

# **CONTROLLO COLORIMETRICO DEI VINI DURANTE IL PROCESSO DI VINIFICAZIONE**

**GIUSEPPE MIGNEMI**

AILUN

Via della Resistenza, 39 – Nuoro

Tel: 0784 226200 – 0784 241708

Fax: 0784 203158 – 0784 241720

e-mail: gmignemi@ailun.it

## **Introduzione**

Il colore del vino costituisce una caratteristica peculiare, quella di più immediata individuazione da parte del consumatore, ed è legata alla qualità del prodotto. I risultati dell'analisi sensoriale hanno identificato il colore come uno dei parametri principali presi in considerazione per l'identificazione e la valutazione comparativa dei vini.

La conoscenza approfondita della composizione del vino in termini di sostanze coloranti, della loro interazione con gli altri composti presenti in esso e la comprensione dei meccanismi con cui tali sostanze passano dall'uva al mosto durante la macerazione ed evolvono poi durante la maturazione del vino, è di fondamentale importanza per il controllo della qualità del prodotto. Le dinamiche chimiche di tali composti hanno come risultato macroscopico e di più immediata individuazione la variazione del colore del mosto prima e del vino poi [ 1 ].

Ha quindi grande importanza cercare di comprendere come e quanto le diverse condizioni produttive influiscano sul colore del prodotto finale, e in che misura sia possibile tenerle sotto controllo in vista di una standardizzazione del colore di uno stesso vino in annate successive.

La valutazione e la classificazione del colore del vino avvengono, in sede di commissioni di assaggio, in maniera soggettiva, sulla base di categorie cromatiche visuali predefinite. Tali categorie sono inoltre utilizzate nei disciplinari di produzione per la definizione della tipicità del prodotto.

D'altra parte un controllo del colore basato sulla sola analisi sensoriale risente della soggettività del giudizio, e non consente la confrontabilità nel tempo e nello spazio dei risultati. Tali caratteristiche sono invece assicurate da procedure strumentali oggettive di misura del colore.

Lo studio nel seguito presentato è partito da queste esigenze. Fondandosi sulla definizione e sulla successiva utilizzazione di una procedura di misura strumentale standardizzata [ 2 ] basata sull'adozione delle coordinate di colore CIELAB [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ] e sulla precisa individuazione delle condizioni di misura, si è realizzato, col coinvolgimento di alcune aziende vitivinicole, un monitoraggio sistematico *in situ* delle caratteristiche cromatiche del vino durante la sua produzione, e durante la fase di conservazione successiva all'imbottigliamento.

## Materiali e metodi

La misura del colore è internazionalmente basata sulle raccomandazioni della Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) [ 3 ] e prevede, a partire dalla misura dell'intero spettro di trasmittanza dell'oggetto colorato nella regione del visibile, la sua descrizione in termini di tre grandezze. Il documento definisce (tramite tabelle) illuminanti standard, osservatori standard e geometrie di misura che consentono, insieme con lo spettro di trasmittanza, il calcolo dei tre valori tristimolari X, Y e Z. A partire da essi è possibile il calcolo delle tre coordinate di colore CIELAB: L\*, a\* e b\* (o, in alternativa, L\*, C\* ed h, perfettamente equivalenti). In particolare la raccomandazione suggerisce l'uso dell'illuminante D65, dell'osservatore standard 1964 e della banda spettrale 360-830 nm, con intervallo di campionamento pari a 1 nm.

La normativa europea relativa alla misura del colore del vino [ 6 ] prevede invece due metodi, uno di riferimento ed uno usuale. Il metodo di riferimento prevede il calcolo dei valori tristimolari X, Y, Z, ma sulla base di misure di trasmittanza a quattro sole lunghezze d'onda (Tabella 1). Il colore viene poi espresso in termini di tre grandezze: luminosità relativa (valore di Y espresso in percentuale), e lunghezza d'onda dominante e purezza, calcolate sulla base di un procedimento grafico che utilizza diagrammi cromatici forniti con le norme e facenti riferimento all'illuminante C e all'osservatore standard CIE 1931 [ 3 ] [ 7 ]. Nel caso del metodo usuale sono definite le due grandezze intensità e tonalità sulla base della misura dell'assorbimento a tre lunghezze d'onda (Tabella 1). Il colore è definito da queste sole grandezze.

Metodo di riferimento	Metodo usuale
VALORI TRISTIMOLARI	
$X = 0,42 \cdot T_{625} + 0,35 \cdot T_{550} + 0,21 \cdot T_{445}$	INTENSITA' $I = A_{420} + A_{520} + A_{620}$
$Y = 0,20 \cdot T_{625} + 0,63 \cdot T_{550} + 0,17 \cdot T_{495}$	TONALITA' $N = A_{420} / A_{520}$
$Z = 0,24 \cdot T_{495} + 0,94 \cdot T_{445}$	

Tabella 1. Formule per la misura del colore del vino secondo il Regolamento (CEE) N. 2676/90

I due metodi di misura derivano da un documento dell'Office International de la Vigne et du Vin (OIV), ente che definisce le normative internazionali riguardanti i metodi di misura relativi al vino [ 8 ].

Per adeguarsi alle raccomandazioni CIE sopra citate [ 3 ], l'OIV ha in programma la definizione di un nuovo metodo ufficiale per la misura del colore del vino.

Qui di seguito sarà descritta una procedura proposta a questo scopo all'OIV [ 9 ], e che è stata utilizzata nel corso della sperimentazione. Essa è basata sull'adattamento ed ottimizzazione delle norme CIE al caso specifico del vino, secondo quanto suggerito da una serie di studi sui parametri più opportuni da adottare e sui fattori che possono influenzare la misura [ 10 ] [ 11 ].

La procedura prevede i seguenti parametri [ 2 ]:

- geometria di misura: trasmittanza normale/normale (0/0);

- banda spettrale di misura: 360-830 nm, con intervallo di campionamento pari a 1 nm e larghezza di banda spettrale pari a 1 nm. La banda di misura è usualmente ridotta al campo 380-780 nm, previa verifica che l'errore così introdotto nel calcolo delle coordinate di colore sia trascurabile con riferimento al livello di incertezza complessivo della misura [ 10 ];
- illuminante D65;
- osservatore standard supplementare CIE 1964;
- spessore fisico del campione di vino: 2 mm per vini rossi e rosati e 10 mm per vini bianchi;
- riferimento: acqua distillata;
- pretrattamento del campione: filtrazione con filtro di porosità 0,45 µm.

Il colore viene espresso tramite i valori delle coordinate CIELAB: L\*, a\*, b\* o L\*, C\*, h. Il valore delle coordinate di colore deve essere accompagnato dall'espressione dell'incertezza nella misura, secondo quanto indicato dalle raccomandazioni internazionali [ 12 ].

Nel calcolo dell'incertezza si deve tenere conto sia degli errori strumentali che di quelli di misura. Inoltre se non è possibile rispettare qualcuno dei parametri previsti si richiede la verifica dell'effetto che l'errore introdotto con la modifica della procedura ha sul livello di incertezza complessivo.

E' opportuna inoltre la taratura degli spettrometri utilizzati, tramite l'uso di standard tracciabili (di trasmittanza, di lunghezza d'onda, di banda passante), nella prospettiva di una confrontabilità di misure effettuate in tempi diversi e su strumenti differenti [ 13 ].

Poiché il colore del vino e la sua misura sono condizionati da numerosi fattori di influenza, sia ambientali (temperatura, umidità, ecc.) [ 10 ] che di tipo chimico (pH, contenuto di anidride solforosa libera, ecc.) [ 1 ] è opportuno quando possibile misurarne e riportarne i valori insieme a quelli delle coordinate di colore, e registrare le condizioni di conservazione e manipolazione a cui è stato sottoposto il campione.

La procedura è stata utilizzata nell'ambito di uno studio dell'evoluzione cromatica del vino durante il processo di produzione, effettuato tramite misure in situ del colore di diverse masse lavorate con tecnologie differenti ed in evoluzione in vasi vinari di differente natura.

Le misure in situ sono state effettuate con uno spettrometro portatile dotato di rivelatore a serie di 1024 diodi, sorgente esterna e fibre ottiche aventi diametro del nucleo pari a 50 µm, per una risoluzione di circa 2,5 nm. Il livello di incertezza nella misure delle coordinate CIELAB con tale strumento e con l'utilizzazione della procedura di misura su descritta è stato valutato nell'ordine della prima cifra decimale. Le misure sono state ripetute in laboratorio con uno spettrofotometro da banco di elevate prestazioni ed hanno confermato quanto rilevato in situ. A queste ultime misure si farà riferimento nel seguito.

Lo studio è proseguito anche dopo l'imbottigliamento, con lo scopo di valutare l'effetto sul colore di differenti condizioni di conservazione.

Per la taratura degli spettrometri utilizzati si è fatto ricorso a filtri standard tracciabili, realizzati e certificati dal National Physical Laboratory (NPL): tre filtri di vetro di densità neutra per la scala delle intensità e un cristallo McCrone per la scala delle lunghezze d'onda e per la banda passante.

Per la valutazione dell'incertezza nel valore delle coordinate CIELAB ogni misura è stata ripetuta tre volte. Il valore riportato è quello dell'incertezza espansa, con fattore di copertura pari a 2, corrispondente ad un livello di confidenza di circa il 95% [ 12 ].

Le analisi chimiche a cui si farà riferimento nel testo sono state effettuate secondo i metodi ufficiali della normativa europea [ 6 ].

## **Risultati e discussione**

### **Monitoraggio in situ del colore del vino**

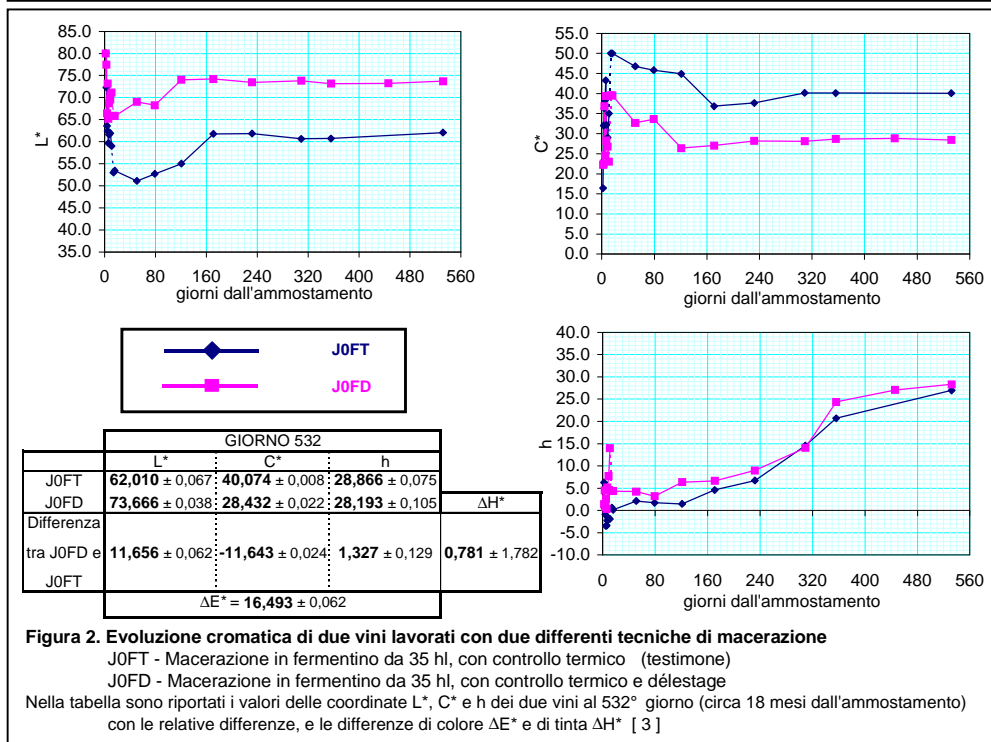
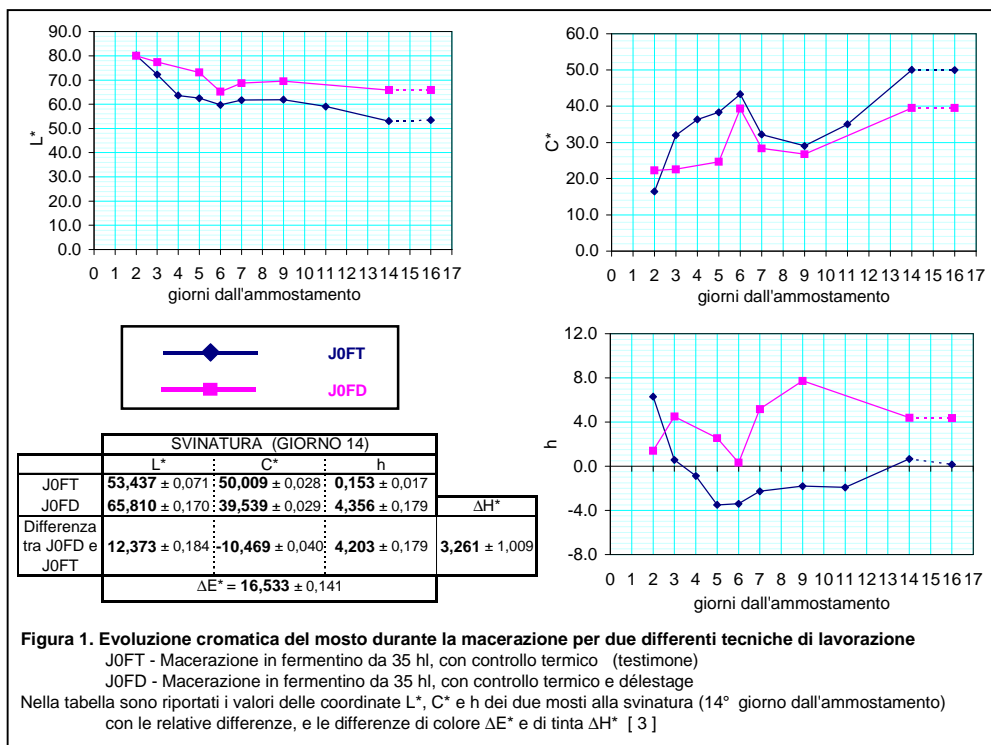
La macerazione costituisce il momento fondamentale per la formazione del colore del vino. Il contatto del mosto con le vinacce consente il passaggio da queste ultime al primo di tutte quelle sostanze che contribuiscono in definitiva alla formazione del colore: antociani in primo luogo, e poi tannini, procianidine, ecc.

Gli antociani in particolare sono i principali responsabili del colore rosso. Inizialmente si hanno in prevalenza antociani liberi (non legati ad altre molecole), che danno le sfumature violacee (rosso porpora) tipiche dei vini giovani. Essi sono presenti nel mosto e nel vino in varie forme in equilibrio tra loro, caratterizzate da diverse sfumature di colore. L'equilibrio è legato a vari fattori, tra i quali sono fondamentali il pH e il contenuto di anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) libera del vino, le variazioni dei quali hanno dunque una notevole influenza sul colore. Successivamente gli antociani tendono a polimerizzare ed a formare composti con altre molecole, in particolare i tannini, con la conseguente evoluzione del colore verso il rosso rubino prima e granato poi, fino all'assunzione di sfumature aranciate. Tali composti sono piuttosto stabili, e meno sensibili alle variazioni di pH e di SO<sub>2</sub> libera.

E' stata dunque riservata particolare attenzione al monitoraggio della fase di macerazione, attraverso il confronto di tecniche differenti, principalmente con riferimento alla loro capacità di estrazione di sostanze coloranti dalle bucce ed alla stabilità nel tempo del colore estratto.

A titolo di esempio si considera il caso di due differenti tecniche di macerazione utilizzate su una stessa partita di uve Cannonau vinificate in purezza (figura 1).

Si tratta in entrambi i casi di una macerazione con controllo della temperatura di fermentazione ( $T < 30^{\circ}\text{C}$ ) in fermentini da 35 hl, della durata di 14 giorni. In un caso (JOFT in figura 1) il mosto è stato sottoposto ad un programma di follature giornaliere, nell'altro (JOFD in figura 1) è stata invece utilizzata la tecnica del délestage, consistente nella operazione quotidiana di travaso con aerazione della massa in fermentazione e successivo reinserimento nel fermentino originario di macerazione.



Dal confronto degli andamenti delle coordinate CIELAB nei due casi (figura 1), è possibile ricavare alcune informazioni. Si farà riferimento alle coordinate  $L^*$ ,  $C^*$  e  $h$ , di più immediata interpretazione rispetto a  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . In particolare  $L^*$  (chiarezza) dà una misura della maggiore o minore trasparenza del campione,  $C^*$  (croma) è legata all'intensità cromatica ed  $h$  (angolo di tinta) alla tonalità del colore.

La differenza di colore complessiva tra i due mosti al termine della macerazione (14° giorno) è  $\Delta E^* = 16,533 \pm 0,141$  [ 3 ], valore assai elevato e molto al di sopra della soglia di discriminazione di due colori da parte dell'osservatore medio (tale valore è inferiore all'unità [ 2 ]).

Dall'esame della coordinata  $C^*$  si vede poi (figura 1 e relativa tabella) come il mosto 'testimone' (J0FT) abbia alla svinatura un valore di  $C^*$  maggiore di circa 10 unità rispetto al mosto trattato col délestage ( $\Delta C^*_{J0FD-J0FT} = -10,469 \pm 0,040$ ). Questo dato testimonia di un maggiore contenuto di antociani nel mosto lavorato con la tecnica tradizionale, come confermato dalla loro misura (in particolare quella degli antociani liberi) durante la macerazione (tabella 2). Si ha dunque una stretta correlazione tra il valore di  $C^*$  e il contenuto di antociani nel mosto o nel vino.

		giorni dall'ammontamento									
		2	3	4	5	6	7	9	11	14	
Testimone (J0FT)	Antociani totali (mg/l)	76	63	106	135	179	170	174	175	153	
	Antociani liberi (mg/l)	31	22	24	44	80	79	93	85	66	
Délestage (J0FD)	Antociani totali (mg/l)	61	72	105	122	138	132	110	106	126	
	Antociani liberi (mg/l)	8	12	19	34	54	64	56	52	59	

**Tabella 2. Contenuto di antociani totali e liberi nei mosti J0FT e J0FD durante la macerazione**

Il minore contenuto in estratto nel caso del mosto trattato con délestage si riflette anche nel valore della chiarezza  $L^*$ , molto maggiore rispetto al testimone ( $\Delta L^*_{J0FD-J0FT} = 12,373 \pm 0,184$ ): esso presenta dunque una maggiore trasparenza.

Anche dal punto di vista della tonalità del colore si nota una sensibile differenza tra i due casi. Il vino testimone presenta una tonalità più decisamente rosso porpora, con valori di  $h$  intorno allo zero ( $h = 0,153^\circ \pm 0,017^\circ$  alla svinatura), rispetto all'altro caso ( $h = 4,356^\circ \pm 0,179^\circ$  alla svinatura).

E' da notare infine che dopo la separazione del mosto dalle vinacce i valori delle coordinate CIELAB si mantengono sensibilmente costanti, essendo venuto meno il contributo di materia colorante fornito dalle bucce (figura 1, giorni 14-16).

L'esame dell'evoluzione delle due masse dopo la svinatura ed il travaso in vasche di cemento, consente di fare alcune osservazioni (figura 2).

Innanzitutto si nota (tabelle delle figure 1 e 2) che la differenza di colore tra i due vini si mantiene invariata nel tempo ( $\Delta E^* = 16,533 \pm 0,141$  alla svinatura e  $16,493 \pm 0,062$  dopo circa un anno e mezzo (giorno 532)). Lo stesso avviene, sostanzialmente, per le differenze di croma ( $\Delta C^*_{J0FD-J0FT} = -10,469 \pm 0,040$  e  $-11,643 \pm 0,024$  rispettivamente) e di chiarezza ( $\Delta L^*_{J0FD-J0FT} = 12,373 \pm 0,184$  contro  $11,656 \pm 0,062$ ), le cui evoluzioni sono parallele per i due vini, in particolare a partire dal sesto mese circa dall'ammontamento.

Si può dunque concludere, sulla base dell'esame delle coordinate CIELAB, che il diverso comportamento riscontrato in macerazione tra le due tecniche di lavorazione in termini di contenuto di materia colorante mantiene il suo effetto anche nel medio e lungo termine.

Dall'esame dei dati emerge poi che i valori di L\* e C\* dei singoli vini, dopo una sensibile variazione nei primi mesi dopo svinatura (variazione peraltro riscontrata in tutti i vini monitorati), si mantengono poi sostanzialmente costanti (tabella 3, figura 2). Le tecniche di lavorazione utilizzate assicurano dunque un prodotto molto stabile dal punto di vista cromatico.

	giorno	J0FT	J0FD	Differenza tra J0FD e J0FT	
L*	171	61,789 ± 0,021	74,206 ± 0,009	12,417 ± 0,023	
	532	62,010 ± 0,067	73,666 ± 0,038	11,656 ± 0,062	
$\Delta L^*_{(532-171)}$		0,221 ± 0,070	-0,540 ± 0,039		
C*	171	36,839 ± 0,019	27,055 ± 0,014	-9,784 ± 0,023	
	532	40,074 ± 0,008	28,432 ± 0,022	-11,643 ± 0,024	
$\Delta C^*_{(532-171)}$		3,236 ± 0,020	1,377 ± 0,026		$\Delta H^*$
h	171	4,602 ± 0,011	6,664 ± 0,004	2,062 ± 0,012	1,136 ± 0,450
	532	28,866 ± 0,075	28,193 ± 0,105	1,327 ± 0,129	0,781 ± 1,782
$\Delta h_{(532-171)}$		22,264 ± 0,076	21,529 ± 0,105		
$\Delta H^*_{(532-171)}$		14,836 ± 0,050	10,360 ± 0,050		
$\Delta E^*_{(532-171)}$		15,186 ± 0,049	10,465 ± 0,023		

$$\Delta E^*_{(J0FD-J0FT,171)} = 15,849 \pm 0,023$$

$$\Delta E^*_{(J0FD-J0FT,532)} = 16,493 \pm 0,062$$

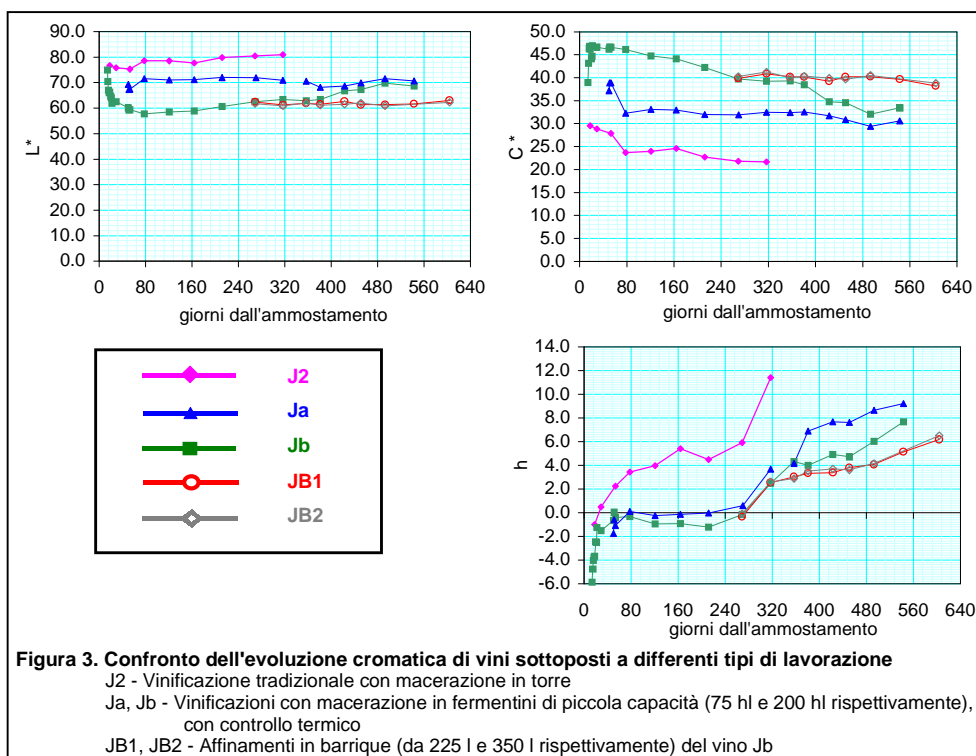
**Tabella 3. Variazione del colore dei vini J0FT (testimone) e J0FD (délestage)**

Un discorso a parte vale per la coordinata h, che è quella che riflette più direttamente l'evoluzione della materia colorante del vino in termini di polimerizzazione, associazione delle molecole di antociani con quelle di tannini, ecc. . Dall'esame del diagramma relativo alla coordinata h in figura 2 si vede che, dopo una iniziale stabilità, si ha poi un aumento continuo del valore di h, segno di un'evoluzione del colore verso tonalità meno violacee, tendenti sempre più al rosso rubino tipico del vino più maturo. L'andamento è parallelo per i due vini, che mantengono sostanzialmente invariata nel tempo la differenza nei valori della coordinata (tabella 3). Nell'evoluzione di h è riscontrabile l'effetto dell'andamento climatico: la variazione di h è più rapida durante la stagione calda (giorni tra 240 e 350 in figura 2).

La figura 3 riporta l'evoluzione delle coordinate CIELAB per tre altre vinificazioni da uve Cannonau. La curva J2 si riferisce ad una vinificazione di tipo tradizionale in torre, senza controllo termico durante la fermentazione. Ja e Jb sono, come nel caso esaminato in precedenza, vinificazioni in fermentini di piccola capacità (75 hl e 200 hl rispettivamente) con controllo della temperatura e ciclo programmato di follature giornaliere, ma con uso di partite di uva differenti.

	L*	C*	h		
J2	78.635 ± 0,026	23.670 ± 0,023	3.446 ± 0,033		
Jb	57.847 ± 0,009	46.143 ± 0,003	-0.322 ± 0,005		
Ja	71.551 ± 0,002	32.270 ± 0,001	0.103 ± 0,007	$\Delta H^*$	$\Delta E^*$
Differenza tra Jb e J2	-20.788 ± 0,032	22.474 ± 0,024	-3.768 ± 0,034	-2.173 ± 0,546	30.691 ± 0,027
Differenza tra Jb e J3	-7.084 ± 0,026	8.600 ± 0,023	-3.343 ± 0,035	-1.612 ± 0,238	11.258 ± 0,024

**Tabella 4. Coordinate di colore dei vini J2, Ja e Jb al primo travaso (78° giorno)**



	giorno	Ja	Jb	Differenza tra Ja e Jb	
L*	78	71,551 ± 0,002	57,847 ± 0,009	-13,704 ± 0,018	
	543	70,707 ± 0,004	68,699 ± 0,012	-2,008 ± 0,012	
$\Delta L^*_{(543-78)}$		-0,048 ± 0,005	10,861 ± 0,022		
C*	78	32,270 ± 0,001	46,143 ± 0,003	13,874 ± 0,006	
	543	30,619 ± 0,004	33,438 ± 0,006	2,818 ± 0,008	
$\Delta C^*_{(543-78)}$		-1,646 ± 0,005	-12,707 ± 0,008		
h	78	0,103 ± 0,007	-0,322 ± 0,005	-0,424 ± 0,017	$\Delta H^*$
	543	9,241 ± 0,018	7,687 ± 0,008	-1,555 ± 0,020	-0,290 ± 1,301
$\Delta h_{(543-78)}$		9,122 ± 0,022	8,001 ± 0,013		-0,868 ± 0,056
$\Delta H^*_{(543-78)}$		4,999 ± 0,011	5,480 ± 0,067		
$\Delta E^*_{(543-78)}$		5,331 ± 0,011	17,592 ± 0,015		

$$\Delta E^*_{(Jb-Ja,78)} = 19,503 \pm 0,014$$

$$\Delta E^*_{(Jb-Ja,543)} = 3,568 \pm 0,010$$

**Tabella 5. Variazione del colore dei vini Ja e Jb dopo il primo travaso (78° giorno)**

	giorno	Jb	JB1	Differenza tra JB1 e Jb	
L*	269	62,470 ± 0,007	62,429 ± 0,010	-0,041 ± 0,012	
	543	68,699 ± 0,012	61,669 ± 0,002	-7,029 ± 0,002	
$\Delta L^*_{(543-269)}$		6,229 ± 0,014	-0,759 ± 0,021		
C*	269	39,731 ± 0,011	39,873 ± 0,021	0,142 ± 0,023	
	543	33,438 ± 0,006	39,657 ± 0,003	6,219 ± 0,003	
$\Delta C^*_{(543-269)}$		-6,293 ± 0,013	-0,216 ± 0,042		
h	269	-0,155 ± 0,007	-0,345 ± 0,040	-0,190 ± 0,040	$\Delta H^*$
	543	7,687 ± 0,008	5,126 ± 0,009	-2,561 ± 0,009	-0,132 ± 0,045
$\Delta h_{(543-269)}$		7,842 ± 0,010	5,471 ± 0,081		-1,628 ± 0,082
$\Delta H^*_{(543-269)}$		4,985 ± 0,034	3,796 ± 0,157		
$\Delta E^*_{(543-269)}$		10,162 ± 0,012	3,877 ± 0,052		

$$\Delta E^*_{(JB1-Jb,269)} = 0,198 \pm 0,025$$

$$\Delta E^*_{(JB1-Jb,543)} = 9,526 \pm 0,010$$

**Tabella 6. Effetto dell'affinamento in barrique sul colore del vino**

Jb - evoluzione in vasca JB1 - evoluzione di Jb in barrique da 225 l (travaso effettuato il 268° giorno)

Un primo dato rilevante è relativo all'andamento della coordinata h. Nel caso del vino J2 il suo valore inizia subito a crescere piuttosto rapidamente, fino a raggiungere in meno di un anno valori abbastanza elevati, corrispondenti ad un colore rosso rubino non carico ( $h = 12^\circ$  circa, valore di  $C^*$  basso). L'evoluzione cromatica di questo vino è dunque piuttosto veloce, e fa presagire una shelf-life relativamente breve, con una probabile evoluzione piuttosto rapida verso tinte aranciate segno di età avanzata. Al contrario i due vini vinificati in fermentino evidenziano una maggiore stabilità iniziale del valore di h, che si mantiene a lungo (circa 7 mesi dopo l'ammestamento) pressoché costante a valori al di sotto dello 0 (rosso porpora deciso), per poi iniziare a crescere con la stagione calda. L'incremento è comunque più lento rispetto al vino J2, e dopo circa due anni di evoluzione i valori raggiunti sono al di sotto di 10 (figura 3, tabella 5).

Per quanto riguarda il contenuto in materia colorante, si vede che nella vinificazione di tipo tradizionale (J2) esso è decisamente inferiore: al primo travaso (giorno 78) i valori di  $C^*$  sono molto inferiori rispetto ai vini Ja e Jb, e viceversa quelli di  $L^*$  molto superiori (tabella 4).

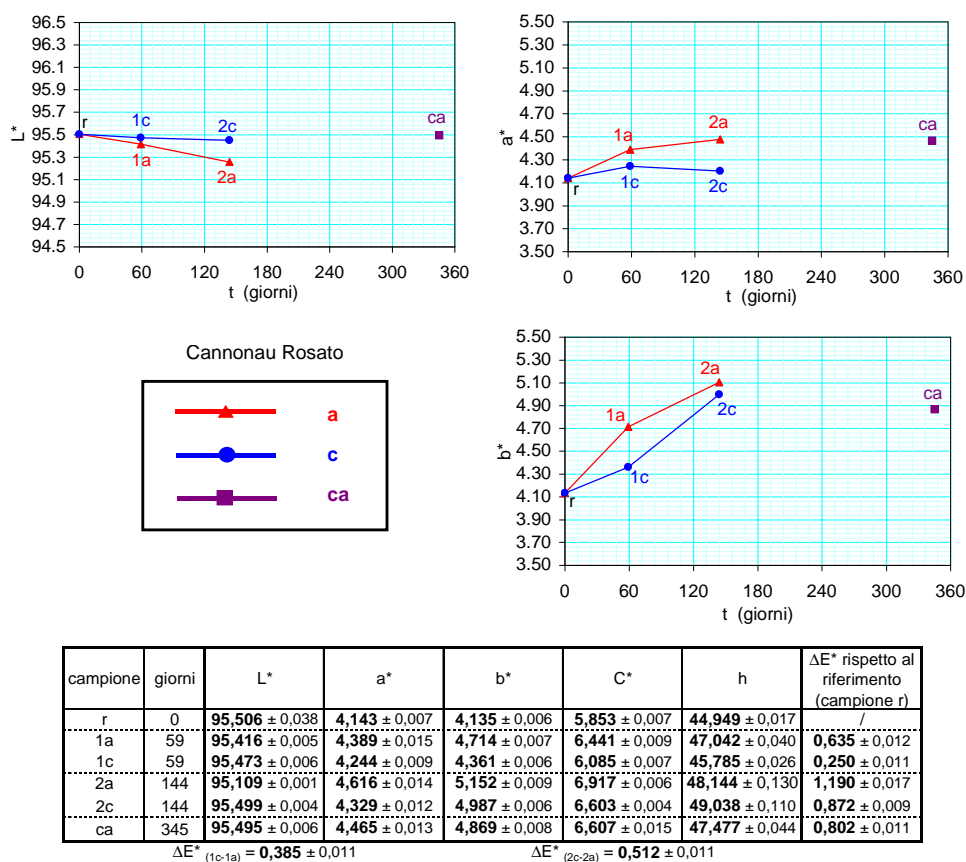
Si rileva inoltre (tabella 5) che il vino Jb sembra estrarre in macerazione una quantità molto elevata di materia colorante, anche rispetto al vino Ja lavorato in maniera analoga, come si deduce dal valore molto elevato di  $C^*$  ( $C^*_{Jb} = 46,143 \pm 0,003$  contro  $C^*_{Ja} = 32,270 \pm 0,001$ ;  $\Delta C^*_{Ja-Jb} = 13,874 \pm 0,006$  al primo travaso). La maggiore estrazione di colore è però legata ad una minore stabilità temporale, come si nota dalla continua e progressiva riduzione del valore di  $C^*$  in contrapposizione alla stabilità osservabile nel caso del vino Ja (tabella 5:  $\Delta C^*_{Jb} = 13,874 \pm 0,006$  contro  $\Delta C^*_{Ja} = 2,818 \pm 0,008$  tra il  $78^\circ$  ed il  $543^\circ$  giorno dall'ammestamento).

Un effetto importante di stabilizzazione cromatica sembra avere l'affinamento in barrique, come è rilevabile ancora dalla figura 3. Il vino Jb è stato in parte travasato in barriques di diversa capacità (225 l e 350 l) dopo circa nove mesi dall'ammestamento (giorno 268), in parte ha continuato la sua evoluzione in vasca di cemento. Mentre la massa in vasca (Jb) ha proseguito la perdita di intensità cromatica (denotata dalla riduzione progressiva di  $C^*$ ), quelle travasate in barrique (JB1 e JB2) hanno indotto una decisa stabilizzazione del colore, in termini di intensità ( $C^*$ ) e trasparenza ( $L^*$ ) (tabella 6: per Jb  $\Delta C^*_{543-269} = -6,293 \pm 0,013$  e  $\Delta L^*_{543-269} = -6,229 \pm 0,014$ ; per JB1  $\Delta C^*_{543-269} = -0,216 \pm 0,042$  e  $\Delta L^*_{543-269} = -0,759 \pm 0,021$ ). Anche l'incremento di h ha evidenziato una minore velocità rispetto al vino in vasca. Si nota inoltre che la capacità della barrique non sembra influenzare significativamente l'evoluzione cromatica ( $\Delta E^* < 1$  tra i vini JB1 e JB2 in corrispondenza di tutti i campionamenti – figura 3).

#### **Effetto sul colore delle condizioni di conservazione del vino**

Lo studio è proseguito anche dopo l'imbottigliamento. In particolare è stato esaminato l'effetto delle condizioni di conservazione sull'evoluzione del colore. La temperatura di conservazione, in particolare, ha un'importanza notevole [ 10 ].

A titolo di esempio si riporta l'evoluzione di un vino rosato di cui era stata monitorata la fase di produzione. Una serie di bottiglie provenienti dallo stesso lotto di produzione, e imbottigliate consecutivamente, sono state conservate in condizioni differenti: una serie in cantina ed una serie a temperatura ambiente, esposte alla luce. A distanza di circa due e cinque mesi sono state misurate le coordinate di colore. Dopo un anno è stata effettuata la misura su bottiglie conservate i primi cinque mesi in cantina, e successivamente a temperatura ambiente. Nella figura 4 sono riportati i risultati delle misure.

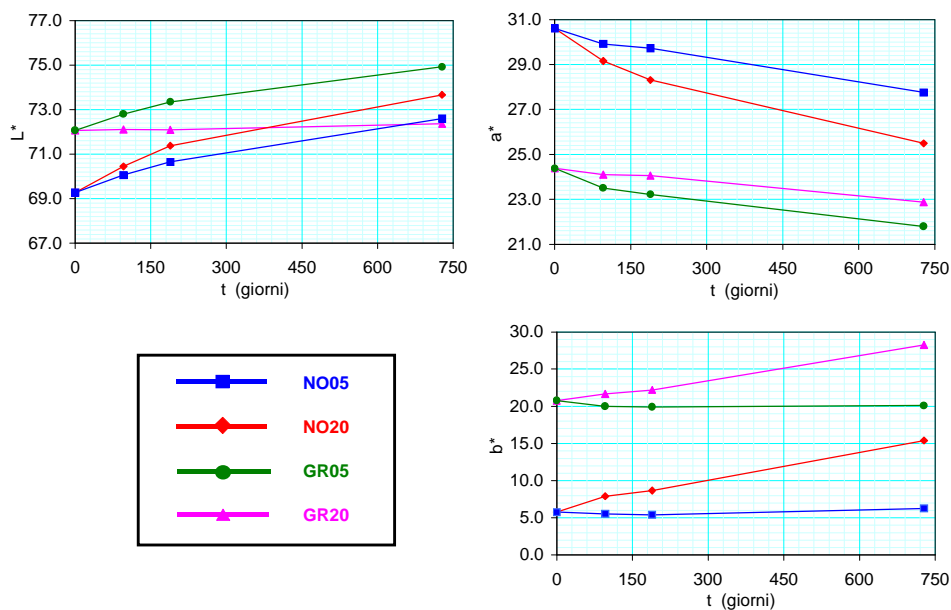


**Figura 4. Influenza delle condizioni di conservazione sull'evoluzione cromatica di un vino imbottigliato**  
a - Conservazione a temperatura ambiente      c - Conservazione in cantina  
ca - Conservazione mista (primi 5 mesi in cantina e successivamente a temperatura ambiente)

Dall'esame della figura e della tabella relativa si rileva come il vino conservato in cantina (c) sia più stabile dal punto di vista cromatico rispetto all'altro (a), come risulta anche dai valori più piccoli della differenza di colore  $\Delta E^*$  rispetto al campione di riferimento. La variazione di colore è comunque piccola in entrambi i casi, al di sotto o poco superiore all'unità. Anche dopo circa un anno (campione ca) il valore di  $\Delta E^*$  si mantiene piccolo, a dimostrazione del fatto che è stato realizzato un prodotto cromaticamente molto stabile, risultato notevole in particolare per un

vino rosato, tipologia che presenta usualmente grossi problemi da questo punto di vista.

L'evoluzione in bottiglia è anche legata alla tipologia di vino considerata; a questo proposito si rimanda alla figura 5, che riporta l'evoluzione a diverse temperature di conservazione di un vino rosso giovane e di un rosso riserva.



**Figura 5. Influenza della temperatura di conservazione sul colore del vino in bottiglia**

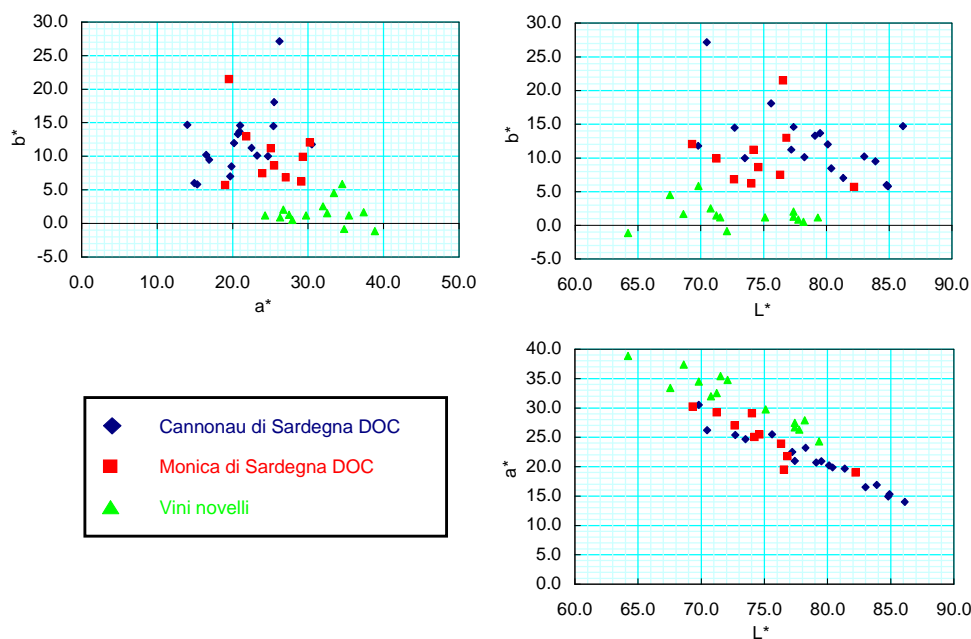
NO05 Vino rosso giovane conservato a 5° C      NO20 Vino rosso giovane conservato a temperatura ambiente  
GR05 Vino rosso riserva conservato a 5° C      GR20 Vino rosso riserva conservato a temperatura ambiente

Il protocollo di sperimentazione è stato lo stesso utilizzato nel caso appena descritto del vino rosato. I campionamenti sono stati effettuati dopo circa tre mesi, sei mesi e due anni dalla misura di riferimento. Si rileva che l'evoluzione della coordinata  $b^*$  è analoga per le due tipologie esaminate, mentre nel caso di  $L^*$  ed  $a^*$  si hanno comportamenti opposti. Più precisamente nel caso del vino rosso giovane si è riscontrata per tutte e tre le coordinate una variazione minore nel caso di conservazione a bassa temperatura, mentre nel caso del rosso riserva la conservazione a temperatura ambiente ha assicurato una maggiore stabilità dei valori delle due grandezze  $L^*$  ed  $a^*$ .

#### Tipizzazione colorimetrica

L'utilizzazione della procedura standardizzata per la misura del colore del vino è alla base della realizzazione di un archivio colorimetrico dei vini sardi, attualmente in corso. In particolare si è concentrata l'attenzione sulle tipologie Cannonau di Sardegna e Monica di Sardegna. In figura 6 sono riportati nei vari piani coordinati dello spazio CIELAB i punti relativi a diversi campioni delle due DOC misurati (vini imbottigliati), assieme a quelli relativi alla produzione di novelli in Sardegna. Se da un lato i novelli costituiscono una categoria cromatica a

sé stante e ben distinta, pur essendo caratterizzati da vitigni di partenza molto vari, i primi dati sembrano suggerire una possibile separazione colorimetrica anche fra le altre due tipologie. Si deve comunque tenere conto del fatto che i disciplinari prevedono la possibilità di vinificazioni non in purezza, con percentuali relativamente piccole di uve di cultivar differente da quello che dà il nome alla DOC. L'acquisizione di una quantità di dati sufficiente potrà consentire una



**Figura 6. Tipizzazione colorimetrica di diversi vini nello spazio CIELAB 1976**

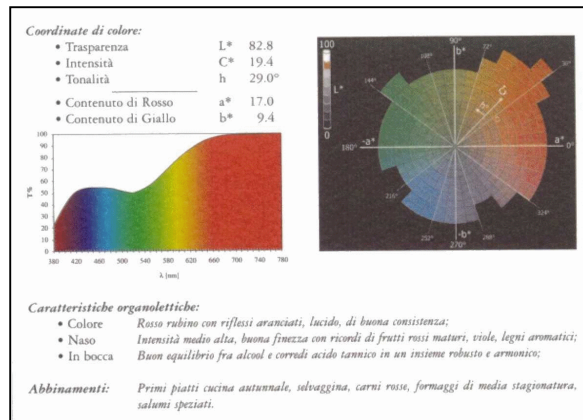
valutazione di eventuali differenze nel colore dovute a fattori di tipo geografico, pedoclimatico o altro (per esempio il tipo di lavorazione), e soprattutto la definizione di regioni di tipicità delle diverse DOC nello spazio colorimetrico CIELAB.

#### **Certificazione del colore**

L'utilizzazione della procedura standardizzata per la misura del colore del vino può consentire, in prospettiva, una certificazione del colore in un qualsiasi momento della vita del prodotto. In collaborazione con un'azienda vitivinicola sono stati realizzati a titolo dimostrativo, per una serie di prodotti immessi sul mercato, dei collarini contenenti i dati colorimetrici all'imbottigliamento (figura 7).

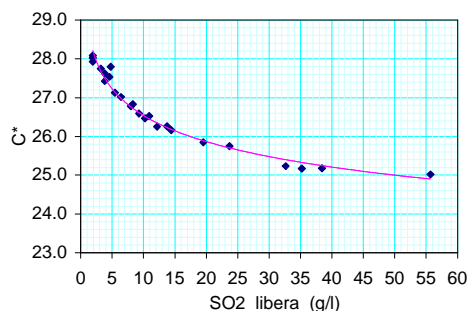
#### **Prospettive**

Le misure di colore sinora descritte sono state in generale effettuate senza contemporanee analisi chimiche dei campioni. Solo una conoscenza approfondita dell'evoluzione chimica in parallelo a quella cromatica può consentire pienamente l'utilizzo del colore del vino come indicatore della condizione attuale e soprattutto



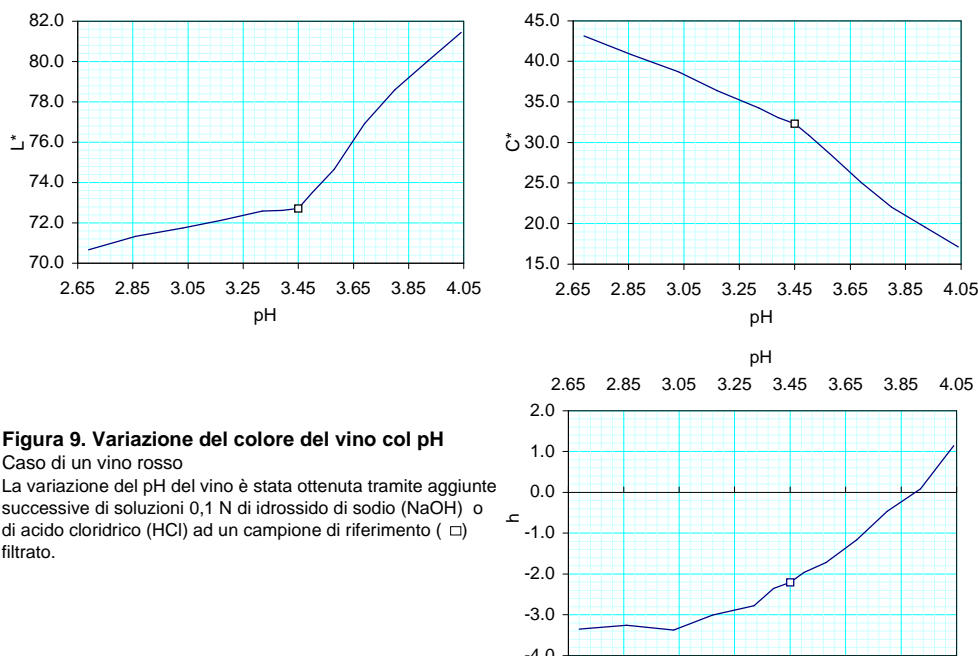
**Figura 7. Collarino contenente i dati colorimetrici di un vino all'imbottigliamento**

dell'evoluzione futura del prodotto. Si è detto della concordanza dei dati colorimetrici con quelli chimici relativi al contenuto di antociani, in uno dei casi esaminati. Si è detto anche che il colore del vino è strettamente legato al valore del pH dello stesso, ed al suo contenuto di anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) libera, che per la sua azione antimicrobica ed antiossidante è periodicamente aggiunto sotto diverse forme alla massa in evoluzione (solfitazione). Tale dipendenza è stata esaminata in laboratorio per alcuni campioni di vino e varia da tipologia a tipologia [ 14 ]. In particolare la coordinata C\* sembra particolarmente sensibile alla variazione di SO<sub>2</sub> libera (figura 8), e potrebbe quindi essere utilizzata come indicatore rapido del contenuto di quest'ultima in un dato vino. E' evidente però che nel passaggio dalla sperimentazione in laboratorio, in cui i parametri che potrebbero influenzare la correlazione tra colore e anidride solforosa libera sono tenuti sotto controllo, a quella sul campo, in cui tutti i fattori (temperatura, ossidazione, luce, variazioni di pH e così via) agiscono contemporaneamente, si perderà precisione nella previsione



**Figura 8. Dipendenza della coordinata C\* dal contenuto di anidride solforosa libera**  
del contenuto in SO<sub>2</sub> effettuato sulla base del colore. Nella figura 9 è mostrato un

esempio dell'influenza del pH sul colore del vino: si vede come variazioni anche piccole di pH producano effetti sensibili sui valori delle coordinate di colore.



E' attualmente in corso un progetto di ricerca che prevede il monitoraggio sistematico e parallelo del colore (misurato secondo la procedura descritta in precedenza) e dei parametri chimici del vino, dal quale si spera di ottenere correlazioni significative tra i diversi parametri.

## Conclusioni

La messa a punto e l'adozione di una nuova procedura di misura del colore del vino e la sua applicazione in situ ha consentito il conseguimento di alcuni obiettivi: la possibilità di valutare e confrontare diverse tecniche di lavorazione, ed in particolare di macerazione in termini di contenuto di polifenoli e sostanze coloranti e successivamente di stabilità e tenuta del colore; la possibilità di avere in ogni momento del ciclo produttivo un riscontro immediato delle condizioni cromatiche del prodotto; la possibilità di avere dati storici (per esempio relativi a diverse annate) sul colore dei diversi prodotti, confrontabili direttamente ed immediatamente tra di loro e correlabili con procedimenti produttivi ed eventualmente con dati analitici (chimici); la possibilità di valutare se un dato prodotto ricade in una regione colorimetrica tipica per quella tipologia di prodotto; una migliore conoscenza dell'effetto a breve e lungo termine di diverse operazioni di cantina sul colore del vino; la possibilità di utilizzare la misura del colore come indice dello stato di evoluzione e delle potenzialità future del prodotto.

## Ringraziamenti

Si ringraziano le aziende Antichi Poderi di Jerzu, Gostolai di Oliena e Cantina Sociale di Santa Maria La Palma di Alghero.

Le misure del contenuto di antociani nei mosti sono state effettuate presso il Consorzio Interprovinciale per la Frutticoltura di Cagliari, Nuoro e Oristano.

## Bibliografia

- [ 1 ] R.S. Jackson - "Wine Science: Principles and Applications", *Academic Press*, New York, 1994
- [ 2 ] O.D.D. Soares - "Proposta de Norma Portuguesa. Cor dos vinhos - Determinação espectrocolorimétrica", *prNP 4375-1/2/3*, 1997
- [ 3 ] Publication CIE N. 15.2 - "Colorimetry", *Commission Internationale de l'Éclairage*, Wien, 1986
- [ 4 ] G. Wyszecki, W.S. Stiles - "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae", *John Wiley & Sons*, New York, 1982
- [ 5 ] C. Oleari (a cura di) - "Misurare il colore", *Hoepli*, Milano, 1998
- [ 6 ] CEE - "Regolamento N. 2676/90", *Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee*, L272, 1990
- [ 7 ] A.I. Negueruela, J.F. Echavarri - "Nuevo método de determinación del color de vinos tintos de Rioja: una propuesta de mejora del método oficial", *Optica pura e aplicada*, Vol. **22**, n. 2, 1989, 95-101
- [ 8 ] Office International de la Vigne et du Vin (OIV) - "Recueil des Méthodes Internationales d'Analyse des Vins", AO 1-14, 1969
- [ 9 ] O.D.D. Soares - "Spectrocolorimetry in Wines", FV 1017-2914/230196, *Office International de la Vigne et du Vin (OIV)*, Paris, 1996
- [ 10 ] O.D.D. Soares, G. Mignemi, P. Barros - "Collaborative Studies in Wine Spectrocolourimetry", 36<sup>th</sup> Session, Subcommittee Analytical Methods, *Office International de la Vigne et du Vin (OIV)*, Paris, 1996
- [ 11 ] O.D.D. Soares - "Refractive-index effect on spectral transmission factor of liquids on double-beam molecular absorption spectrometry", *Applied Optics*, Vol. **37**, No. 28, 1998, 6795-6802
- [ 12 ] ISO/TAG4/WG3 - "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", *ISO (International Organization for Standardization)*, Genève, 1993
- [ 13 ] O.D.D. Soares - "Garantia de qualidade, metrologia e calibrações", *Qualiatria*, **28**, 1996, 11-16 / **19**, 1996, 5-13
- [ 14 ] G. Mignemi - "OPTITEC - Metodi ottici per il controllo dei vini durante la vinificazione - Rapporto finale", Dicembre 2000