

DOCUMENTO  
TECNICO

**Antonella Bosso**  
**Massimo Guaita**  
**Roberto Follis**

*CRA - Centro di ricerca  
per l'Enologia - Asti*



*Da sinistra:  
A. Bosso,  
M. Guaita*

## PROVE DI AFFINAMENTO DI VINI ROSSI SUR LIES OTTENUTE DA VINI BIANCHI

In questo lavoro è stato studiato l'affinamento di un vino rosso a contatto con le fecce prelevate da vini bianchi dopo fermentazione alcolica, determinando gli asporti di polifenoli e di antociani totali e le modificazioni del colore. Si è operato su piccoli volumi di vino, riproducendo le condizioni di affinamento che si verificano in cantina.

### Introduzione

L'affinamento dei vini a contatto con le fecce è una pratica tradizionale nella vinificazione in bianco e, di più recente introduzione, nella vinificazione in rosso.

Consiste nel mantenere il vino a contatto con le fecce di fermentazione, cioè con le cellule di lievito che hanno terminato la fermentazione alcolica, per un periodo variabile da 3 a 7-8 mesi, effettuando periodiche risospensioni del deposito pre-

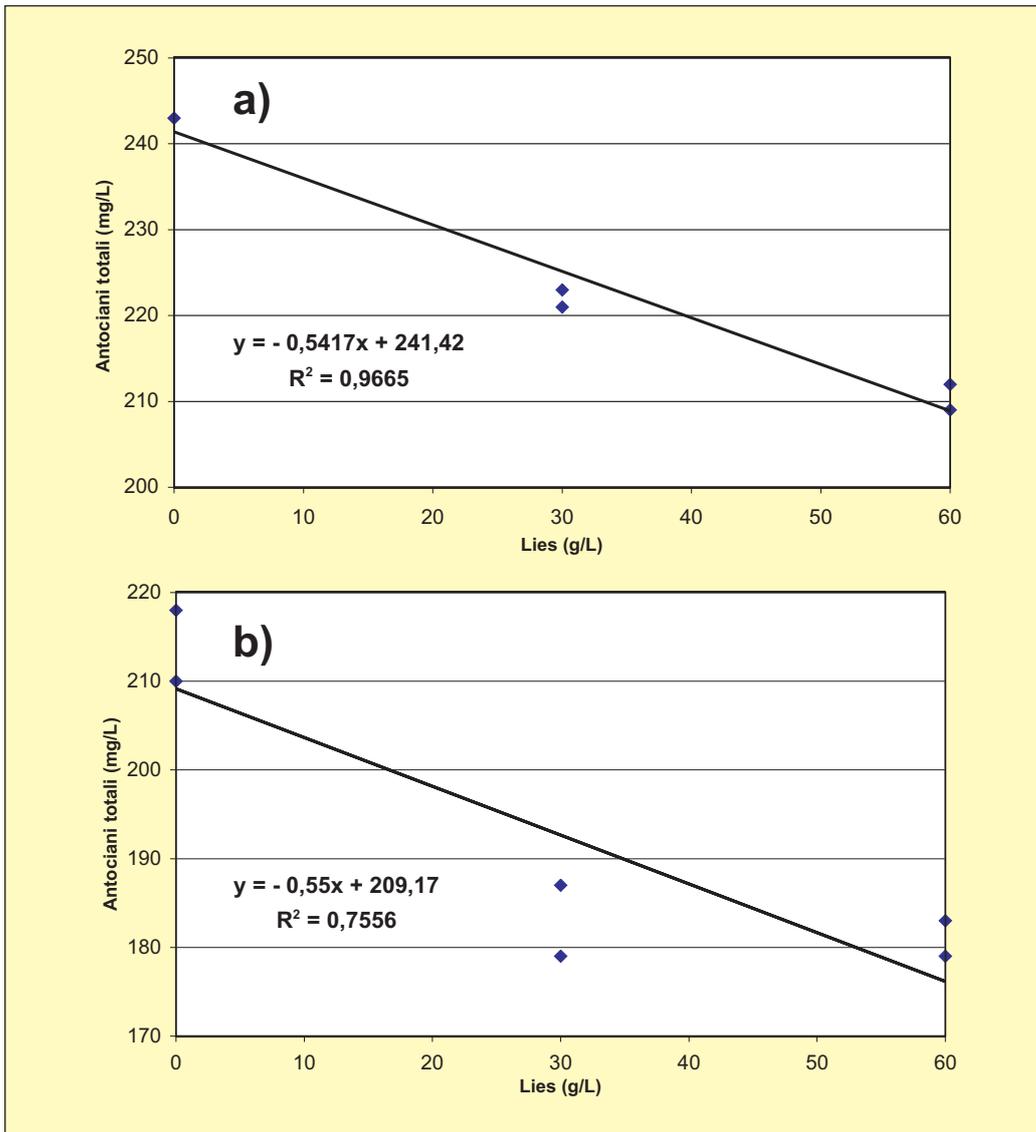
sente al fondo della vasca o del fusto (*batonnages*), al fine di migliorare gli scambi e le cessioni tra lievito e vino.

Le cellule di lievito durante la conservazione a contatto con le fecce liberano nel vino alcuni loro costituenti. Le prime sostanze ad essere cedute in ordine di tempo sono macromolecole di origine parietale, in particolare mannoproteine e glucani; a partire dal 6° mese in poi seguono altri costituenti cellulari, principalmente sostanze azotate ed acidi nucleici.

Un particolare interesse è stato rivolto allo studio delle macromolecole di origine parietale. Molti lavori si sono occupati di valutare l'entità delle cessioni dei colloidi glucidici nel vino durante l'affinamento (Feuillat et al., 1989) e di studiarne le proprietà enologiche, quali l'effetto stabilizzante delle mannoproteine nei confronti delle precipitazioni proteiche (Ledoux et al., 1992) e tartariche (Moine-Ledoux et al., 2002), ed il loro effetto sulle caratteristiche sensoriali di

**Parole chiave:** affinamento *sur lies*, mannoproteine, Freisa, polifenoli, astringenza.

**Fig. 1 - Rette di regressione lineare della concentrazione in antociani totali (asse delle ordinate) in funzione della quantità di lies (asse delle ascisse) a 3 (a) ed a 7 (b) mesi di conservazione, e relative equazioni**



vini bianchi e rossi. Le mannoproteine, infatti, interagiscono con i composti volatili ed intervengono sulla persistenza aromatica (Lubbers, 1995) dei vini bianchi, e ne migliorano la morbidezza e la rotondità in bocca (Bosso et al., 2001). Nei vini rossi attenuano la sensazione di astringenza e migliorano la stabilità del colore (Escot et al., 2001).

La corretta gestione di un procedimento di vinificazione che preveda l'impiego delle *lies* non può prescindere dalla conoscenza del comportamento delle *lies* stesse, ad esempio per quanto riguarda il consumo di ossigeno (Fornairon et al., 1999) e

le interazioni con la componente polifenolica (tannini ed antociani) dei vini.

Già durante la fermentazione alcolica le cellule di lievito, in quantità variabile in funzione delle caratteristiche della parete cellulare, adsorbono antociani e tannini. L'assorbimento degli antociani è selettivo e dipende dal grado di idrofilia/idrofobia delle antocianine. A questo proposito i dati della bibliografia non sono univoci: secondo alcuni Autori (Vasserot et al., 1997 e Medina et al., 2005) sono le molecole più idrofile a venire maggiormente adsorbite, mentre secondo altri (Morata et al., 2003) l'assorbimento è mag-

giore per le molecole più idrofobiche, in particolare per le forme acilate; altri autori (Bosso et al., 2002 e Di Stefano et al., 1983) hanno rilevato che l'assorbimento è maggiore per le antocianine trisostituite, in particolare per la delphinina.

Si ritiene, inoltre, che le molecole antocianiche vengano adsorbite sulla parete del lievito attraverso legami deboli (Vasserot et al., 1997), determinando uno scambio continuo e reversibile dei composti adsorbiti dai lieviti con quelli disciolti nel vino. Ciò è confermato dai risultati di un precedente lavoro (Bosso et al., 2002) in cui si osservava, nel corso

dell'affinamento *sur lies*, che le caratteristiche dei pigmenti disciolti nel vino (spettro di assorbimento, lunghezza d'onda di massima assorbanza) risultavano simili a quelle dei pigmenti legati alla parete cellulare dei lieviti.

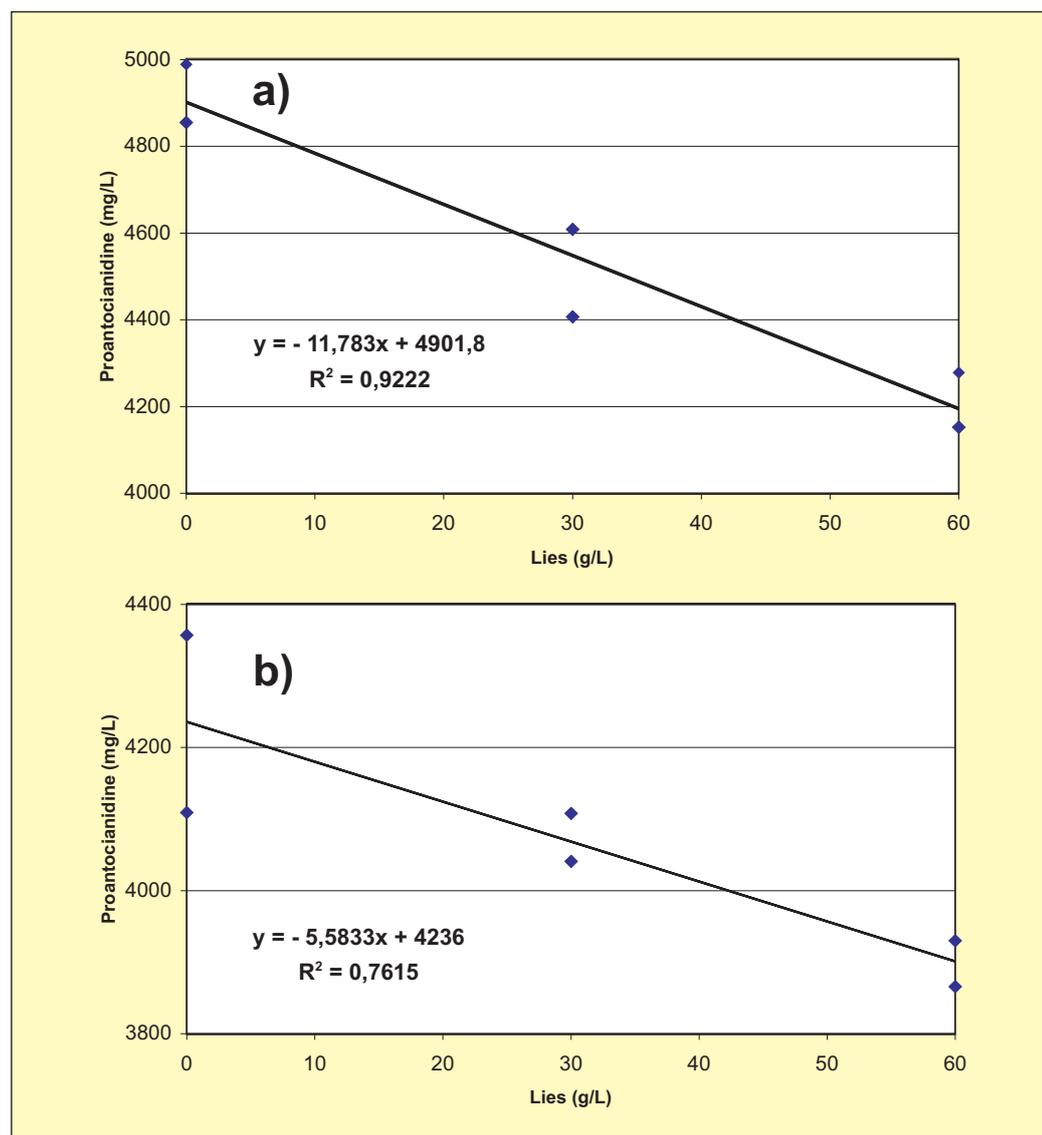
## Asporti di composti polifenolici

Di recente, alcuni autori (Mazauric et al., 2005) si sono occupati di valutare l'entità degli asporti di composti polifenolici estratti dai vini rossi ad opera delle fecce di lievito. I dati indicano che non esiste adsorbimento preferenziale di tannini in funzione del grado di polimerizzazione, ma piuttosto in base al tipo di unità monomeriche che li compongono. I tannini con il maggior contenuto in epicatechine, molecole triidrossilate sull'anello B, risultano essere quelli maggiormente adsorbiti sulle fecce, indipendentemente dalle loro dimensioni molecolari.

Le proprietà adsorbenti delle fecce vengono sfruttate per alcune pratiche enologiche: recentemente, ad esempio, l'impiego delle fecce di lievito è stato proposto per la correzione del colore di vini bianchi imbruniti, o di vini rosati troppo colorati, o per asportare antociani da vini bianchi macchiati (caso del vino Champagne). Le *lies* possono anche ridurre l'astringenza nei vini rossi, probabilmente perché, insieme al rilascio delle mannoproteine, esse adsorbono una parte dei composti polifenolici dei vini.

L'entità di tali asporti durante la fase di affinamento dipende, a parità di altre condizioni, dal grado di adsorbimento dei composti polifenolici durante la fermentazione alcolica (presenza nel mezzo di antociani e tannini). L'affinamento dei vini rossi, talvolta, avviene su fecce prelevate da vini bianchi dopo fermentazione alcolica (Bosso et al.,

**Fig. 2 - Rette di regressione lineare della concentrazione in proantocianidine (asse delle ordinate) in funzione della quantità di lies (asse delle ascisse) a 3 (a) ed a 7 (b) mesi di conservazione, e relative equazioni**



2007); in questo caso le operazioni di separazione delle fecce dal vino sono più agevoli per l'assenza del cappello e il deposito con i lieviti presenta un basso contenuto in residui vegetali, asportati durante la sfeccatura dei mosti.

Il presente lavoro ha studiato gli asporti di polifenoli ed antociani totali e le modificazioni del colore di vini rossi conservati a contatto con *lies* provenienti dalla vinificazione in bianco. Poiché i precedenti studi sulle proprietà adsorbenti delle *lies* sono stati condotti impiegando soltanto mezzi sintetici, l'esperienza ha cercato di riprodurre, su

piccoli volumi di vino, le condizioni di affinamento che si verificano in cantina.

## Materiali e metodi

Per l'esperienza è stato impiegato un vino Freisa che presentava un contenuto medio-basso (250 mg/L) di antociani totali, una concentrazione particolarmente elevata (4500 mg/L circa) di proantocianidine ed una forte astringenza.

Le prove di affinamento sono state condotte in presenza o meno di *lies* di fermentazione di due vini bianchi (Chardonnay e In-

crocio Dalmasso, vinificati rispettivamente con VL2 Laffort e UVAFERM 228 Lallemand); le prove sono state effettuate in doppio in recipienti di vetro della capacità di 17 L.

La prova ha riguardato il confronto di 4 diverse tesi:

Tesi testimone (T1): il vino è stato conservato limpido;

Tesi C1: il vino è stato aggiunto di 500 g di fecce umide provenienti dalla fermentazione alcolica di vino Chardonnay;

Tesi C2: il vino è stato aggiunto di 1000 g di fecce umide provenienti dalla fermentazione alcolica di vino Chardonnay;

Tesi ID: il vino è stato aggiunto di 1000 g di fecce umide provenienti dalla fermentazione del vino Incrocio Dalmasso.

Le fecce umide utilizzate corrispondono al deposito, separato dal vino nel corso dei primi due travasi, che prima dell'impiego è stato conservato per circa un mese in damigiane di vetro colmate con lo stesso vino (24% in peso).

1 Kg di feccia umida corrisponde alla quantità di feccia che si ottiene da circa 34 L di vino (il doppio del volume di vino a cui sono state successivamente aggiunte); 0,5 Kg di feccia in 17 L di vino corrispondono, dunque, alla quantità di feccia ottenuta dallo stesso volume di vino.

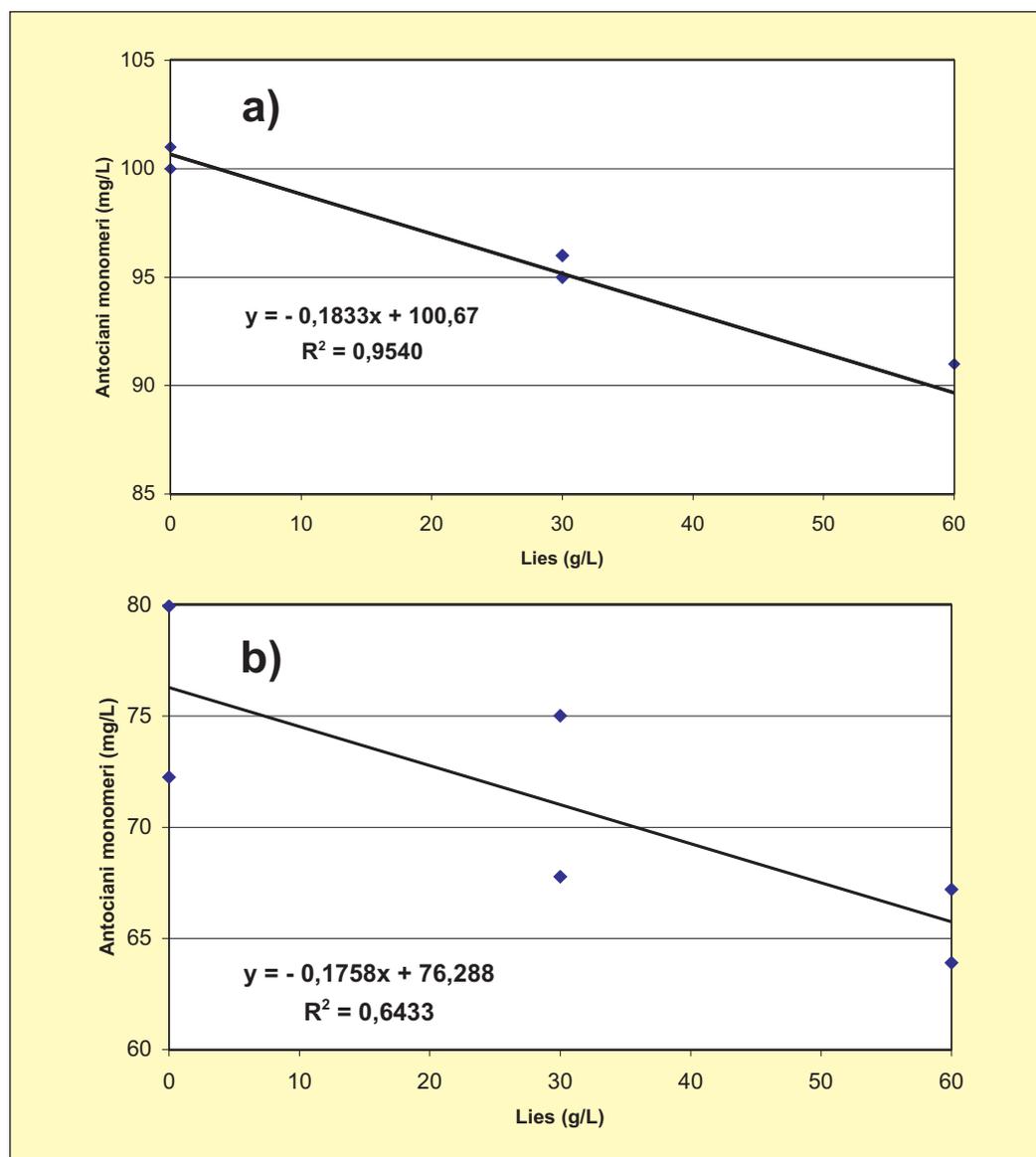
L'affinamento *sur lies* è stato avviato immediatamente dopo il termine della fermentazione malo-lattica e si è protratto per 7 mesi; durante questo periodo il vino è stato sottoposto ad 1 *batonnage* ogni 15 giorni. Dopo circa 2 mesi e mezzo di conservazione i vini sono stati arieggiati con 4 mg/L di ossigeno. I vini sono stati quindi travasi ed imbottigliati.

Al termine della fermentazione malo-lattica il vino di partenza è stato analizzato: sono stati determinati i principali parametri chimico-fisici ed il quadro polifenolico (polifenoli totali, flavonoidi totali, proantocianidine, flavani reattivi alla vanillina, antociani totali e monomeri) (Di Stefano *et al.*, 1989), il colore ( $E_{420}+E_{520}$ ,  $E_{420}/E_{520}$ ) (Di Stefano *et al.*, 1997).

Il controllo dell'evoluzione del quadro polifenolico e del colore è stato effettuato dopo 3 e 7 mesi di affinamento.

I dati sono stati elaborati con l'ANOVA: è stato studiato l'effetto del ceppo di lievito (ANOVA e test di Duncan) e della dose di impiego (Analisi di regressione lineare) (SPSS 1999) sull'entità degli asporti dei diversi composti polifenolici e sul colore dei vini.

**Fig. 3 - Rette di regressione lineare della concentrazione in antociani monomeri (asse delle ordinate) in funzione della quantità di lies (asse delle ascisse) a 3 (a) ed a 7 (b) mesi di conservazione, e relative equazioni**



## Risultati della ricerca

La conservazione dei vini a contatto con le fecce di fermentazione ha determinato una modificazione statisticamente significativa della loro composizione polifenolica e del colore.

### Effetto del tipo di lies impiegata.

In Tab. 1 sono riportati i risultati dell'ANOVA per quanto riguarda l'effetto delle fecce dopo 3 e 7 mesi di conservazione. Il confronto ha riguardato le tesi aggiunte di fecce di diversa prove-

nienza alla medesima dose (1 Kg). L'effetto risulta indipendente dal tipo di feccia impiegata (ceppo di lievito e composizione del vino in cui si è svolta la FA). Gli asportati risultano pari al 14% per gli antociani totali ed al 10,5% circa per quelli monomeri. Per quanto riguarda, invece, le altre classi di composti polifenolici, essi variano dall'11% circa per i polifenoli totali, al 12,9% per i flavonoidi totali, al 13,3% per i flavani reattivi alla vanillina, al 15,7% per le proantocianidine. L'intensità colorante ( $E_{420}+E_{520}$ ) è il parametro più influenzato dal trattamento (-19,6%),

mentre la tonalità del colore si mantiene simile nelle diverse tesi.

Trascorsi ulteriori 4 mesi di conservazione, si rilevano modificazioni del quadro polifenolico dovute alla naturale evoluzione del vino: il contenuto in antociani totali e monomeri ed in flavonoidi totali scende, mentre risulta leggermente in crescita il valore dell'indice di polifenoli totali e di flavani reattivi alla vanillina. A differenza di quanto rilevato nel corso di altre esperienze, il valore dell'indice di proantocianidine scende, probabilmente per il prevalere dei fenomeni di precipitazione su quelli di

condensazione. La diminuzione dell'indice di proantocianidine risulta più elevata nelle tesi testimone, quelle più ricche in proantocianidine: lo scarto medio di concentrazione tra le tesi con fecce e i testimoni passa dal 15,7% (a 3 mesi di conservazione) al 10% (dopo 7 mesi).

L'intensità colorante si mantiene stabile nel tempo così come le differenze tra le tesi con o senza feccia (intorno al 20%).

Per quanto riguarda i composti polifenolici, ad eccezione delle proantocianidine, di cui si è già detto, e degli antociani monomeri, dove le differenze diminuiscono, gli scarti tra le tesi risultano invariati rispetto al controllo precedente.

### Effetto della dose di lies.

L'effetto della dose di feccia è stato valutato con l'impiego dell'analisi di regressione univariata.

Esiste una relazione significativa e lineare tra la quantità di feccia ed il tenore in composti polifenolici e l'intensità colorante dei vini determinati dopo 3 mesi di conservazione. I risultati sono presentati in Figg. 1, 2 e 3 ed in Tab. 2.

Il coefficiente angolare della retta di regressione che mette in relazione l'intensità colorante con la dose di feccia resta pressoché invariato passando da 3 a 7 mesi di conservazione (tab. n.2). Il valore di  $R^2$  (coefficiente di determinazione: quadrato della  $r$  di Pearson), che esprime la quota di variabilità dovuta all'effetto delle fecce rispetto alla variabilità totale dei dati, è elevato per entrambe le rette e pari, nell'ordine, a 0,947 ed a 0,996.

Andando dal 3° al 7° mese di conservazione rimane simile il valore del coefficiente angolare della retta di regressione che si riferisce agli antociani totali (decremento in antociani totali per unità ponderale di feccia aggiunta) (Fig. 1). In questo caso, tuttavia, il valore dell' $R^2$  passa da 0,9665 a 0,7556 a causa della perdita di linearità della

**Tab. 1 - Risultati dell'ANOVA relativi all'effetto delle lies dopo 3 e 7 mesi di conservazione e valori degli asporti percentuali medi**

dopo 3 mesi di conservazione	T		C2		ID		Xm (C2 + ID)	Asporti %
Antociani totali (mg/L)	243	a*	210	b	207	b	209	14,2
Antociani monomeri (mg/L)	100	a	89	b	90	b	90	10,5
(E <sub>420</sub> + E <sub>520</sub> ), 1 mm	0,97	a	0,80	b	0,76	b	0,78	19,6
Flavonoidi totali (mg/L)	3170	a	2782	b	2742	b	2762	12,9
Proantocianidine (mg/L)	4922	a	4215	b	4082	b	4149	15,7
Polifenoli totali (mg/L)	3278	a	2928	b	2894	b	2911	11,2
Flavani reattivi alla vanillina (mg/L)	2427	a	2107	b	2102	b	2105	13,3
dopo 7 mesi di conservazione	T		C2		ID		Xm (C2 + ID)	Asporti %
Antociani totali (mg/L)	214	a*	181	b	179	b	180	15,9
Antociani monomeri (mg/L)	76	a	65	a	71	a	68	10,5
(E <sub>420</sub> + E <sub>520</sub> ), 1 mm	0,96	a	0,77	b	0,75	b	0,76	20,8
Flavonoidi totali (mg/L)	2972	a	2627	b	2588	b	2608	12,3
Proantocianidine (mg/L)	4233	a	3898	b	3729	b	3814	9,9
Polifenoli totali (mg/L)	3633	a	3203	b	3145	b	3174	12,6
Flavani reattivi alla vanillina (mg/L)	2663	a	2276	b	2294	b	2285	14,2

\* Per ciascuna riga lettere diverse individuano tesi significativamente differenti tra di loro ( $P < 0,05$ )

**Tab. 2 - Valori del coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) e delle equazioni di regressione lineare relative all'intensità colorante (E<sub>420</sub> + E<sub>520</sub>), al contenuto in polifenoli totali, flavonoidi totali e flavani reattivi alla vanillina in funzione della quantità di lies, dopo 3 e 7 mesi di conservazione**

	3 mesi		7 mesi	
	R <sup>2</sup>	equazione di regressione	R <sup>2</sup>	equazione di regressione
E <sub>420</sub> + E <sub>520</sub>	0,947	$y = - 0,003x + 0,97$	0,996	$y = - 0,003x + 0,96$
Polifenoli totali	0,972	$y = - 5,83x + 3262$	0,955	$y = - 7,17x + 3608$
Flavonoidi totali	0,985	$y = - 6,46x + 3160$	0,965	$y = - 5,75x + 2953$
Flavani reattivi alla vanillina	0,946	$y = - 5,33x + 2422$	0,863	$y = - 6,45x + 2633$

relazione: non si osservano differenze nel tenore in antociani totali al crescere della dose di lies. Si osserva una diminuzione del coefficiente angolare della retta di regressione riferita alle proantocianidine (Fig. 2) e del valore di  $R^2$  (da 0,9222 a 0,7615) a causa dell'aumento della variabilità tra le ripetizioni di una medesima tesi.

Il valore di  $R^2$  per gli antociani monomeri (Fig. 3) passa da 0,9540 a 0,6433 e la relazione, come già detto, perde di significatività statistica.

Sostanzialmente immutati risultano il coefficiente angolare che si riferisce ai flavonoidi totali ed ai polifenoli totali, così come i valori di  $R^2$  (Tab. 2); per quanto riguarda i flavani reattivi alla

vanillina, il coefficiente angolare cambia leggermente, mentre il valore di  $R^2$  scende a causa dell'aumentata variabilità tra le ripetizioni.

## Considerazioni conclusive

I risultati ottenuti evidenziano che l'apporto di circa 30 g/L di fecce ha determinato una riduzione del 10% circa (0,9 u.a.) dell'intensità colorante del vino, stabile nel corso della conservazione. L'adsorbimento risulta inferiore rispetto a quello rilevato sullo stesso vino dopo 8 settimane di conservazione a contatto con lieviti secchi attivi (dose di 1 g/L) previamente reidratati (dati non pubblicati).

Le differenze nel tenore in antociani monomeri tra le tesi testimone e quelle conservate *sur lies* tendono a ridursi nel corso del tempo: le perdite sono pari al 10% dopo 3 mesi (differenze statisticamente significative) ed al 5% dopo 7 mesi (differenze non statisticamente significative).

Questo andamento può essere spiegato considerando che l'adsorbimento delle antocianine è reversibile e che il processo di adsorbimento è controllato dal raggiungimento dell'equilibrio di partizione tra la frazione adsorbita sulle lies e quella in soluzione. Questo equilibrio è instabile: quando la concentrazione in antocianine aumenta le lies adsorbono, quanto la concentrazione

scende le lies rilasciano antocianine. Così, nel corso dell'affinamento la naturale diminuzione della concentrazione in antocianine libere provoca il rilascio di una parte di quelle adsorbite sulle lies, causando la riduzione delle differenze tra le prove affinate *sur lies* ed il testimone.

Il continuo scambio tra antociani adsorbiti *sur lies* e presenti in soluzione è confermato anche dai risultati di un nostro precedente lavoro (Bosso et al., 2002), in cui vini Barbera, fermentati con ceppi di lievito differenti, sono stati conservati sulle proprie lies di fermentazione. In quell'esperienza si era osservato che le antocianine adsorbite sulle cellule dei lieviti e quelle presenti in

soluzione nel vino, dopo 6 mesi di conservazione, presentavano ancora le stesse caratteristiche spettrali: l'ampiezza della banda dello spettro di adsorbimento nel visibile, che passava da un valore medio di 86,8 nm (inizio dell'affinamento) ad un valore medio di 124,9 nm (dopo 6 mesi), e il valore della lunghezza d'onda del punto di massimo adsorbimento nel visibile, che passava da 538 a 522 nm.

Per quanto riguarda i flavani a basso ed alto peso molecolare, i risultati ottenuti mostrano che sia il valore di  $R^2$  che quello del coefficiente angolare della retta di regressione, relativi ai flavani reattivi alla vanillina (flavani a basso peso molecolare), resta invariato dopo 3 e 7 mesi di affinamento; per quanto riguarda le proantocianidine, il coefficiente angolare si dimezza passando da 3 a 7 mesi di conservazione. Con il tempo le differenze nel contenuto in proantocianidine tra le tesi testimone e quelle aggiunte di *lies* tendono a diminuire. Le *lies* possiedono dunque un effetto stabilizzante sui flavani ad alto peso molecolare (proantocianidine), che si evidenzia prolungando la durata della conservazione.

La conservazione di un vino rosso su *lies* ottenute da un vino bianco può determinare cambiamenti qualitativi della composizione polifenolica dei vini, in particolare la diminuzione del rapporto tra i flavani a basso e ad alto peso molecolare, con possibili effetti sulle caratteristiche sensoriali.

## Riassunto

Nel presente lavoro sono riportati i risultati di una sperimentazione riguardante l'affinamento dei vini rossi su fecce prelevate da vini bianchi dopo fermentazione alcolica. Per l'esperienza è stato impiegato un vino Freisa che presentava un contenuto medio-basso (250 mg/L) di antociani totali, una concentrazione particolarmente elevata (4500

mg/L circa) di proantocianidine ed una forte astringenza. In particolare, sono stati determinati gli asporti di polifenoli e di antociani totali e le modificazioni del colore dei vini.

La conservazione di un vino rosso su *lies* ottenute da un vino bianco ha determinato una modificazione statisticamente significativa del colore e della composizione polifenolica. In particolare, l'aggiunta di fecce ha provocato una riduzione del 10% circa dell'intensità colorante del vino e la diminuzione del rapporto tra i flavani a basso e ad alto peso molecolare, con probabili effetti sulle caratteristiche sensoriali. ■

**Nota:** il presente lavoro è stato presentato al convegno internazionale "Macrowine 2006 – First International Symposium on Macromolecules and Secondary Metabolites of Grapevine and Wines", Reims, Francia, 18-20 maggio 2006.

## Bibliografia

Bosso A., Borsa D., Cravero M.C., Opessio M.L. (2001). Affinamento dei vini bianchi a contatto con i lieviti. Quaderni della Scuola di Specializzazione in Viticoltura ed Enologia, **24**, 53-87.

Bosso A., Guaita M., Follis R., Di Stefano R. (2002). Influenza di 6 diversi ceppi di lievito sulla composizione polifenolica di vini Barbera ottenuti con la tecnica dell'estrazione differita degli antociani. Riv. Vit. Enol., **4**, 25-56.

Bosso A., Petrozziello M., Guaita M., Panero L. (2007). L'affinamento dei vini *sur lies*. Considerazioni sulla pratica e descrizione di un'esperienza di cantina. Industrie delle bevande, XXXVI, 207, 18-26.

Di Stefano R., Ciolfi G. (1983). Formazione di antociani polimeri in presenza di flavani ed evoluzione degli antociani monomeri durante la fermentazione. Riv. Vitic. Enol., XXXVI, **7**, 325-338.

Escot S., Feuillat M., Dulau L., Charpentier C. (2001). Re-

lease of polysaccharides by yeasts and the influence of released polysaccharides on colour stability and wine astringency. Austr. J. Grape and Wine Research, **7**, 153-159.

Feuillat M., Freyssinet M., Charpentier C. (1989). L'élevage sur lies des vins blancs de Bourgogne. II Evolution des macromolécules: polysaccharides et protéines. Vitis, **28**, 161-176.

Fornairon C., Mazauric J.P., Salmon J.M., Moutounet M. (2001). Observations sur la consommation de l'oxygène pendant l'élevage des vins sur lies. J.Int.Sci.VigneVin, 1999, **33**, 2, 79-86.

Ledoux V., Dulau L., Dubourdiou D. (1992). Interprétation de l'amélioration de la stabilité protéique des vins au cours de l'élevage sur lies. J. Intern. Sc.Vigne Vin, **26**, 4, 238-251.

Lubbers S. (1995). Etude des interactions entre les macromolécules d'origine levurienne du vin et les composés d'arôme. Revue des Œnologues, **78**, 5-8.

Mazauric J.-P., Salmon J.M. (2005). Interactions between yeast lees and wine polyphenols during simulation of wine aging: I, Analysis of remnant polyphenolic compounds in the resulting wines. J. Agric. Food Chem., **53**, 5647-5653.

Medina K., Boido E., Delacassa E., Carrau F. (2005). Yeast interactions with anthocyanins during red wine fermentation. Am.J.Enol.Vitic., **56**, 2, 104-109.

Moine-Ledoux V., Dubourdiou D. (2002). Role des manno-protéines vis-à-vis de la stabilisation tartrique des vins. Bull. O.I.V., **75**, (857-858), 471-482.

Morata A., Gomez-Cordoves M. C., Suberviola J., Bartolomé B., Colomo B., and J.A. Suarez. (2003). Adsorption of anthocyanins by yeast cell walls during the fermentation of red wines. J. Agric. Food Chem., **51**, 4084-4088.

SPSS for Windows, version 8.0.1 (1999), Spss inc.

Vasserot Y., Caillet S., Maujean A. (1997). Study of anthocyanin adsorption by yeast lees. Effect of some physicochemical parameters. Am. J.Enol.Vitic., **48**, 4, 433-437.