

DOCUMENTO
TECNICO

¹ Margherita Squadrito
² Onofrio Corona
³ Vito Tomasello
¹ Filippo Amato
¹ Giacomo Ansaldi
¹⁻² Rocco Di Stefano

¹ Centro per l'Innovazione nella Filiera Vitivinicola di Marsala (Tp), Assessorato Agricoltura e Foreste Regione Siciliana

² Dipartimento I.T.A.F., Facoltà di Agraria, Università Palermo

³ Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia, Università di Palermo



M. Squadrito

INFLUENZA DELLA FERMENTAZIONE MALOLATTICA SULL'EVOLUZIONE DEL COLORE DEI VINI ROSSI

Dalle curve evolutive degli antociani nel corso della fermentazione malolattica, condotta da batteri indigeni non selezionati in vini rossi della Sicilia occidentale, da varietà diverse, si è ipotizzato che la diminuzione del contenuto di questi composti sia da imputare a fattori di natura chimica e fisica più che a reazioni catalizzate da antocianasi batteriche che, tuttavia, non possono essere escluse.

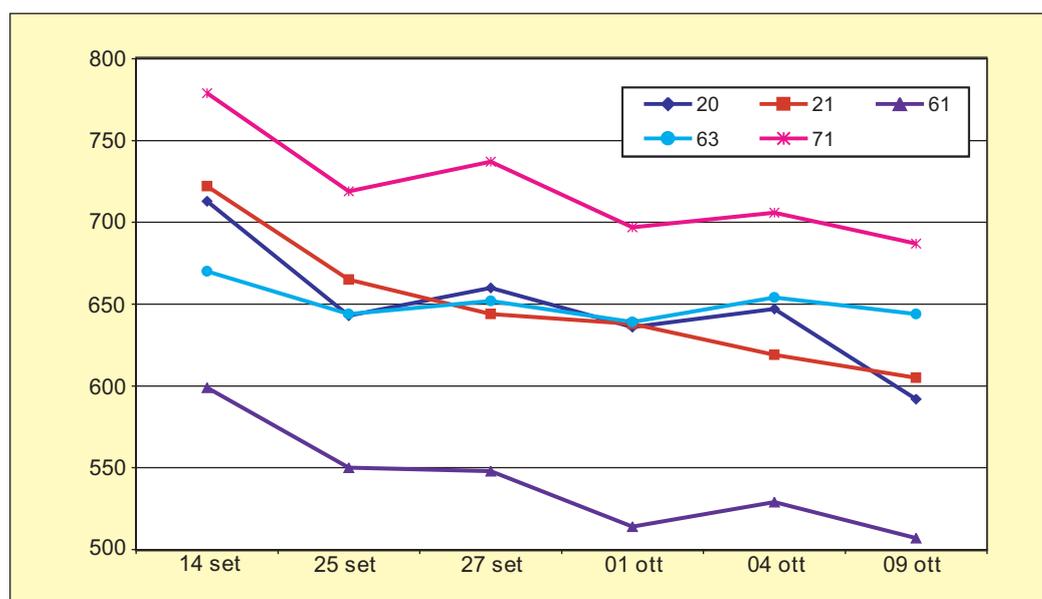
Introduzione

La fermentazione malolattica consiste nella trasformazione dell'acido L(-)malico in acido L(+)lattico ad opera dei batteri lattici (Davis et al., 1985; Bauer e Dicks, 2004)). Questo processo che, di solito, segue la fermentazione alcolica, ma che può essere condotto, in certi casi e con certe specie batteriche, anche durante il corso di questa (Prahl et al., 1988), è molto importante, soprattutto nei vini rossi, in quanto in-

duce la sostituzione dell'acido malico, biologicamente instabile, con l'acido lattico, biologicamente stabile. Inoltre, dato che l'acido lattico è un acido meno forte del malico, il vino, dopo questo processo, risulta più morbido, meno acido e meno aggressivo per l'aumento del pH, per la diminuzione del valore del potere tampone e per gli effetti sulla sensazione di astringenza. Dato che la perdita di una funzione acida porta anche ad un abbassamento dell'acidità tota-

le, nella maggior parte dei vini bianchi, generalmente, la fermentazione malolattica non viene indotta, in quanto la loro "freschezza", descrittore legato alla sensazione acida e alla sua durata, è una caratteristica ricercata.

Gli effetti della fermentazione malolattica non si esauriscono nel cambiamento della struttura acida e delle percezioni gustative, ma riguardano anche la produzione di aromi (Davis et al., 1985) e l'evoluzione dei polifenoli (Bauer e Dicks.,

Fig. 1 - Evoluzione degli antociani totali (mg/L) durante la fermentazione malolattica nei campioni 20 - 21 - 61 - 63 - 71 con pH compreso tra 3,7 e 4

2004). In particolare, l'esperienza mostra che l'intensità colorante, espressa dalla somma delle assorbanze a 420 e a 520 nm del vino su 1 mm o su 10 mm di percorso ottico (Garofolo et al., 2004), e il contenuto in antociani totali, dopo la FML, possono subire diminuzioni sensibili. La diminuzione del tenore in antociani è stata attribuita ad attività glicosidasiche (antocianasi) in grado di idrolizzare le antocianine ad antocianidine, molecole meno stabili di quelle da cui derivano e più rapidamente degradabili, e i glicosidi terpenici alle rispettive forme libere (Ugliano et al., 2003). Questo fenomeno, l'aumento di pH che il vino subisce come conseguenza della decarbossilazione dell'acido malico e l'impiego della SO_2 sarebbero responsabili della diminuzione dell'intensità colorante (in particolare dell'assorbanza a 520 nm). Una simile attività è stata anche attribuita ai lieviti non *Saccharomyces* (Sanchez-Torres P. et al., 1998; Manzanares P. et al. 2000). Il lavoro di Vivas et al. (1995) sembra supportare l'ipotesi dell'influenza dei batteri lattici (LAB) sulla diminuzione del contenuto in antociani che si osserva dopo la FML. Altre segnalazioni dell'attività dei LAB nei riguardi dei com-

Tab. 1 - Elenco dei vini

n° campione	varietà
20	Non dichiarata
21	Merlot
25	Nero d'Avola-Syrah
60	Cabernet savignon
61	Cabernet savignon
63	Merlot
71	Merlot
71 bis	Cabernet savignon
97	Syrah
101	Nero d'Avola
156	Petit verdot

posti fenolici dei vini riguardano l'idrolisi degli acidi idrossicinnamici legati all'acido tartarico (Hernandez et al., 2006 e 2007). In questo caso si tratterebbe di una attività esterasica. I risultati riportati da questi ultimi autori, tuttavia non dimostrano che responsabili di tale attività siano gli *Oenococcus oeni* in quanto si è manifestata in modo chiaro solo nella FML indotta da batteri indigeni e da un ceppo di *Lactobacillus plantarum*.

Considerato che negli ambienti della Sicilia occidentale, in cui i pH dei vini (soprattutto di quelli da varietà internazionali) spesso si attestano intorno al valore 4,0, che non sono state effettuate finora osservazioni sugli ef-

fetti della FML sul contenuto in antociani, in queste condizioni compositive, con questo lavoro ci si è proposti di apportare un contributo alla conoscenza di tale fenomeno tanto importante per l'evoluzione qualitativa del vino. I vini utilizzati appartenevano a classi caratterizzate da alti e bassi pH, alcuni avevano già ultimata la FML al momento dell'inizio dei rilievi analitici, altri l'avevano completata prima, altri verso la fine delle osservazioni. Si è avuta, pertanto, la possibilità di esaminare casi di diversa natura e di verificare l'influenza di fattori che, man mano che proseguivano le esperienze, venivano presi in considerazione.

Materiali e metodi

La fermentazione malolattica, nei vini in cui è stata seguita l'evoluzione degli antociani, è stata indotta da batteri naturali, indigeni, e si è svolta in modo regolare in tutti i campioni. Al termine i vini sono stati travasati e addizionati di anidride solforosa.

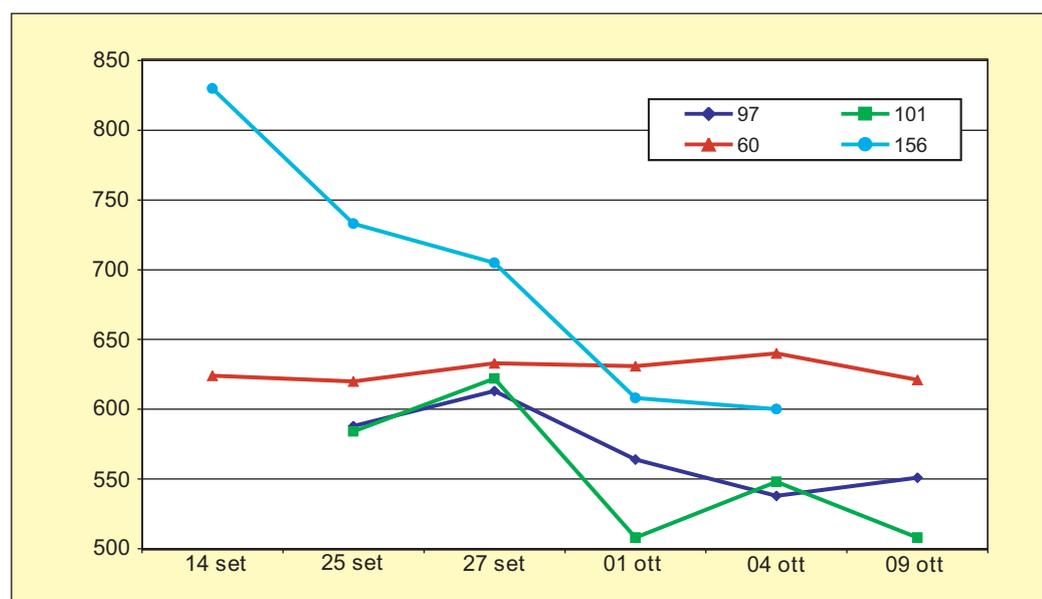
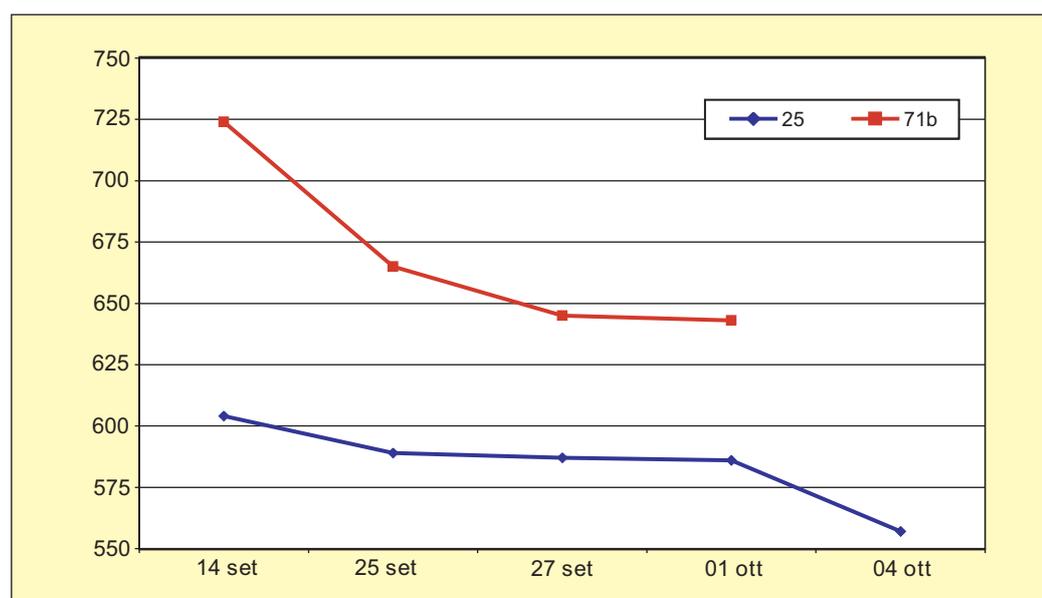
Gli antociani e gli altri parametri analitici legati all'acidità, sono stati valutati attraverso misure effettuate con il Wine Scanner, dopo aver constatato la loro maggiore ripetibilità rispetto alle stesse determinazioni condotte per via spettrofotometrica e cromatografica.

Risultati della ricerca

I risultati delle determinazioni effettuate sui vini rossi elencati in Tab. 1 sono riportati in Tab. 2a-2b e nelle Figg. 1 - 2 e 3.

I campioni contrassegnati con i numeri: 20, 21, 60, 61, 63, 71, 97, 101 e 156 hanno subito la fermentazione malolattica durante il periodo in cui sono stati effettuati i rilievi (dal 14 settembre al 9 ottobre 2007), mentre i campioni 25 e 71b l'avevano già subita. Inoltre, nei campioni 20, 21, 60, 61, 63, 71 e 156 tale fermentazione è iniziata dopo un periodo di induzione sensibilmente più lungo che nei campioni 97 e 101. Durante il corso della fermentazione malolattica, si sono registrati una graduale diminuzione dell'acidità totale e del contenuto dell'acido malico e un corrispondente aumento del pH (escluso il campione 156) e del contenuto di acido lattico.

In tutti i campioni si è riscontrata una diminuzione del tenore in antociani totali. Inoltre, nei campioni 20, 21, 61, 63 e 71, che hanno completato la fermentazione malolattica durante il periodo di osservazioni, l'evoluzione degli antociani è stata caratterizzata da una diminuzione

Fig. 2 - Campioni 60 - 97 - 101 e 156 - Evoluzione del contenuto in antociani durante la FM (mg/L)**Fig. 3 - Evoluzione degli antociani totali (mg/L) nei campioni 25 e 71b che avevano concluso la fermentazione malolattica**

quasi lineare, senza variazioni della pendenza della curva evolutiva, nei periodi di inizio o di fine del processo. Il campione 156, in cui la fermentazione malolattica è avvenuta verso la fine delle osservazioni, presenta una pendenza maggiore della curva evolutiva degli antociani, in corrispondenza della massima attività batterica. La diminuzione del pH registrata in questo campione indica che esso è stato acidificato, fra il primo e il secondo prelievo, per esigenze produttive della cantina in

cui si è svolta l'esperienza. Man mano che la FML è proceduta, tuttavia, si è osservato un incremento del pH e una diminuzione dell'acidità totale. Nel campione 60, in cui la fermentazione malolattica si è svolta più rapidamente, il contenuto antocianico ha subito scarse variazioni; nei campioni 97 e 101 in cui l'attività batterica si è conclusa poco dopo l'inizio delle osservazioni, si registra una diminuzione del contenuto antocianico, ma poco regolare e, comunque, non molto accentuata; infi-

ne, nei campioni 25 e 71b in cui la fermentazione malolattica si era già conclusa al momento dell'inizio dei controlli, si rilevano due andamenti diversi: nel 25 una diminuzione lenta e contenuta, nel 71b una diminuzione esponenziale, molto rapida all'inizio e poi lenta nella fase finale.

Dall'esame dei pH dei vini, si rileva che nei campioni 20, 21, 25, 60, 61, 63, 97 e 71 questo parametro varia da circa 3,7 a circa 4,0, mentre nel 156 varia da 3,65 a circa 3,5, nel 71b si man-

tiene intorno al valore 3,5 e nel 101 supera di poco 3,2.

Se si riesamina l'evoluzione degli antociani in funzione del pH si osserva che, in quasi tutti i campioni il cui pH varia da 3,7 a 4,0 e che hanno subito la fermentazione malolattica più o meno rapidamente (20, 21, 61, 63 e 71), si è registrata una diminuzione lineare del contenuto degli antociani totali, come se questo fenomeno non fosse legato all'attività batterica. Fanno eccezione i campioni 60, 97 e 25 caratterizzati da modesta o poco regolare diminuzione del contenuto antocianico. Di questi il 25 aveva già subito la fermentazione malolattica al momento dell'inizio delle osservazioni. Nei campioni 156 (acidificato) e 71b il cui pH varia intorno al valore 3,5 si registra una sensibile diminuzione del contenuto in antociani: nel primo, dopo la massima attività batterica e, nel secondo, dall'inizio delle osservazioni (la fermentazione malolattica era già terminata). Nel campione 101 il cui pH supera di poco il valore 3,2 e in cui la fermentazione malolattica è avvenuta precocemente, l'evoluzione degli antociani è stata poco regolare, ma con chiara tendenza alla diminuzione.

Discussione dei risultati

La diminuzione lineare del tenore in antociani, che si osserva durante la fermentazione malolattica indotta da batteri indigeni, in vini aventi la composizione riportata nelle Tab. 2a e 2b e nell'ambiente della Sicilia occidentale, non sembra necessaria conseguenza di questo processo in quanto ci si aspetterebbe, per effetto della catalisi enzimatica, un punto di discontinuità della curva in corrispondenza della massima attività batterica. Sarebbe più coerente attribuire tale evoluzione alle normali reazioni di degradazione che si registrano a carico degli antociani nel

Tab. 2a - Evoluzione della composizione di una serie di vini rossi durante la fermentazione malolattica

Campione 20	14-set	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott	15-ott
pH	3,75	3,75	3,76	3,80	3,84	3,84	3,85
Ac totale (g/L ac. tartarico)	6,49	6,25	6,04	5,62	5,47	5,38	5,37
Ac malico (g/L)	1,68	1,53	1,30	0,65	0,48	0,39	0,45
Ac lattico (g/L)	0,01	0,19	0,37	0,92	1,17	1,21	1,38
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,32	0,35	0,34	0,39	0,44	0,52	0,60
Antociani tot (mg/L)	713	643	660	636	647	592	575
Proantocianidine (mg/L)	3100					3014	

Campione 21	14-set	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott	15-ott
pH	3,79	3,78	3,80	3,82	3,84	3,85	3,85
Ac totale (g/L ac. tartarico)	5,99	5,84	5,73	5,47	5,34	5,20	5,24
Ac malico (g/L)	1,03	0,90	0,86	0,54	0,41	0,22	0,29
Ac lattico (g/L)	-	0,06	0,14	0,33	0,48	0,53	0,70
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,38	0,42	0,39	0,44	0,47	0,51	0,55
Antociani tot (mg/L)	722	665	644	638	619	605	599
Proantocianidine (mg/L)	3705					3665	

Campione 25	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott	15-ott
pH	3,85	3,86	3,83	3,84	3,83	3,84
Ac totale (g/L ac. tartarico)	5,40	5,36	5,43	5,40	5,38	5,38
Ac malico (g/L)	0,27	0,22	0,18	0,18	0,15	0,18
Ac lattico (g/L)	1,30	1,36	1,35	1,42	1,36	1,48
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,42	0,42	0,47	0,48	0,50	0,55
Antociani tot (mg/L)	604	589	587	586	557	527
Proantocianidine (mg/L)	2510					2296

Campione 60	14-set	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott	15-ott
pH	3,93	3,97	4,00	4,03	4,04	4,05	4,03
Ac totale (g/L ac. tartarico)	6,26	5,78	5,57	5,28	5,32	5,33	5,32
Ac malico (g/L)	1,66	0,99	0,75	0,39	0,37	0,34	0,37
Ac lattico (g/L)	-	0,58	0,85	1,34	1,44	1,42	1,52
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,31	0,38	0,36	0,47	0,50	0,53	0,54
Antociani tot (mg/L)	624	620	633	631	640	621	584
Proantocianidine (mg/L)	2887						2625

Campione 61	14-set	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott
pH	3,79	3,77	3,79	3,78	3,80	3,82
Ac totale (g/L ac. tartarico)	6,32	6,13	6,01	5,86	5,78	5,47
Ac malico (g/L)	1,27	1,12	1,07	0,90	0,79	0,38
Ac lattico (g/L)	0,11	0,23	0,28	0,40	0,55	0,80
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,37	0,40	0,38	0,38	0,41	0,44
Antociani tot (mg/L)	599	550	548	514	529	507
Proantocianidine (mg/L)	3154					2862

Campione 63	14-set	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott	15-ott
pH	3,95	3,95	3,96	3,97	3,99	4,00	4,01
Ac totale (g/L ac. tartarico)	5,17	5,08	4,95	4,76	4,62	4,58	4,56
Ac malico (g/L)	1,21	1,06	0,99	0,69	0,54	0,39	0,41
Ac lattico (g/L)	-	-	0,07	0,35	0,60	0,74	0,90
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,29	0,37	0,35	0,37	0,38	0,46	0,53
Antociani tot (mg/L)	670	644	652	639	654	644	612
Proantocianidine (mg/L)	3110					3111	

Tab. 2b - Evoluzione della composizione di una serie di vini rossi durante la fermentazione malolattica

Campione 71	14-set	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott	15-ott
pH	3,87	3,87	3,88	3,89	3,90	3,89	3,91
Ac totale (g/L ac. tartarico)	5,18	5,09	4,98	4,74	4,60	4,55	4,55
Ac malico (g/L)	1,30	1,15	1,11	0,82	0,60	0,41	0,46
Ac lattico (g/L)		0,06	0,18	0,47	0,73	0,77	0,99
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,29	0,32	0,30	0,36	0,39	0,39	0,44
Antociani tot (mg/L)	779	719	737	697	706	687	668
Proantocianidine (mg/L)	2675					2750	

Campione 71 b	25-set	27-set	1-ott	4-ott
pH	3,55	3,53	3,51	3,53
Ac totale (g/L ac. tartarico)	5,98	5,90	5,86	5,87
Ac malico (g/L)	-	-	-	-
Ac lattico (g/L)	0,66	0,62	0,62	0,60
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,31	0,27	0,28	0,29
Antociani tot (mg/L)	724	665	645	643
Proantocianidine (mg/L)	2242			2193

Campione 97	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott	15-ott
pH	3,77	3,80	3,87	3,88	3,91	3,93
Ac totale (g/L ac. tartarico)	5,94	5,77	5,28	5,31	5,25	5,28
Ac malico (g/L)	0,96	0,83	0,26	0,26	0,29	0,33
Ac lattico (g/L)	0,34	0,49	1,12	1,10	1,09	1,22
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,38	0,38	0,51	0,53	0,56	0,61
Antociani tot (mg/L)	588	613	564	538	551	509
Proantocianidine (mg/L)	2249				2224	

Campione 101	25-set	27-set	1-ott	4-ott	9-ott	15-ott
pH	3,23	3,23	3,22	3,26	3,26	3,27
Ac totale (g/L ac. tartarico)	7,90	7,91	7,59	7,40	7,36	7,16
Ac malico (g/L)	0,82	0,76	0,31	0,16	0,14	0,11
Ac lattico (g/L)	0,37	0,51	0,75	0,83	0,77	0,79
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,17	0,18	0,21	0,25	0,29	0,29
Antociani tot (mg/L)	584	622	508	548	508	479
Proantocianidine (mg/L)	1194				1091	

Campione 156	14-set	25-set	27-set	1-ott	4-ott
pH	3,65	3,44	3,45	3,51	3,52
Ac totale (g/L ac. tartarico)	6,50	6,99	6,67	5,90	5,78
Ac malico (g/L)	1,45	1,28	1,07	0,21	0,02
Ac lattico (g/L)	0,12	0,25	0,40	0,89	1,04
Ac volatile (g/L ac. acetico)	0,23	0,27	0,28	0,36	0,37
Antociani tot (mg/L)	830	733	705	608	600
Proantocianidine (mg/L)	2784				2661

corso dei primi mesi dopo la fine della fermentazione alcolica o alla polimerizzazione di queste molecole o ad altri fenomeni fisici. Tutto questo sembrerebbe confermato dal fatto che, nei vini con i pH più alti, la pendenza della curva evolutiva de-

gli antociani è, tendenzialmente, minore di quella registrata nei vini con pH più bassi. Ai pH più alti, dovrebbe essere più veloce la degradazione degli antociani in quanto è più rappresentata la forma carbinolo in equilibrio con la forma cal-

cone, quella maggiormente implicata in queste reazioni e dovrebbe essere più lenta la precipitazione del bitartrato di potassio (KHT) in quanto gli ioni HT^- sono meno rappresentati, a vantaggio degli ioni $T^=$. La minore presenza di ioni HT^-

dovrebbe portare ad una più lenta precipitazione del bitartrato di potassio e, di conseguenza, degli antociani che coprecipitano con questo sale. Queste molecole, infatti, allo stato di aggregati, possono destabilizzare lo stato di sovrassaturazione del

KHT, rappresentare centri di cristallizzazione ed essere inglobati nei precipitati (come si osserva comunemente al fondo delle vasche di conservazione alla fine del periodo invernale).

D'altra parte, nei vini dotati di pH bassi la maggior diminuzione degli antociani può essere attribuita a questo fenomeno, considerata la più elevata percentuale di HT⁻ rispetto all'H₂T totale. Si spiegherebbe, in base a queste ipotesi, il fatto che nei campioni 156 e 71b, il cui pH varia intorno al valore 3,5, la pendenza della curva evolutiva degli antociani è maggiore che nei campioni dotati di pH più alti. In questi due campioni l'elevata concentrazione degli ioni HT⁻ e l'elevato livello di sovrassaturazione del KHT avrebbero creato le condizioni perché le associazioni molecolari degli antociani presenti in soluzione potessero indurre la precipitazione di una parte del KHT in sovrassaturazione e, con esso, degli stessi aggregati di antociani. Nel campione 101 che presenta il pH più basso e in cui la diminuzione degli antociani è stata più modesta, si può ipotizzare che la precipitazione di KHT fosse già avvenuta e che parte degli antociani fosse già stata rimossa a causa di questo fenomeno.

Inoltre, in questo campione, è probabile che le reazioni di degradazione idrolitica via calcione degli antociani siano state sensibilmente meno consistenti di quelle registrate nei vini a pH alto in cui il contenuto di antociani sotto questa forma è particolarmente elevato. I risultati di questa esperienza consentono di spiegare quanto avviene in altre zone i cui vini sono caratterizzati da pH sensibilmente più bassi di quelli della zona della Sicilia occidentale.

In questi vini si osserva una sensibile diminuzione degli antociani e una perdita di colore dopo la fermentazione malolattica. Considerato che tale processo si

svolge a temperatura di circa 18 - 20 °C e che, dopo di esso, il vino viene addizionato di SO₂ e lasciato raffreddare, si può ipotizzare che, la diminuzione degli antociani osservata, come sopra rilevato, sia dovuta alla coprecipitazione insieme ai cristalli di KHT, indotta dall'abbassamento della temperatura e dalla particolare struttura di queste molecole, e al probabile aumento della velocità di degradazione idrolitica di questi composti via calcione. La diminuzione dell'assorbanza a 520 nm, sarebbe da associare, oltre che alla precipitazione e alla degradazione degli antociani, all'aumento del pH e alla decolorazione che queste molecole subiscono per combinazione con la SO₂ aggiunta. Non si può escludere, tuttavia, che la diminuzione degli antociani e la modesta pendenza delle loro curve evolutive, soprattutto ai pH più alti, sia imputabile all'attività antocianica dei LAB che, in certe condizioni e per certi ceppi batterici sarebbe scarsamente rappresentata e agirebbe lentamente.

Questo tema resta così materia di ulteriori studi da effettuare in soluzioni modello in cui siano isolate le variabili riferibili alle reazioni di degradazione parallele e di precipitazione degli antociani insieme ai cristalli di KHT.

Considerazioni conclusive

I risultati sopra esposti mostrano che le conseguenze della fermentazione malolattica, indotta da batteri indigeni non selezionati, sull'evoluzione del contenuto in antociani e del colore dipendono dalla composizione del vino che ha subito tale processo (contenuto e natura dei pigmenti presenti, pH, ...) e, sicuramente, anche dal ceppo batterico che ha condotto la fermentazione. Non è persa evidente l'attività antocianica messa in luce in altri lavori po-

tendosi spiegare l'evoluzione negativa del tenore in antociani con il coinvolgimento di queste molecole nella precipitazione del KHT, in reazioni di degradazione idrolitica e in reazioni di polimerizzazione. In quest'ultimo caso la diminuzione sarebbe solo apparente in quanto la polimerizzazione degli antociani comporta una stima inferiore del loro contenuto, con i metodi di determinazione oggi disponibili.

Riassunto

Subito dopo la vendemmia 2007, in una serie di vini rossi di qualità, elaborati con uve di varietà internazionali ed autoctone, nella Sicilia occidentale, è stata seguita l'evoluzione degli antociani totali, durante la fermentazione malolattica condotta da batteri indigeni. Si è osservata una diminuzione del contenuto in antociani totali quasi lineare nella maggior parte dei campioni caratterizzati da elevati valori di pH iniziali, senza evidenti discontinuità indotte dalla presenza di batteri lattici. Indipendentemente dalla FML, la curva della diminuzione degli antociani ha mostrato una pendenza più elevata nei campioni dotati di pH iniziali più bassi. Non è persa evidente l'attività antocianica dei LAB nelle condizioni operative di cantina, adottate e nei vini esaminati.

Bibliografia

Bauer R., Dicks L.M.T. (2004) - Control of Malolactic fermentation in wine. A review. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 25 (2) 74-88.
 Davis C.R., Wibowo D., Eschenbruch R., Lee T.H., Fleet G.H. (1985) - Practical implication of malolactic fermentation. A review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 36 (4), 290-300.
 Garofolo A., Favale S., Comandini M. C., Tiberi D. (2004) - Effetti della fer-

mentazione malolattica sui vini a base di uve "Cesanese di Affile". *L'Enologo*, (40, 12) 111-115.

Hernandez T., Estrella I., Carlavilla D., Martin-Alvarez P.J., Moreno-Arribas M.V. (2006) - Phenolic compounds in red wine subjected to industrial malolactic fermentation and ageing on lees. *Analitica Chimica Acta*, 563,116-125.

Hernández T., Estrella I., Pérez-Gordo M., Alegría E.G., Tenorio C., Ruiz-Larrea F., Moreno-Arribas M.V. (2007) - Contribution of malolactic fermentation by *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus plantarum* to the changes in the nonanthocyanin polyphenolic composition of red wines. *J. Agric. Food Chem.* 55, 5260-5266.

Manzanares P., Rojas V., Genovés S., Vallés S. (2000) - A preliminary search for anthocyanin-, -D-glucosidase activity in non-Saccharomyces wine yeasts. *Inter. J. Food Sci. Techn.* 35 (1), 95-103.

Prahl C., Lonvaud - Funel A., Korsgaard S., Morrison E., Joyeux A. (1988) - Etude d'un nouveau procédé de déleuchement de la fermentation malolactique. *Conn. Vigne Vin*, 22 (3), 197-207.

Sanchez-Torres, P., Gonzalez-Candelas, L., Ramon, D. (1988) - Heterologous Expression of a Candida molischiana Anthocyanin-?-glucosidase in a Wine Yeast Strain. *J. Agric. Food Chem.*, 46 (1), 354 - 360.

Ugliano M., Genovese A., Moio L. (2003) - Idrolisi di precursori d'aroma glicosilati nel corso della fermentazione malolattica. *L'Enologo*, (39, 11) 109-114.

Vivas N., Augustin M., Lonvaud-Funel A. (1995) - Influence of oak wood and grape tannins on the lactic acid bacterium *Oenococcus oeni*. *J. Sci. Food Agric.* 80, 1675-1678.

Vivas N., Bellemere L., Lonvaud-Funel A., Glories Y., Augustin M. (1995) - Etudes sur la fermentation malolactique des vins rouges en barriques et en cuves. *R. F. OE.* (151) 39-45.