da 750 mL, con diametro interno del collo 20 ± 1 ; per il vino rosso una bordolese leggera da 750 mL, con diametro interno del collo 19 ± 1 . Il tappatore utilizzato era un Bertolaso 9 teste da 12.000 bottiglie/ora, e la tappatura è stata eseguita sotto vuoto con pressione interna variabile da 0 a 0,5 bar.

Il vino bianco era da consumarsi preferibilmente entro l'anno e il rosso entro 18 mesi.

Le bottiglie sono state poi conservate presso l'Istituto Sperimentale per l'Enologia in due condizioni:

- temperatura ambiente, soggetta quindi a variazioni stagionali;
- temperatura di cantina, oscillante

Tab. 2 - Analisi eseguite a due settimane dall'imbottigliamento su 3 bottiglie di vino bianco

	Valore medio	Deviazione standard
Alcol %	11,9	0,03
Estratto (g/L)	21,3	0,17
pH	3,37	0,01
Acidità totale (g/L)	5,41	0,08
Acidità volatile (g/L)	0,23	0,02
Acido tartarico (g/L)	1,4	0,02
Acido malico (g/L)	1,5	0,05
Acido lattico (g/L)	0,9	0,03
Acido ascorbico (mg/l)	47,5	2,33
SO ₂ libera (mg/L)	22,1	0,55
SO ₂ totale (mg/L)	107,9	0,81
Acetaldeide (mg/L)	37,9	0,47
Proantocianidine (mg/L)	13	0,22
Polifenoli totali (mg/L)	116	13
Catechine (mg/L) reattive alla p-dimetilammonocinnamaldehyde	15	0,10
Parametri del colore		
Assorb. 420 nm (1 cm)	0,080	0,01
CIE-CIELAB		
Luminosità Y%	0,97	0,001
Saturazione S%	5,07	0,05
λ dominante	575	0,00
L	98,84	0,04
h	-1,40	0,00
C	5,64	0,05

e monomeri. Per verificare l'evoluzione dei vini bianchi e il loro stato di ossidazione si sono controllati il tenore di acido ascorbico (metodo per HPLC), anidride solforosa (diossido di azoto=SO₂) libera e totale (metodo ufficiale CE, GUCE n. 272 del 3/10/1990), acetaldeide (metodo Di Stefano e Ciolfi, 1982) insieme all'assorbanza del vino tal quale misurata su 1 cm di percorso ottico alla lunghezza d'onda di 420 nm. Si sono rilevati, inoltre, i parametri cromatici CIE [lunghezza d'onda dominante (λ), saturazione (S%),

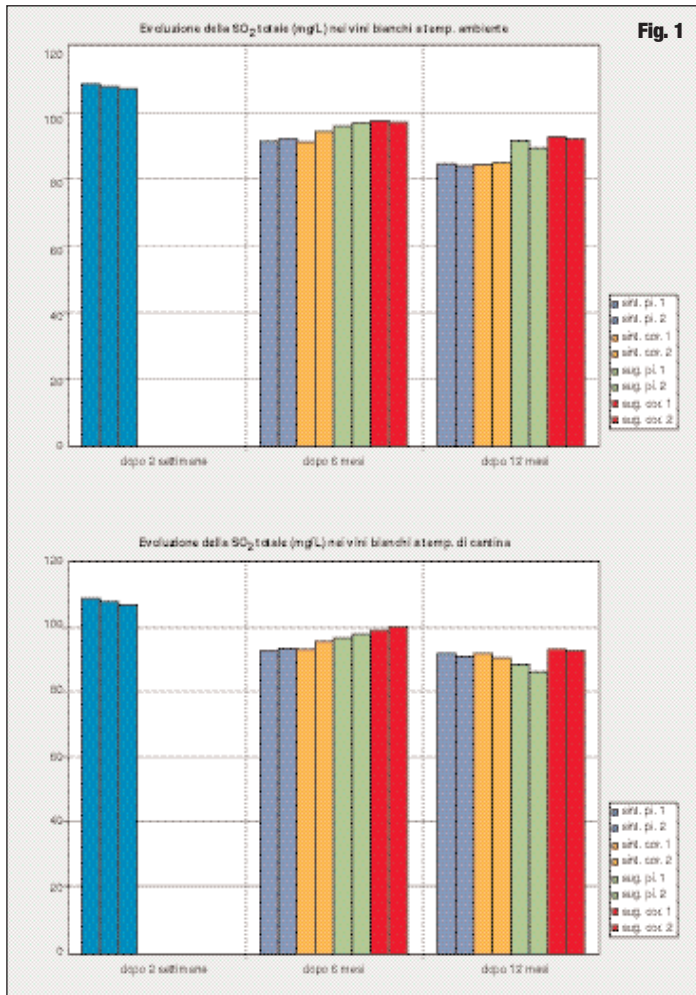
brillanza (Y%), e CIELAB luminosità (L), tonalità del colore (h) e intensità del colore (C=croma)]. Questi ultimi due, da esperienze eseguite presso il nostro Istituto (Castino *et al.*, 1990), sembrano i più correlati linearmente con la percezione dell'occhio dell'assaggiatore.

Nel caso dei vini rossi, per verificare l'evoluzione del colore e il loro stato di ossidazione, si sono controllati il tenore di SO₂ libera e totale, di acetaldeide (con gli stessi metodi usati per i vini bianchi), l'intensità (assorbanza a

420 nm+assorbanza a 520 nm) e la tonalità (rapporto assorbanza a 420 nm/assorbanza a 520 nm) del colore (indici di Sudraud, 1958) e, inoltre, il rapporto (assorbanza a 420 nm-assorbanza a 520nm/assorbanza a 420 nm), proposto da Di Stefano e Cravero (1989). Tutte le assorbanze sono riferite a 1 mm di percorso ottico. Gli stessi tre indici del colore si sono determinati a pH=0 (in realtà 0,6) e si è seguita l'evoluzione, sia a pH del vino sia a pH=0,6, di dAI (frazione dell'assorbanza a 520 nm dovuta agli anto-

Tab. 3 - Analisi eseguite dopo 12 mesi dall'imbottigliamento di vini bianchi

TEMPERATURA AMBIENTE								
	Sint. PI. 1	Sint. PI. 2	Sint. Cor. 1	Sint. Cor. 2	Sug. PI. 1	Sug. PI.2	Sug. Cor. 1	Sug. Cor. 2
pH	3,38	3,37	3,38	3,38	3,38	3,38	3,37	3,37
SO ₂ libera (mg/L)	10,6	9,0	9,3	10,2	13,4	14,4	13,8	14,7
SO ₂ totale (mg/L)	84,8	84,2	84,5	84,8	91,8	89,6	92,8	92,5
Acetaldeide (mg/L)	35,9	36,0	36,8	38,8	39,0	38,8	38,6	38,5
Ac. ascorbico (mg/L)	4,6	5,6	6,1	6,1	14,3	12,1	14,6	12,1
Parametri del colore								
Assorb. 420 nm (1 cm)	0,118	0,122	0,120	0,120	0,113	0,123	0,105	0,117
CIE-CIELAB								
Y%	0,95	0,95	0,96	0,96	0,93	0,96	0,96	0,96
S%	6,78	6,78	7,29	7,16	8,01	7,39	7,07	6,83
λ dominante	574	574	574	574	575	574	574	573
L	97,99	97,99	98,42	98,46	97,22	98,47	98,45	98,53
h	-1,36	-1,36	-1,36	-1,36	-1,41	-1,36	-1,38	-1,34
C	7,59	7,59	8,17	8,03	8,70	8,32	7,86	7,73
TEMPERATURA DI CANTINA								
	Sint. PI. 1	Sint. PI. 2	Sint. Cor. 1	Sint. Cor. 2	Sug. PI. 1	Sug. PI.2	Sug. Cor. 1	Sug. Cor. 2
pH	3,35	3,35	3,35	3,34	3,35	3,34	3,36	3,36
SO ₂ libera (mg/L)	10,2	10,2	10,9	11,2	9,6	10,2	12,8	14,4
SO ₂ totale (mg/L)	92,2	91,2	92,2	90,6	89,0	86,4	92,8	93,1
acetaldeide (mg/L)	39,7	39,6	39,4	39,5	39,2	39,2	38,9	39,2
ac.ascorbico (mg/L)	6,5	6,5	7,1	8,3	14,3	16,7	22,3	26,9
Parametri del colore								
assorb. 420 nm (1 cm)	0,097	0,094	0,094	0,096	0,105	0,104	0,103	0,099
CIE-CIELAB								
Y%	0,98	0,97	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97
S%	5,78	5,87	5,54	6,19	6,05	6,21	6,28	5,85
λ dominante	574	574	573	574	574	574	574	574
L	99,09	98,72	98,50	98,57	99,01	98,71	98,75	98,76
h	-1,36	-1,38	-1,32	-1,37	-1,37	-1,39	-1,39	-1,37
C	6,55	6,59	6,37	6,94	6,80	6,93	7,01	6,57



caso che il test risulta statisticamente significativo, viene anche richiesto all'assaggiatore di esprimere una preferenza tra i due campioni a confronto. Anche in questo caso, si utilizzano apposite tabelle per avere un responso statistico.

Era prevista anche l'esecuzione di un test dell'ordinamento tra i 4 prodotti, separatamente per ogni condizione di conservazione (in cantina e a temperatura ambiente). In questo tipo di test si richiede

al gruppo di ordinare i vini secondo la gradevolezza, dal meno al più gradevole (la gradevolezza aumenta a mano a mano che aumenta la somma dei ranghi). I risultati ottenuti in questo lavoro sono stati elaborati statisticamente con test non parametrico di Quade ($p=95\%$), abbinato al metodo dei confronti multipli (Conover, 1980). Le analisi sensoriali sono state eseguite utilizzando il gruppo di assaggio costituito dal personale tecnico-scientifico dell'Istituto Sperimentale per l'Enologia; il numero degli degustatori è variato da 12 a 19, da un assaggio all'altro.

Risultati

In nessun caso sono stati notati fenomeni di colatura riguardanti i tappi sintetici o quelli di sughero.

In generale, si è notata una buona ripetibilità analitica tra le bottiglie dello stesso tipo per quanto riguarda le analisi chimico-fisiche.

Si può dire che con le chiusure tradizionali non è stata osservata una costanza della qualità del vino, in-

ciani monomeri), di dAT (frazione dell'assorbanza a 520 nm dovuta ai pigmenti polimerici decolorabili dalla SO₂) e di dTAT (frazione dell'assorbanza a 520 nm dovuta ai pigmenti polimerici non decolorabili dalla SO₂), secondo i metodi di Di Stefano e Cravero (1989). Le analisi sensoriali prevedevano l'esecuzione di test discriminanti (duo-trio test) tra tutti i vini tappati con due tipi di tappo diversi (sintetico e sughero) e nelle due posizioni (in piedi e coricate), separatamente per ogni condizione di conservazione (in cantina e a temperatura ambiente). L'adozione del test duo-trio, uno specifico procedimento di analisi discriminativa, consente di rilevare eventuali differenze di ordine sensoriale tra due prodotti, da parte di un gruppo di assaggio. In base al numero degli assaggiatori e in riferimento ad apposite tabelle è possibile dare significato statistico al responso emesso dai giudici, con un margine di errore del 5% ($p=95\%$) o dell'1% ($p=99\%$). In genere, si prende in considerazione l'errore del 5%. Nel

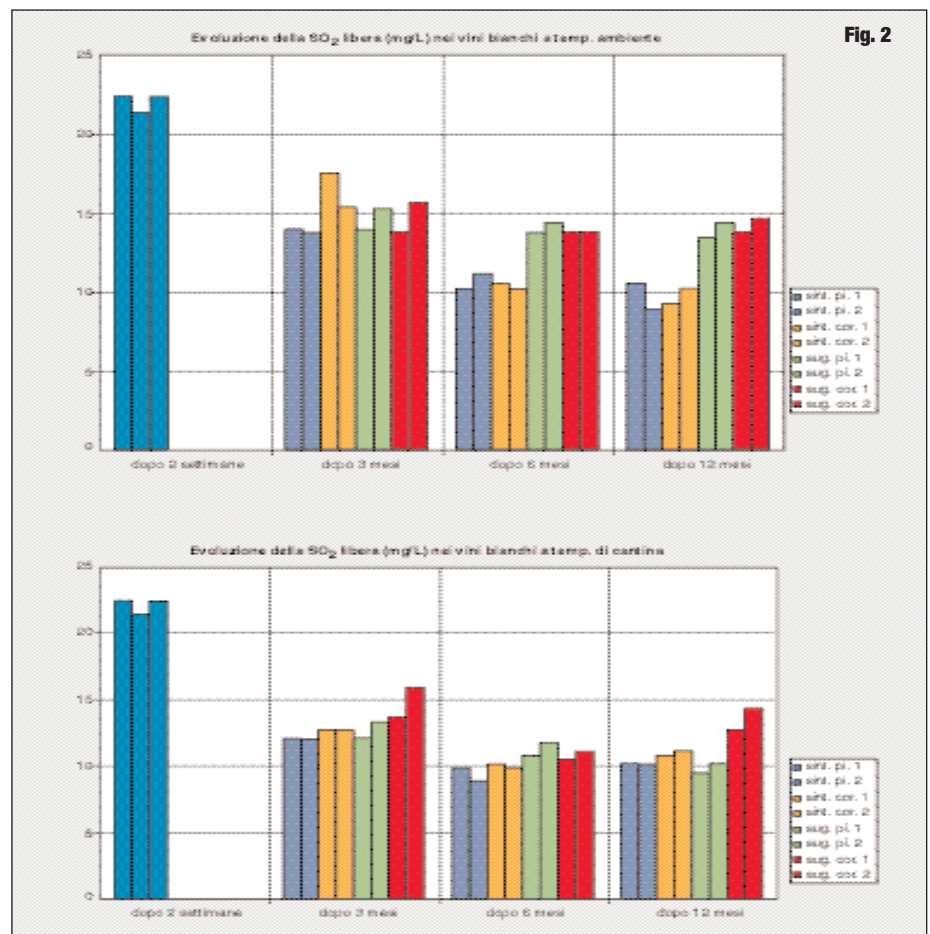
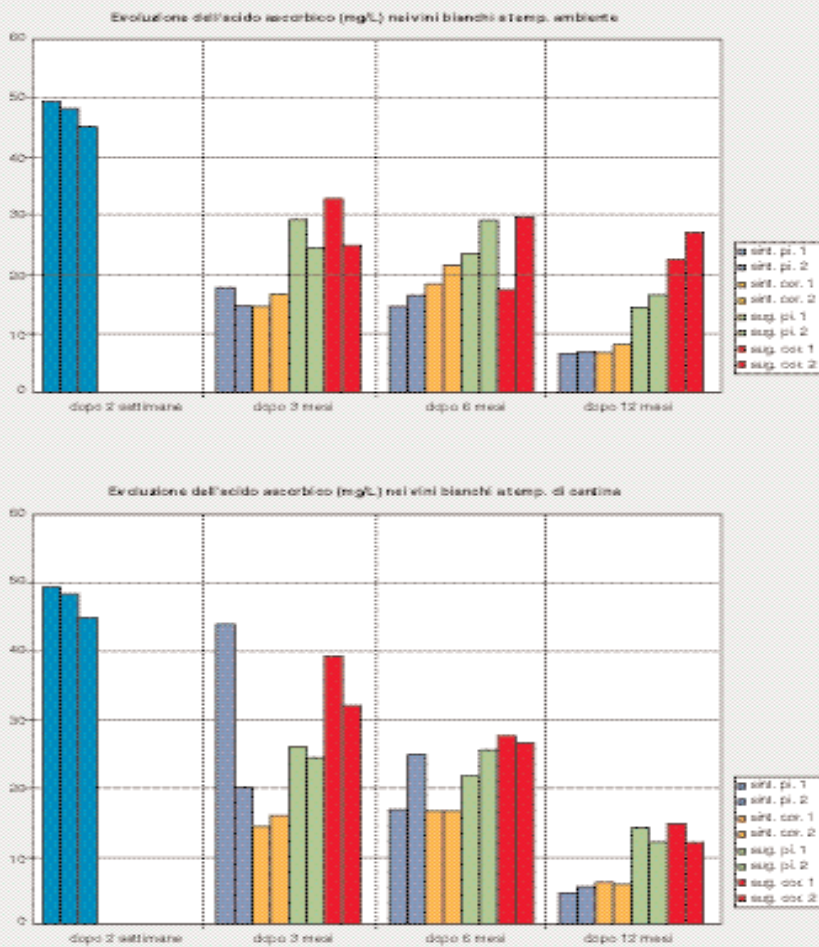


Fig. 3



fatti, nel corso delle analisi sensoriali si sono rilevate un certo numero di bottiglie tappate con sughero che presentavano evidenti difetti dovuti al tappo (odore di "tappo", di muffa ecc.), che sono state eliminate.

Vino bianco

Nelle tabelle 2 e 3 riportiamo i dati relativi ai controlli fisico-chimici eseguiti all'inizio della prova e dopo 12 mesi di conservazione, in cantina e a temperatura ambiente. Ai fini di meglio comprendere il comportamento dei vini nel tempo, abbiamo considerato l'evoluzione del tenore di alcuni parametri importanti per la valutazione dell'ossidazione: acetaldeide, SO₂ totale e libera, acido ascorbico, assorbanza a 420 nm.

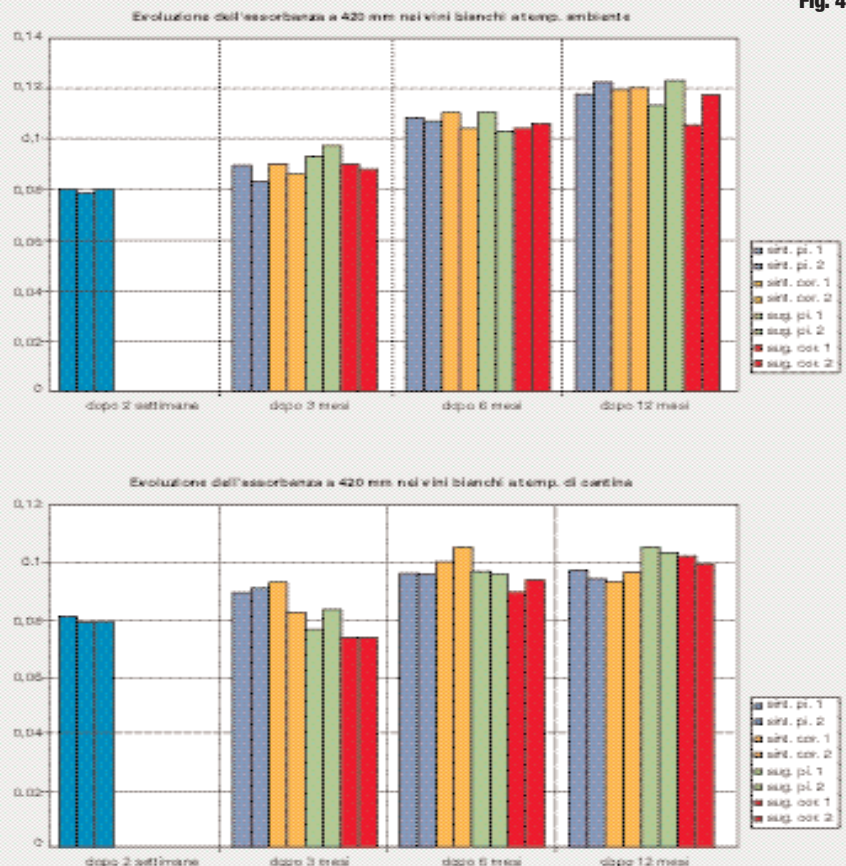
Il tenore di acetaldeide non si modifica nel tempo, né a temperatura di cantina né a temperatura ambiente e non si evidenziano neppure differenze quantitative dovute al tipo di tappo

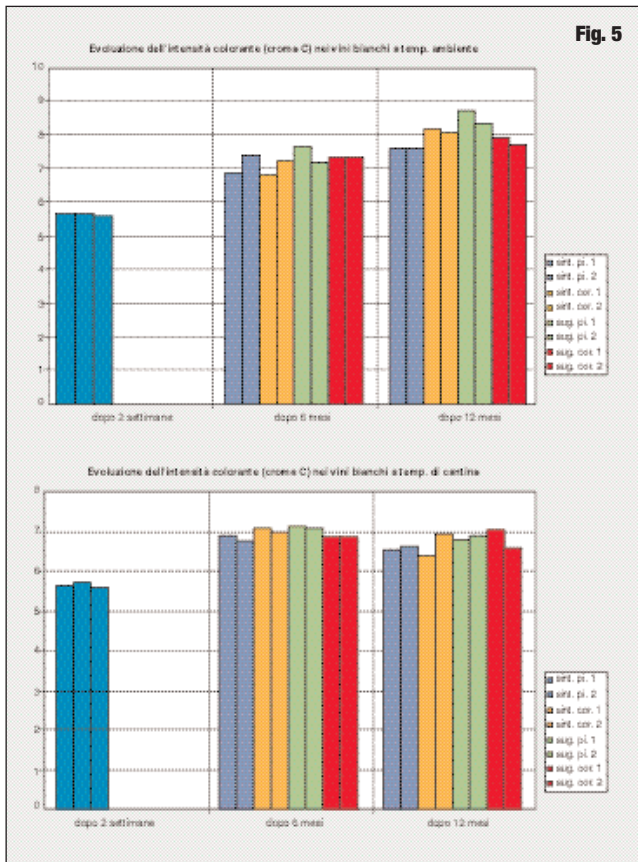
(tab. 2 e 3). Il tenore in SO₂ totale (fig. 1) diminuisce nel corso dei 12 mesi, in maniera leggermente superiore a temperatura ambiente rispetto alla cantina, come ci si aspetterebbe, date le non ottimali condizioni di conservazione.

Anche il tenore in SO₂ libera (fig. 2), che inizialmente è di poco superiore a 20 mg/L, diminuisce nel tempo, senza differenze tra i dati dopo 6 e 12 mesi in entrambe le condizioni di conservazione. Come si può osservare, le bottiglie tappate con sughero sembrano avere la tendenza a conservare una quantità maggiore di SO₂ libera, soprattutto se conservate coricate; tale fenomeno è più evidente a temperatura ambiente.

L'acido ascorbico (fig. 3), altra sostanza antiossidante aggiunta ai vini bianchi, si comporta in maniera analoga alla SO₂ libera e il suo tenore diminuisce maggiormente nelle bottiglie tappate con sintetici, rispetto a quelle con sughero, soprattutto se coricate, a temperatura ambiente e in cantina.

Fig. 4





Dall'esame degli altri parametri relativi allo studio del colore, elencati nelle tabelle, non si hanno altre informazioni; riportiamo nella fig. 5, soltanto l'evoluzione nel tempo del croma (=C), cioè dell'intensità del colore. Anche da questi dati si vede che vi è un'evoluzione del colore verso toni più intensi, dovuta al trascorrere del tempo, maggiore a temperatura ambiente, e minore in cantina, indipendentemente dal tipo di tappo utilizzato. Dai dati chimico-fisici si può quindi dedurre che, come già riportato da altri autori (Chattonet *et al.*, 2000), i

tappi sintetici sembrano comportare una maggiore diminuzione dei tenori in SO₂ libera e totale e in acido ascorbico, nonostante le quantità di questi antiossidanti, anche dopo 12 mesi di conservazione, siano ancora ampiamente accettabili; infatti, il fenomeno

L'aumento dell'assorbanza a 420 nm (fig. 4) indica un'ossidazione del vino, che si manifesta con un'evoluzione del colore verso toni più gialli. Il vino si è ossidato in misura maggiore a temperatura ambiente, ma non in funzione del tappo.

non si ripercuote a livello di ossidazione, in quanto i vini tappati con sintetico non sono più ossidati degli altri.

Analisi sensoriale

Dopo 3 mesi (tab. 4) nelle prove a temperatura ambiente sono risultati statisticamente significativi i confronti tra sughero coricato e sintetico in piedi e tra sughero e sintetico coricati, mentre a temperatura di cantina solo quello tra sughero e sintetico in piedi. Per quanto riguarda il test dell'ordinamento per la gradevolezza (fig. 6), a temperatura di cantina non è stata rilevata nessuna differenza significativa; a temperatura ambiente il sughero coricato è risultato significativamente meno gradevole degli altri tre, il sintetico coricato più gradevole dei sugheri e il sintetico in piedi più gradevole del sughero coricato.

I dati sulla gradevolezza confermano le differenze rilevate nei duo-trio test: infatti, sembra che il vino tappato con sughero e conservato coricato risulti distinguibile e meno gradevole rispetto agli altri.

Dopo 6 mesi (tab. 5) a temperatura ambiente solo il confronto "sintetico in piedi e coricato" non è risultato significativo. A temperatura di cantina sono risultati significativi i confronti tra sinte-

Tab. 4 - Risultati dei duo-trio test dopo 3 mesi

Vino bianco conservato a temperatura ambiente							
Campioni confrontati	Data di assaggio	Duo-trio test			Test di preferenza		
		n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	Risposte corrette	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	n° delle risposte
Sintetico in piedi - sintetico coricato	16/10/2001	12	10	7 n.s.	-	-	- -
Sintetico in piedi - sughero coricato	30/10/2001	16	12	14*	15	12	n.s.
Sughero coricato - sintetico coricato	30/10/2001	16	12	13*	15	12	n.s.
Sughero in piedi - sintetico in piedi	31/10/2001	16	12	10 n.s.	-	-	-
Vino bianco conservato a temperatura di cantina							
Campioni confrontati	Data di assaggio	Duo-trio test			Test di preferenza		
		n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	Risposte corrette	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	n° delle risposte
Sintetico in piedi - sintetico coricato	06/11/2001	15	12	7 n.s.	-	-	-
Sintetico in piedi - sughero coricato	06/11/2001	15	12	7 n.s.	-	-	-
Sughero coricato - sintetico coricato	13/11/2001	17	13	10 n.s.	-	-	-
Sughero in piedi - sintetico in piedi	13/11/2001	17	13	13*	17	13	n.s.

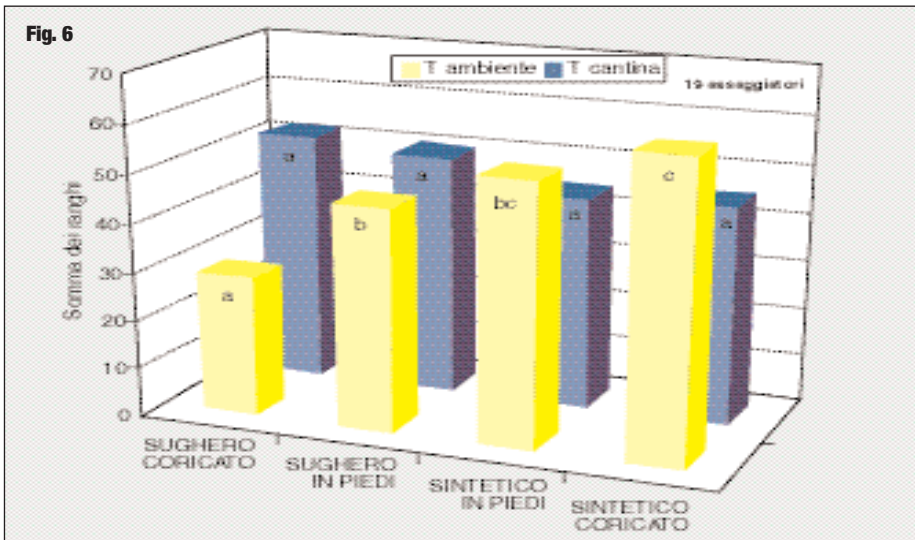


Fig. 6: Risultati del test dell'ordinamento per la gradevolezza dei vini bianchi dopo 3 mesi (Test di Quade: lettere diverse indicano vini differenti per p=95%)

tico in piedi e sughero coricato e tra sintetico e sughero in piedi.

Tuttavia, nessun test di preferenza è risultato significativo. Infatti, anche nel test dell'ordinamento per la gradevolezza, dove tutte le prove sono contemporaneamente presenti, non sono state rilevate differenze statisticamente significative, a temperatura di cantina e a temperatura ambiente. Nonostante i vini siano risultati riconoscibili nei test discriminanti, a livello di gradevolezza gli assaggiatori non hanno espresso preferenze statisticamente rilevabili.

Dopo 12 mesi a temperatura ambiente solo il sughero in piedi è risultato si-

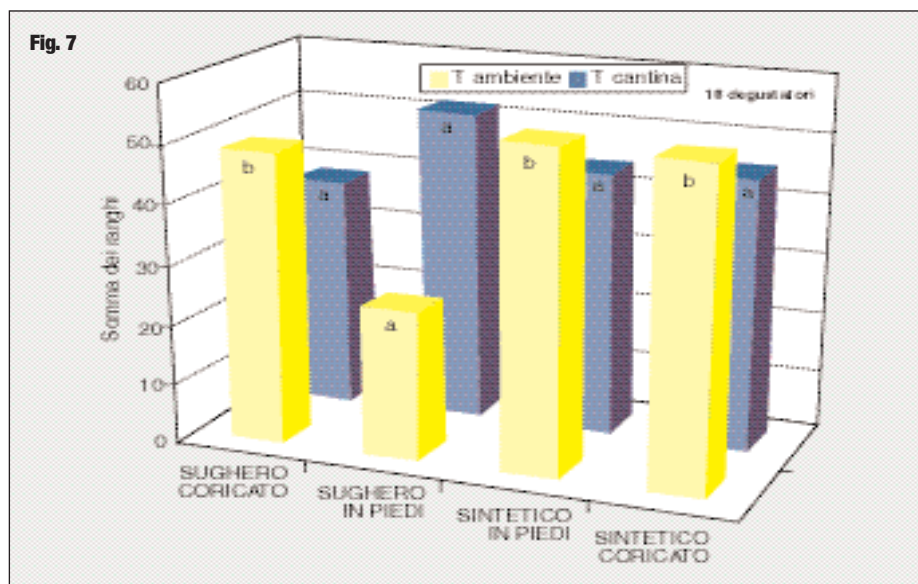


Fig. 7: Risultati del test dell'ordinamento per la gradevolezza dei vini bianchi dopo 12 mesi (Test di Quade: lettere diverse indicano vini differenti per p=95%)

Tab. 5 - Risultati dei duo-trio test dopo 6 mesi

Vino bianco conservato a temperatura ambiente							
Campioni confrontati	Data di assaggio	Duo-trio test			Test di preferenza		
		n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	Risposte corrette	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	n° delle risposte
Sintetico in piedi - sintetico coricato	23/01/2002	15	12	5 n.s.	-	-	-
Sintetico in piedi - sughero coricato	06/02/2002	18	13	13*	16	13	n.s.
Sughero coricato - sintetico coricato	06/02/2002	18	13	13*	12	10	n.s.
Sughero in piedi - sintetico in piedi	17/01/2001	18	13	14*	17	13	n.s.
Vino bianco conservato a temperatura di cantina							
Campioni confrontati		Duo-trio test			Test di preferenza		
		n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	Risposte corrette	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	n° delle risposte
Sintetico in piedi - sintetico coricato	07/02/2002	16	12	11 n.s.	-	-	-
Sintetico in piedi - sughero coricato	08/02/2002	17	13	13*	14	12	n.s.
Sughero coricato - sintetico coricato	08/02/2002	17	13	11 n.s.	-	-	-
Sughero in piedi - sintetico in piedi	07/02/2002	16	12	12*	14	12	n.s.

gnificativamente diverso dal sintetico in piedi (con 15 risposte corrette su 16) e significativamente meno preferito (con 12 preferenze su 15 per la prova sintetico in piedi), mentre a temperatura di cantina nessun confronto ha dato luogo a differenze significative.

Il test dell'ordinamento (fig. 7) per i vini conservati a temperatura di cantina non evidenzia differenze significative per la gradevolezza; a

temperatura ambiente, il sughero in piedi è risultato significativamente meno gradevole delle altre tre prove.

Tale giudizio è in accordo con i risultati del duo-trio test e del test di preferenza (confronto con il sintetico in piedi) e anche con i valori del croma (intensità del colore), che sono leggermente più elevati per questo tipo di prodotto (sughero in piedi a temperatura ambiente).

Probabilmente quest'ultimo è la tesi che si è conservata peggio, ma è auspicabile che nella pratica non si adotti tale condizione di conservazione.

Vino rosso

Nelle tabelle 6 e 7 presentiamo i dati relativi ai controlli fisico-chimici eseguiti all'inizio della prova e dopo 18 mesi di conservazione, in cantina e a temperatura ambiente. Ai fini di meglio comprendere il comportamento dei vini nel tempo, abbiamo considerato l'evoluzione del tenore di alcuni parametri importanti per la valutazione dell'ossidazione: acetaldeide, SO₂ totale e libera, concentrazione di antociani totali e monomeri, intensità colorante e tonalità colorante, evoluzione di dAI, dTAT e dAT al pH del vino e a pH=0,6.

I valori dell'acetaldeide dopo 18 mesi (tab. 7) si modificano di poco rispetto a quelli determinati all'inizio (tab. 6): vi è una diminuzione dovuta alla combinazione con i polifenoli.

Il tenore in SO₂ totale (fig. 8) delle bottiglie tappate con sintetico e conservate coricate tende ad avere valori più bassi rispetto alle altre, fenomeno più evidente a temperatura ambiente.

La SO₂ libera (fig. 9) ha un comportamento simile a quello osservato per i bianchi (fig. 2), parte da valori di 16 mg/L, diminuisce nel tempo sino a raggiungere valori intorno ai 5 mg/L dopo 18 mesi.

Le bottiglie tappate con sughero sembrano avere la tendenza a conservare una quantità di SO₂ libera superiore rispetto a quelle tappate con tappo sintetico; questo fatto è più evidente nelle bottiglie conservate a temperatura ambiente e sino a 12 mesi, nell'ultimo controllo tali differenze si attenuano.

Non si evidenzia un diverso comportamento tra le bottiglie in piedi e quelle coricate.

L'evoluzione del tenore in antociani

Tab. 6 - Analisi eseguite a due settimane dall'imbottigliamento su 3 bottiglie di vino rosso

	Valore medio	Deviazione standard
Alcol %	12,7	0,03
Estratto (g/L)	27,4	1,68
pH	3,53	0,01
Acidità totale (g/L)	5,60	0,09
Acidità volatile (g/L)	0,34	0,02
Acido tartarico (g/L)	2,1	0,06
Acido malico (g/L)	0,1	0,00
Acido lattico (g/L)	1,4	0,01
SO ₂ libera (mg/L)	16,0	0,00
SO ₂ totale (mg/L)	73,3	1,15
Acetaldeide (mg/L)	28,9	0,81
Proantocianidine (mg/L)	2488	144
Polifenoli totali (mg/L)	2022	47
Catechine (mg/L) reattive alla vanillina	1152	105
Antociani monomeri (mg/L)	114	2
Antociani totali (mg/L)	234	3
Flavonoidi totali (mg/L)	1668	18
pH vino		
dAI %	7,06	0,23
dAT %	51,06	0,28
dTAT %	41,88	0,14
pH=0		
dAI% pH=0	37,23	0,16
dAT% pH=0	42,66	0,16
dTAT% pH=0	20,11	0,11
E'_{420}/E'_{520}	0,73	0,001
$E'_{420}+E'_{520}$	0,79	0,003
$(E'_{420}-E'_{520})/E'_{420}$	-0,38	0,002
λ max	523	0,58
Intens.colorante ($E_{420}+E_{520}$)	0,79	0,003
Tonalità colorante (E_{420}/E_{520})	0,73	0,001
$(E_{420}-E_{520})/E_{420}$	-0,38	0,002

Tab. 7 - Analisi eseguite dopo 18 mesi dall'imbottigliamento-vini rossi

TEMPERATURA DI CANTINA								
	sint in piedi 1	sint in piedi 2	sint cor 1	sint cor 2	sug in piedi 1	sug in piedi 1	sug cor 1	sug cor 2
Antociani totali (mg/L)	115	117	111	126	118	114	127	120
λ max Ant.Tot.	530	529	528	530	531	531	533	532
Antociani monomeri (mg/L)	42	49	53	43	28	25	45	45
λ max Ant. mon.	530	531	531	530	533	533	532	533
Flavonoidi totali (mg/L)	1465	1374	1422	1459	1474	1489	1491	1485
Vino tal quale								
λ Max	515	517	514	514	514	515	514	515
Intensità colorante (E ₄₂₀ +E ₅₂₀)	0,739	0,749	0,775	0,733	0,696	0,727	0,653	0,702
Tonalità colorante (E ₄₂₀ E ₅₂₀)	0,861	0,822	0,877	0,740	0,740	0,750	0,860	0,866
(E ₄₂₀ -E ₅₂₀)/E ₄₂₀	-0,161	-0,217	-0,140	-0,166	-0,147	-0,141	-0,163	-0,155
pH	3,52	3,52	3,52	3,51	3,50	3,50	3,52	3,51
SO ₂ libera (mg/L)	7,0	5,4	5,4	4,8	5,1	5,4	9,6	6,4
SO ₂ totale (mg/L)	44,8	43,2	32,0	30,4	44,8	42,2	44,8	48,0
acetaldeide (mg/L)	22,9	23,1	23,0	23,1	22,6	22,0	21,6	20,7
pH vino								
dAI %	3,78	5,29	5,57	4,79	2,96	2,58	3,99	4,77
dAT %	35,01	32,24	31,48	33,00	28,49	35,66	30,48	31,30
dTAT %	61,21	62,47	62,95	62,22	68,55	61,76	65,53	63,93
pH=0								
dAI% pH=0	28,87	32,83	37,40	29,16	19,83	18,25	29,89	30,95
dAT% pH=0	37,35	31,60	23,76	36,50	48,98	47,15	43,00	38,12
dTAT% pH=0	30,78	35,57	38,84	34,33	31,20	34,60	27,11	30,93
E' ₄₂₀ /E' ₅₂₀	0,74	0,74	0,78	0,72	0,73	0,75	0,68	0,72
E' ₄₂₀ +E' ₅₂₀	0,95	0,95	0,95	0,95	0,92	0,91	0,95	0,94
(E' ₄₂₀ -E' ₅₂₀)/E' ₄₂₀	-0,36	-0,36	-0,28	-0,39	-0,37	-0,33	-0,47	-0,40
TEMPERATURA DI CANTINA								
	sint in piedi 1	sint in piedi 2	sint cor 1	sint cor 2	sug in piedi 1	sug in piedi 2	sug cor 1	sug cor 2
Antociani totali (mg/L)	136	134	131	134	146	135	134	143
λ max Ant.Tot.	532	533	533	533	534	534	533	534
Antociani monomeri (mg/L)	36	36	58	58	57	64	61	54
λ max Ant.mon.	536	534	536	535	535	537	536	537
Flavonoidi totali (mg/L)	1505	1516	1461	1502	1551	1512	1502	1493
Vino tal quale								
λ max	516	517	517	517	517	517	517	517
Intensità colorante (E ₄₂₀ +E ₅₂₀)	0,754	0,749	0,752	0,794	0,720	0,693	0,699	0,699
Tonalità colorante (E ₄₂₀ E ₅₂₀)	0,823	0,822	0,817	0,840	0,829	0,817	0,816	0,820
(E ₄₂₀ -E ₅₂₀)/E ₄₂₀	-0,215	-0,217	-0,224	-0,190	-0,206	-0,223	-0,226	-0,220
pH	3,50	3,50	3,50	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
SO ₂ libera (mg/L)	7,7	5,1	4,8	3,8	8,0	6,7	6,7	8,3
SO ₂ totale (mg/L)	44,8	41,6	32,0	38,4	49,6	49,3	51,2	50,0
acetaldeide (mg/L)	23,2	23,0	22,8	23,0	21,2	21,0	20,7	20,7
pH vino								
dAI %	2,91	3,65	6,52	6,73	5,33	6,82	6,49	4,95
dAT %	37,77	37,71	34,30	32,48	33,25	34,38	35,32	35,94
dTAT %	59,32	58,64	59,18	60,79	61,42	58,79	58,18	59,11
pH=0								
dAI% pH=0	21,47	21,86	37,21	37,25	35,47	40,38	39,46	33,60
dAT% pH=0	49,18	50,12	32,89	33,77	39,15	33,27	34,25	38,22
dTAT% pH=0	29,35	28,02	29,90	28,98	25,38	26,36	26,29	28,19
E' ₄₂₀ /E' ₅₂₀	0,066	0,656	0,672	0,667	0,634	0,627	0,666	0,625
E' ₄₂₀ +E' ₅₂₀	1,041	1,034	0,98	0,976	0,987	0,970	0,968	0,982
(E' ₄₂₀ -E' ₅₂₀)/E' ₄₂₀	-0,524	-0,525	-0,498	-0,499	-0,578	-0,594	-0,501	-0,599

Fig. 8

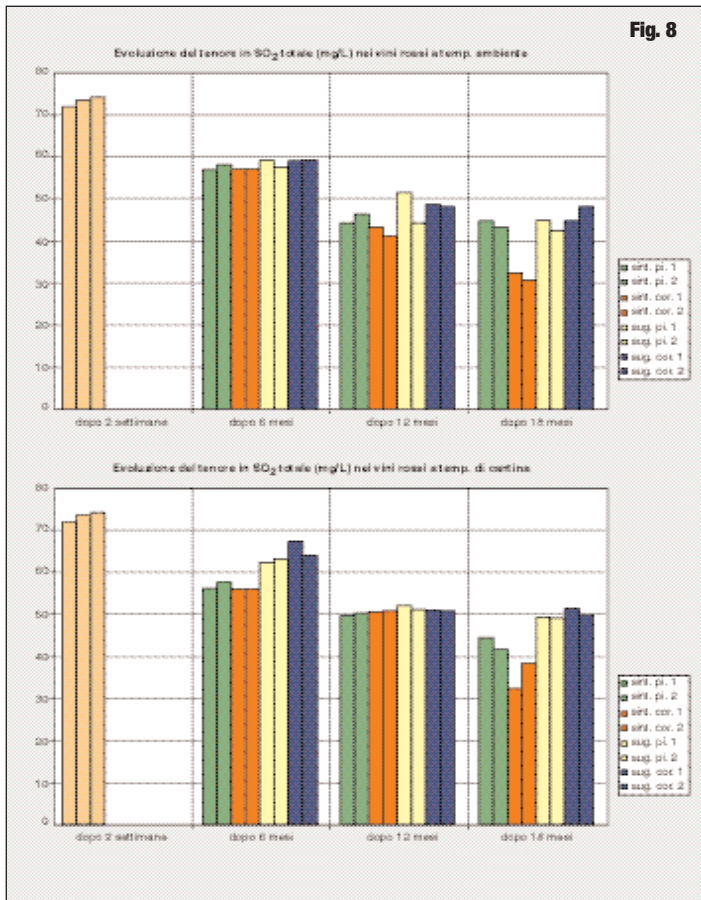
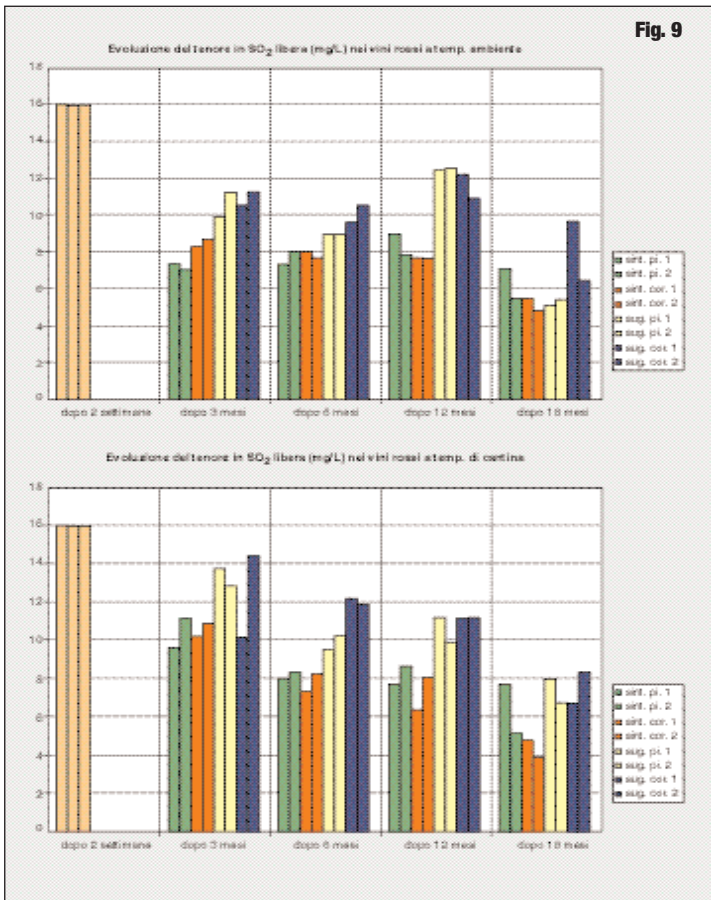
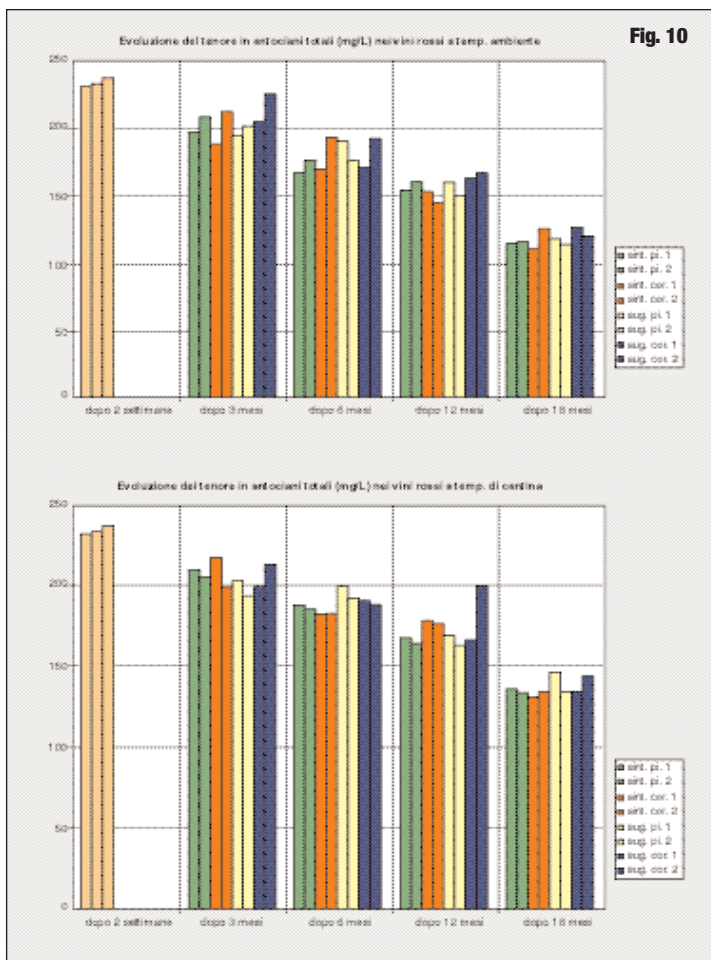


Fig. 9



totali (fig. 10) e monomeri (fig. 11) corrisponde al normale invecchiamento del vino, con una minor diminuzione in cantina, ma senza alcuna influenza del tipo di tappo. Discorso analogo vale anche per l'intensità colorante (fig. 12) e la tonalità (fig. 13), come pure per dAI, dAT e dTAT al pH del vino e a pH=0,6 (tab. 6 e 7). La diminuzione della frazione dAL è dovuta alla progressiva polimerizzazione degli antociani monomeri durante la conservazione del vino. Dai dati chimico-fisici risulta che i tappi sintetici sembrano determinare una maggiore diminuzione dei tenori in SO₂ libera e totale. Questo non si ripercuote a livello di ossidazione, in quanto non sembra

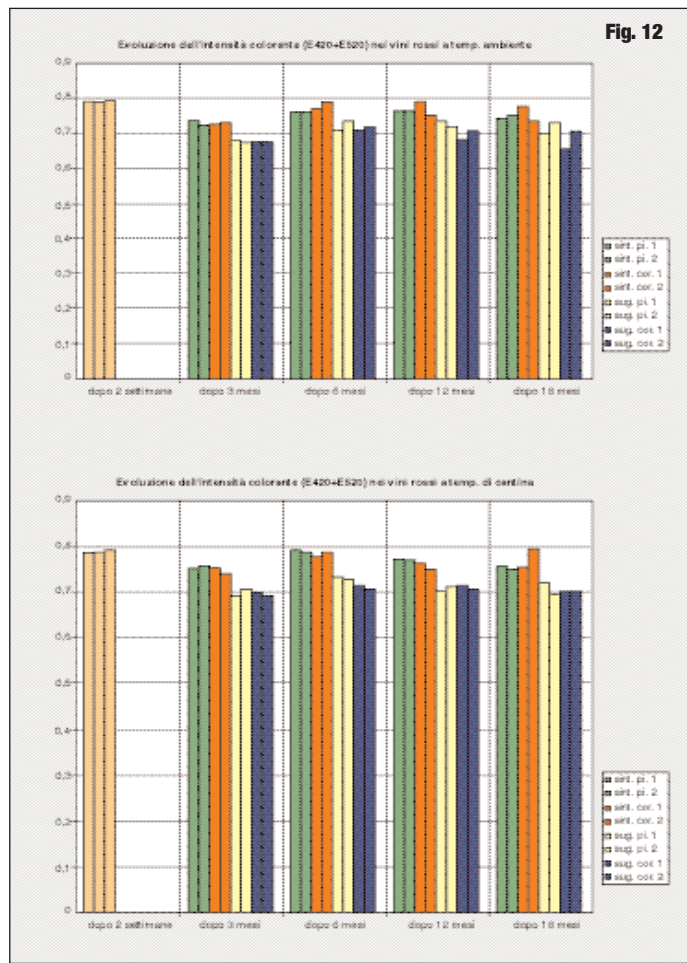
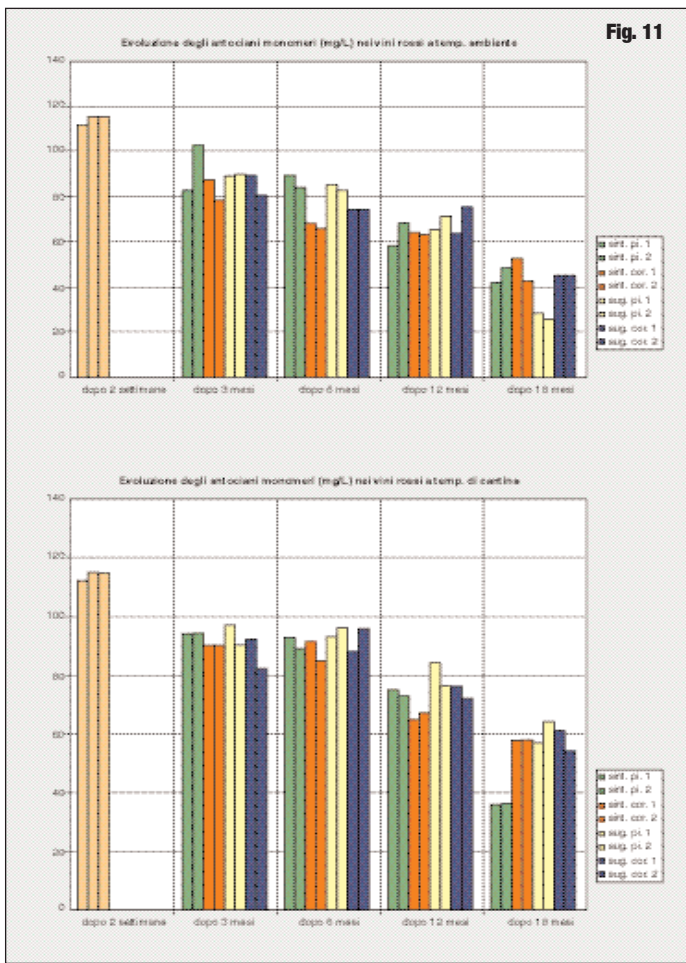
Fig. 10



che i vini tappati con sintetico siano più ossidati degli altri, anzi se osserviamo l'intensità colorante (fig. 12) hanno una lieve tendenza ad avere valori leggermente superiori ai vini con chiusura in sughero, in entrambi gli ambienti di conservazione.

Analisi sensoriale

Dopo 3 mesi il confronto tra sughero e sintetico in piedi è risultato significativo nelle prove a temperatura ambiente, con 12 risposte corrette su 15, e tra sughero e sintetico coricato a temperatura di cantina, con 12 risposte corrette su 15; in entrambi i casi il test di preferenza non ha dato risultati significativi. Nel test dell'ordinamento per la gradevolezza,



a temperatura ambiente il sughero in piedi è risultato significativamente meno gradevole rispetto alle altre tre prove, a conferma dei risultati del duo-trio test. Nessuna differenza, invece, per i vini conservati in cantina. Questi risultati confermano la scarsa riconoscibilità dei prodotti. Dopo 6 mesi (tab. 8) nessuna prova è risultata significativa per le tesi conservate in cantina, mentre a temperatura ambiente solo il confronto sintetico in piedi e sintetico coricato non è risultato significativo. Al test dell'ordinamento (fig. 14) il sughero e il sintetico coricato sono risultati equivalenti per la gradevolezza e signi-



ficativamente meno gradevoli del sughero e del sintetico in piedi a temperatura ambiente. Per le prove conservate in cantina non si è evidenziata alcuna preferenza statisticamente significativa. Dopo 12 mesi a temperatura ambiente nessun test è risultato significativo, mentre a temperatura di cantina i confronti tra sughero e sintetico coricato in piedi sono risultate significative, entrambe con 13 risposte corrette su 16. Gli assaggiatori hanno preferito in maniera statisticamente significativa il sintetico coricato rispetto al sughero coricato, con 13 preferenze su 16 e il sintetico in piedi rispetto al sughero in piedi, con

Tab. 8 - Risultati dei duo-trio test dopo 6 mesi

Vino rosso conservato a temperatura ambiente							
Campioni confrontati	Duo-trio test			Test di preferenza			
	Data di assaggio	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	Risposte corrette	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	n° delle risposte
Sintetico in piedi - sintetico coricato	23/01/2002	15	12	6 n.s.	–	–	–
Sintetico in piedi - sughero coricato	28/01/2002	18	13	13*	16	13	n.s.
Sughero coricato - sintetico coricato	28/01/2002	18	13	14*	18	14	n.s.
Sughero in piedi - sintetico in piedi	31/01/2002	16	12	12*	16	13	n.s.

Vino rosso conservato a temperatura di cantina							
Campioni confrontati	Duo-trio test			Test di preferenza			
		n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	Risposte corrette	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	n° delle risposte
Sintetico in piedi - sintetico coricato	30/01/2002	16	12	5 n.s.	–	–	–
Sintetico in piedi - sughero coricato	30/01/2002	16	12	7 n.s.	–	–	–
Sughero coricato - sintetico coricato	29/01/2002	18	13	11 n.s.	–	–	–
Sughero in piedi - sintetico in piedi	29/01/2002	18	13	12 n.s.	–	–	–

12 preferenze su 15. Tuttavia, nel test dell'ordinamento per la gradevolezza, dove il confronto riguardava i quattro vini,

non si sono evidenziate differenze statisticamente significative tra i prodotti. Dopo 18 mesi di conservazione

(tab. 9) quasi tutti i confronti con duo-trio test sono risultati significativi, non si rilevano differenze significative solo tra i sintetici conservati in piedi e coricati in entrambe le condizioni ambientali di conservazione.

Quasi sempre, la preferenza è risultata significativa e a favore dei vini tappati con tappo sintetico.

Per quanto riguarda il test dell'ordinamento per la gradevolezza (fig. 15), in entrambe le condizioni ambientali il sughero coricato è risultato significativamente meno gradevole degli altri tre.

Non si è evidenziata alcuna differenza di gradevolezza tra gli altri campioni, nonostante quanto osservato nei duo-trio test.

Dopo 18 mesi la situazione è cambiata a livello di gradevolezza e anche per i test discriminanti.

Conclusioni

Vino bianco

Se consideriamo i risultati delle esperienze descritte, possiamo rilevare che, a prescindere dal tipo di vino e dall'ambiente, durante la

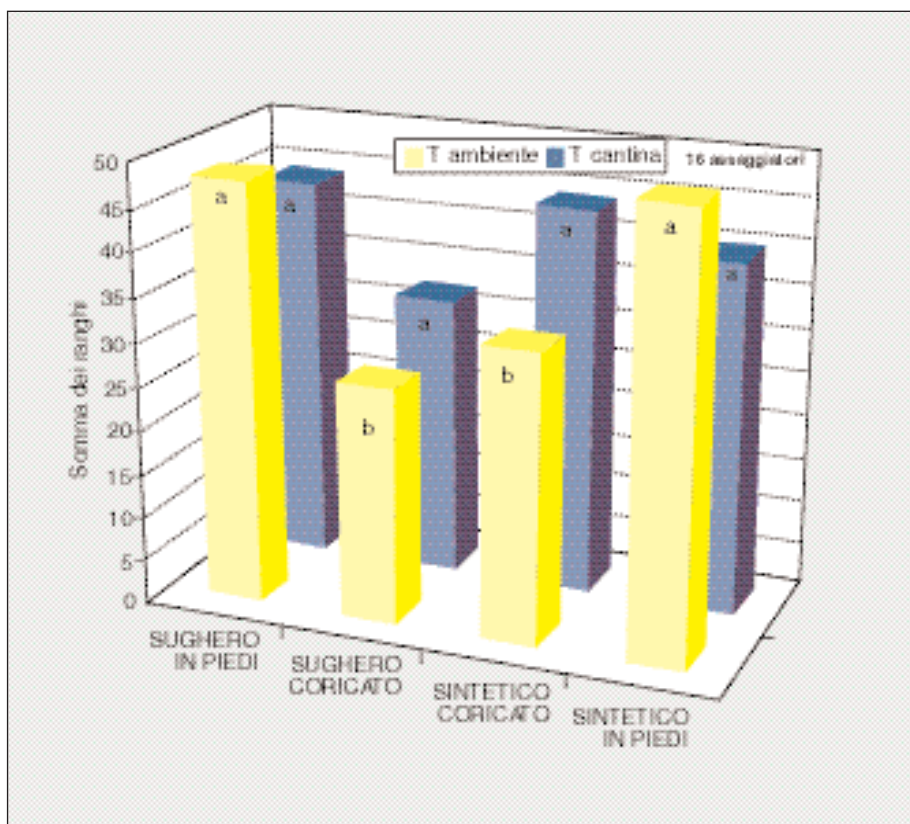


Fig. 14: Risultati del test dell'ordinamento per la gradevolezza dei vini rossi dopo 6 mesi (Test di Quade: lettere diverse indicano vini differenti per p=95%)

Tab. 9 - Risultati dei duo-trio test dopo 18 mesi

Vino rosso conservato a temperatura ambiente							
Campioni confrontati	Data di assaggio	Duo-trio test			Test di preferenza		
		n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	Risposte corrette	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	n° delle risposte
Sintetico in piedi - sintetico coricato	16/01/2003	16	12	8 n.s.	-	-	-
Sintetico in piedi - sughero coricato	15/01/2003	16	12	15*	14	12	12* per sint piedi
Sughero coricato - sintetico coricato	16/01/2003	16	12	15*	15	12	13* per sint cor
Sughero in piedi - sintetico in piedi	15/01/2003	16	12	12*	14	12	12* per sint piedi
Vino rosso conservato a temperatura di cantina							
Campioni confrontati	Data di assaggio	Duo-trio test			Test di preferenza		
		n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	Risposte corrette	n° assaggiatori	Livello di probabilità (p = 95%)	n° delle risposte
Sintetico in piedi - sintetico coricato	20/01/2003	16	12	7 n.s.	-	-	-
Sintetico in piedi - sughero coricato	17/01/2003	16	12	14*	14	12	n.s.
Sughero coricato - sintetico coricato	20/01/2003	16	12	14*	16	13	13* per sint cor
Sughero in piedi - sintetico in piedi	17/01/2003	16	12	13*	15	12	12* per sint in piedi

conservazione si verifica un momento in cui si osserva una diversificazione delle caratteristiche sensoriali dei prodotti tappati con le due chiusure.

Per i vini bianchi conservati a temperatura ambiente questo momento si riscontra a partire dai tre mesi, mentre a temperatura di cantina bisogna aspettare sei mesi.

Tale fase di diversificazione viene neutralizzata attorno ai dodici mesi di conservazione.

Questa assenza di differenze potrebbe essere legata alla normale evoluzione di un vino bianco che spesso, dopo un anno di conservazione, ha già raggiunto il limite massimo di permanenza in bottiglia.

L'utilizzo di test discriminatori abbinati a test di preferenza ha evidenziato che pur riconoscendo differenze tra i vini osservati, tuttavia, non è mai stata statisticamente significativa la preferenza attribuita a questo o quel campione. Analoghe osservazioni

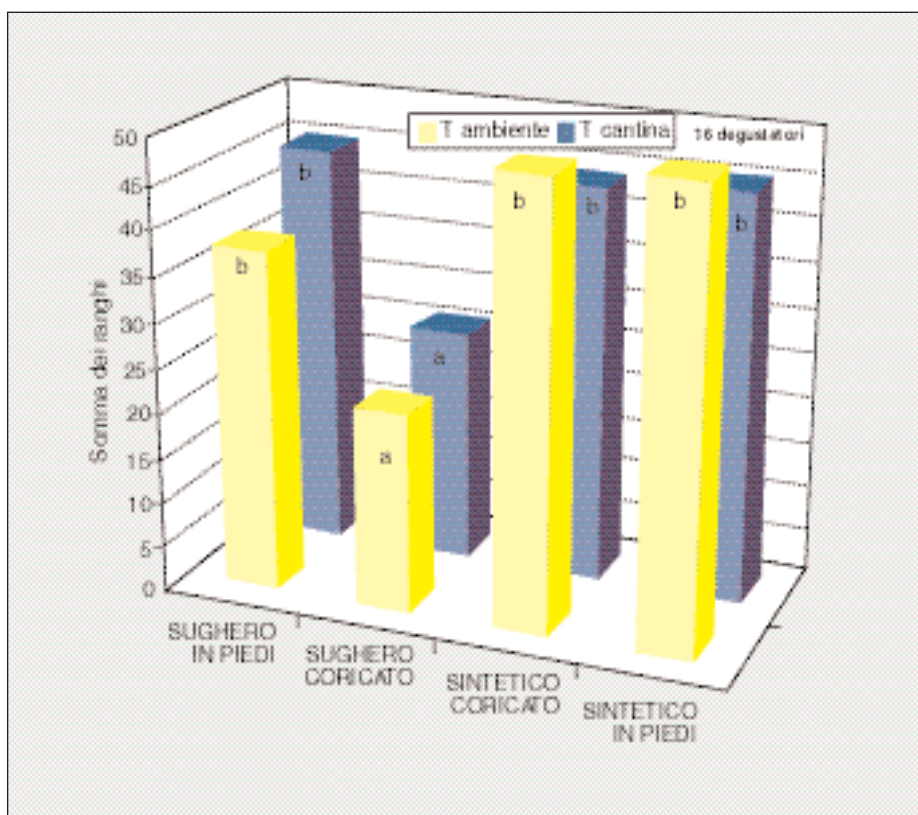


Figura 15: Risultati del test dell'ordinamento per la gradevolezza dei vini rossi dopo 18 mesi (Test di Quade: lettere diverse indicano vini differenti per p=95%)

possono essere fatte per i risultati emersi dall'impiego del test dell'ordinamento. Ciò significa che le differenze statisticamente significative osservate non indicano la comparsa di difetti, ma soltanto modalità evolutive diverse. Infatti, il tappo di sughero interagisce con il vino, modificandone le caratteristiche sensoriali, e questo ne permette il riconoscimento nel caso di confronti tramite test discriminatori.

Vino rosso

Nel caso dei vini rossi i prodotti con chiusure di sughero sono riconoscibili durante una certa fase dell'evoluzione del prodotto, prevalentemente per i vini conservati a temperatura ambiente e dopo 6 mesi.

Dopo un anno non si riscontrano più differenze, che diventano però di nuovo evidenti dopo 18 mesi, a temperatura ambiente e in cantina. Nell'ultimo controllo la preferenza è quasi sempre statisticamente significativa a favore del vino conservato con tappo sintetico.

Per la valutazione della gradevolezza espressa per confronto diretto delle 4 tesi, solo in due casi il test dell'ordinamento è risultato significativo per il primo anno di conservazione; mentre, dopo 18 mesi, in entrambi gli ambienti di conservazione, solo la prova "sughero coricato" è risultata essere la meno gradevole.

Anche nel caso del vino rosso, le differenze evidenziate a livello sensoriale con i duo-trio test sono dovute alle interazioni del tappo di sughero con il vino, ma sino a 12 mesi non sembrano incidere sulle caratteristiche del prodotto a livello di gradevolezza.

Non si evidenziano problemi legati all'uso dei tappi sintetici rispetto a quello di tappi di sughero. La normale evoluzione del vino, dovuta alla conservazione a temperatura ambiente o al tempo di conservazione, non è influenzata in maniera determinante dal tipo di tappo.

La conservazione delle bottiglie tappate col sughero in posizione verticale influisce in maniera negativa sulla conservazione del vino e, quindi, in condizioni normali, l'impiego dei tappi sintetici può consentire la conservazione delle bottiglie in posizione verticale; inoltre, consente anche di evitare spiacevoli incidenti dovuti ai difetti eventualmente imputabili al sughero. La scelta di una certa tipologia di tappo sarà, quindi, dettata da altre motivazioni.

I problemi legati all'uso del sughero sono la mancanza di un comportamento costante in tutte le bottiglie e, ovviamente, il rischio di eventuali difetti di varia natura.

Si può, quindi, concludere che su tali tipologie di vino, sia bianco sia rosso, non destinati a lunghi periodi di invecchiamento, per i quali non abbiamo informazioni, e dove, come in questo caso, vengono utilizzati dei sugheri biondellati, l'impiego di tappi sintetici può egregiamente risolvere gli eventuali problemi dovuti agli odori anomali derivanti eventualmente dal sughero, senza pregiudicare in alcun modo le caratteristiche del prodotto. Osservazioni confermate anche dalle analisi fisico-chimiche.



Bibliografia

- Berta P., Spertino M., Vallini E., (2001), *L'influenza dei tappi sintetici sugli aromi del vino*. Oicce Times, II, 2: 18-21.
- Berta P., (2001), *Il punto di vista dell'enologia sulla tappatura con materiali sintetici*. Imbottigliamento, XXIV, 6: 32-36.
- Castino M., Lanteri S., Frank I., (1990), *Correlazione fra i parametri oggettivi di definizione del colore e la valutazione sensoriale in un gruppo di vini Barbaresco*. Vignevisi, XVII, 11: 57-64.
- Chatonnet P., Labadie D., Gubbiotti M.-C., (1999), *Étude comparative des caractéristiques de bou-*

chons en liège et en matériaux synthétiques. Premiers résultats. Rev. Oenol., (92): 9-14.

– Chatonnet P., Labadie D., Gubbiotti M.-C., (2000), *Étude comparative des performances de différents types de bouchage*. Rev. Oenol., (95): 7-13.

– Chatonnet P., Gubbiotti M.-C., Labadie D., (2001), *I tappi sintetici e composti*, Oicce Times, II, 3S: 55-58.

– Conover W.J., (1980), *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley and Sons, New York.

– De Faveri D.M., (2002), *Sughero e non. Il tappo sintetico*. L'Enologo, XXXVIII, 9: 72-76.

– Di Stefano R., Cravero M.C., Gentilini N., (1989), *Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini*. L'Enotecnico, XXV, (5), 83-89.

– Di Stefano R., Cravero M.C., (1989), *I composti fenolici e la natura del colore dei vini rossi*. L'Enotecnico, XXV, (10), 81-87.

– Di Stefano R., Ciolfi G., (1982), *Produzione di acetaldeide da parte di stipiti di lieviti di specie diverse*. Riv. Vitic. Enol., (35, 10):474-480.

– Di Stefano R., Ummarino I., Gentilini N., (1997), *Alcuni aspetti del controllo di qualità nel campo enologico. Lo stato di combinazione degli antociani*. Annali dell'Istituto Sperim. Enologia di Asti, 105-121.

– GUCE, n. 272 del 3/10/1990.

– Gervais J.P., (2003) *Evaluation des performances de divers obturateurs. Incidence sur le profil organoleptique des vins*. Rev. Franc. Oenol., 198: 16-18.

– Godden P., Francis L., Gishen M., Coulter A., Valente P., Hoj P., Robinson E., (2001), *Wine bottle closures: physical characteristics and effects on composition and sensory properties of a Semillon wine 1. Performance up to 20 months post-bottling*. Austr. J. Grape and Wine Res., 7, 2: 64-105.

– Mazzoleni V., Spigno G., Losi V., De Faveri D.M., (2001), *Impiego di tappi sintetici e naturali per la conservazione in bottiglia dei vini*. Ind. Bevande, XXX: 601-604.