

# Trattamenti criogenici con azoto liquido delle uve per la produzione di vini bianchi di qualità.

**Ferrarini R.<sup>1</sup>; Simonato B.<sup>1</sup>; Cisamolo L.<sup>2</sup>; Bocca E.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Dipartimento Scientifico e Tecnologico - Università degli Studi di Verona - Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche - Via delle Grazie 15 - 37134 Verona – Italia - email: roberto.ferrarini@univr.it

<sup>2</sup>Centro Didattico del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche – Università degli Studi di Verona - Via della Pieve 64 – 37029 San Floriano - Verona – Italia

<sup>3</sup>Enologica Vason - Località Nassar 37 – 37020 Pedemonte – Verona - Italia

## Introduzione

Nella elaborazione dei vini bianchi la fase prefermentativa gioca un ruolo di primaria importanza per la qualità del futuro vino. Infatti solo dopo la decompartmentazione dell'acino, dovuta agli interventi tecnologici (trasporto, pigiatura, pressatura) sull'uva, intervengono profonde modificazioni a carico di vari costituenti dei mosti che condizionano fortemente la qualità del vino (Ribereau Gayon P., 2004a - 2004b; Boulton R. et al., 1998 ; Cordonnier R.E. et al., 1982).

Infatti, nel lasso di tempo che intercorre fra la rottura dell'acino (pigiatura o pressatura diretta dell'uva) e l'avvio della fermentazione alcolica, il mosto è soggetto a profonde modificazioni dovute all'azione degli enzimi endogeni dell'uva e/o apportati dalla *Botrytis cinerea* (muffa grigia") (Dubernet M. et al., 1977).

Diverse sono le attività enzimatiche dei mosti, ma quelle che maggiormente influiscono sullo "stile" del futuro vino sono caratterizzate da una più o meno marcata azione ossidativa nei confronti del substrato; sono note infatti le attività ossidative nei confronti di polifenoli (Singleton V.L., 1987; Cheynier et al., 1988), lipidi (Roufét M. et al., 1986); in queste reazioni l'ossidante principale è l'ossigeno stesso (Crapisi A. et al., 1995), ma anche i perossidi. (Zapata J. M., 1992) e gli stessi cataboliti delle reazioni di ossidazione (Cheynier et al., 1989a). Questa ossidazione primaria può essere all'origine di successive reazioni non enzimatiche anche a carico di frazioni aromatiche e conseguente limitazione dell'espressione varietale dei vini (Dubernet M. et al., 1974; Cheynier V. et. Al., 1990).

Fattore primario nel condizionare la cinetica dei diversi enzimi presenti nell'uva e relativi mosti enzimatica è la temperatura.

Inoltre, nel caso dell'attività polifenolossidativa, la suscettibilità all'ossidazione dipende dalla composizione dei mosti ed in particolare dal tenore e rapporto in glutatione e derivati dell'acido cinnamico dei mosti (Cheynier et al., 1989b).

Gli interventi convenzionali per limitare la degradazione enzimatica di tipo ossidativo dei mosti prevedono l'uso di anidride solforosa e di gas inerti, l'abbassamento della temperatura del pigiato e delle uve.

In tal senso operano alcune pratiche attualmente in uso fra i produttori come la refrigerazione del pigiato o del mosto, la raccolta dell'uva nelle ore più fredde del giorno (di notte), la parziale refrigerazione dell'uva con gas criogenici; in realtà tali interventi limitano solo parzialmente l'attività enzimatica senza peraltro escluderla (Kontek A. et al., 1994).

L'impiego anticipato (direttamente sull'uva al conferimento in cantina) di anidride solforosa risolve solo in parte il problema, infatti la sua azione si esplica solamente quando entra in soluzione e quindi non opera nelle prime fasi di estrazione del mosto e soprattutto nel corso della pressatura viene allontanata dalle prime frazioni di mosto lasciando le successive aliquote estratte prive di protezione; comunque l'uso anticipato della anidride solforosa accentua le note amare (Sims C.A. et al., 1991). Per contro, l'impiego di anidride solforosa in presenza delle parti solide incrementa la dissoluzione di sostanze polifenoliche possibili cause di instabilità ossidativa nei vini così elaborati e che pertanto risulteranno intrinsecamente instabili. L'impiego di acido ascorbico nei mosti non risolve il problema in quanto questo antiossidante ha un'azione limitata nel tempo e necessita comunque della contemporanea presenza di anidride solforosa (Bradshaw M.P. et al., 2004), inoltre la sua presenza residua nel vino potrebbe essere ulteriore causa di instabilità (Bradshaw M.P. et al., 2004).

La pressatura diretta delle uve sotto battente di gas inerte può dare risultati interessanti (Vrhovsek U. et al., 2003), tuttavia in tali condizioni vengono limitati i meccanismi enzimatici in cui interviene l'ossigeno ma non gli altri; comunque l'applicazione di questa tecnica risulta complessa e può essere facilmente inficiata dalla presenza ubiquitaria dell'ossigeno nel corso delle diverse lavorazioni delle uve e dei mosti.

Comunque tutti questi interventi possono limitare ma non escludere l'azione dell'ossigeno e degli ossidativi enzimi presenti sull'uva.

In alternativa, l'adozione della tecnica di iperossigenazione dei mosti (Müller-Späth H., 1977; Guerzoni M.E. et al., 1981; Dubourdieu D. et al., 1990; Nicolini G. et al., 1991; Cheynier V. et al., 1991; Zironi R., 1994, 2001; Crapisi A. et al., 1995; Schneider V., 1998) pur conseguendo buoni risultati sulla stabilità ossidativa dei vini (Nagel C. W. et al., 1988), provoca l'abbattimento della carica aromatica varietale, condizione quindi da evitare soprattutto per la produzione di vini bianchi con caratteri di tipicità ben espressi (Dubourdieu D. et al., 1990).

Alla luce di quanto esposto sembrerebbe quindi interessante l'ipotesi di operare nelle fasi prefermentative, almeno per quelle più critiche di estrazione del mosto, con basse temperature delle uve e tali da inibire, senza l'ausilio di antiossidanti, l'attività enzimatica dell'uva anche in presenza di ossigeno. Tecnicamente quindi si tratta di eseguire sull'uva raccolta un raffreddamento a temperature comunque prossime a quelle del congelamento dell'acqua, e dei mosti, con scambio termico che può essere solamente di tipo convettivo e che, per rispettare anche esigenze logistiche e gestionali (lavorazione in continuo, buone capacità produttive, sostenibilità economica, ecc.) può essere realizzato ponendo l'uva, per tempi brevi (2-5 minuti), in ambiente a temperature di -20-50 °C; medesime esigenze suggeriscono l'impiego di azoto liquido come gas criogenico.

Queste condizioni di scambio termico comportano comunque il congelamento del raspo, per assenza degli zuccheri che maggiormente influiscono sull'abbassamento del punto crioscopico, della buccia e dei primi strati di cellule dove si raggiungono le temperature più prossime a quelle dell'ambiente refrigerante. Gli effetti sulla composizione dei mosti e caratteristiche dei vini della successiva pressatura dell'uva può essere, almeno in parte, assimilabile a quanto avviene con la tecnica di "sovraestrazione" delle uve (Chauvet S. et al., 1992; Defranoux C. et al., 1990; Ollivier C., 1987); se la temperatura media del prodotto trattato sarà prossima a quella di congelamento dell'uva si otterranno effetti di crioestrazione con effetto selettivo più marcato a livelli termici inferiori che, se raggiungono temperature di -7 °C o meno, provocano la crioconcentrazione dei mosti similmente a quanto avviene naturalmente per la elaborazione degli "ice wine" (Chauvet S. et al., 1986b; Chauvet S. et al., 1987; Chauvet S., 1988).

Le prime ricerche e sperimentazioni riguardanti queste tecnologie risalgono agli inizi degli anni '80 (Chauvet S. et al., 1986); in queste esperienze la tecnica veniva realizzata in discontinuo con freddo meccanico e utilizzata soprattutto come metodica per l'autoarricchimento dei mosti, anche per l'ottenimento di vini da "dessert" ad elevato grado complessivo. Forse per questi motivi e per le difficoltà gestionali di carattere logistico-organizzativo ed economico che le prime proposte tecnologiche comportavano, la tecnica di crioestrazione selettiva/sovraestrazione ha visto scarsa diffusione per la elaborazione dei vini bianchi.

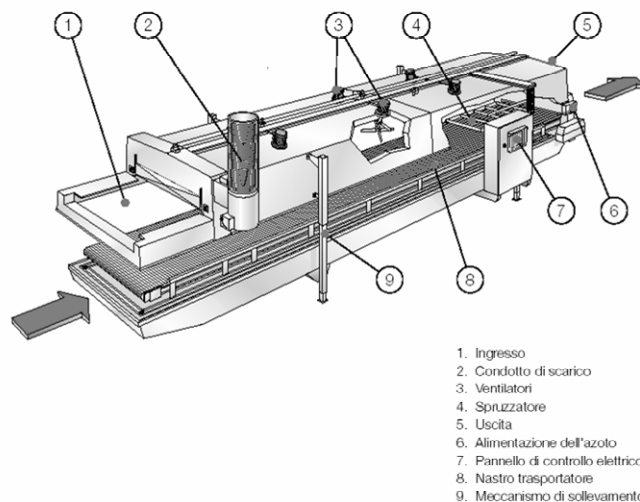
Si è quindi ritenuto di particolare interesse e attuale valutare la tecnica di crioestrazione selettiva ottenuta mediante trattamento criogenico con azoto liquido delle uve allo scopo di ottenere vini bianchi di qualità caratterizzati da stile varietale integro e marcato, aspetto attualmente assai apprezzato. Pertanto dalla vendemmia '02 si è intrapresa un'ampia gamma di sperimentazioni su questo tema, operando nel corso della prima vendemmia con impianto pilota (300 kg/h) e successivamente con sistemi in grado di operare in realtà di medie dimensioni (Dal Forno L., 2004; Vason A. 2005; Ferrarini et.al., 2005; Simonato B. et al., 2005; Cutolo A., 2006) e di cui si riportano sinteticamente i dati e risultati più significativi.

## Materiali e metodi

Si riportano alcuni dati delle sperimentazioni eseguite nel corso delle vendemmie '03-'04-'05 nelle aree di produzione dei vini bianchi veronesi Soave e Custoza presso le aziende Bolla S.p.a, Cantina di Soave S.c.a.r.l. e Cantina di Custoza S.c.a.r.l..

### Materiali e protocolli sperimentali

Le uve bianche provenienti dai vitigni Garganega e Cortese, raccolte manualmente e trasportate in cassoni da 250 kg venivano scaricate su uno scivolo inclinato vibrante atto a disporre l'uva in singolo strato ed alimentare in continuo il sistema di refrigerazione/congelamento del prodotto.



**Fig. 1 – Trattamento criogenico delle uve con azoto liquido - CRYOLINE® (Linde Gas Italia Srl)**

liquido.

L'uva dopo refrigerazione alle temperature previste dai diversi protocolli veniva immessa mediante nastro trasportatore in pressa pneumatica a membrana con cicli di lavorazione standard, il mosto ottenuto veniva addizionato di 60 mg/L di anidride solforosa e quindi posto in serbatoio per la sedimentazione statica di 24-30 ore, quindi separato dai solidi e portato a

Il trattamento criogenico (Fig. 1), operante in continuo con capacità di 30-50 q/h (a temperatura dell'uva in entrata dell'uva di 20 °C e in uscita di -3-5 °C), prevede il trasporto del prodotto mediante nastro metallico all'interno di una camera coibentata con tempi di permanenza variabile (3-5 minuti) in funzione della velocità del nastro e che possono consentire una temperatura dell'uva in uscita fino ad un minimo di -10 °C; la temperatura della camera viene mantenuta a temperatura di -20-50 °C mediante l'iniezione di azoto

14-16 °C per la fermentazione alcolica, dopo inoculo con LSA Premium Chardonnay (Enologica Vason Srl – I).

A fine fermentazione, dopo permanenza sulle fecce del lievito di 15-30 giorni, veniva travasato e conservato con 25-30 mg/L di anidride solforosa libera.

### Metodi

I composti di fermentazione sono stati determinati mediante gascromatografia GC-MS (colonna capillare HP-Innovax in silice fusa di 30 m di lunghezza e di 0,25 mm di diametro interno) previo adsorbimento del campione su SPE C18.

I composti fenolici e flavonoli sono stati determinati mediante cromatografia ad elevate prestazioni HPLC- Uv vis (precolonna Lichrospher 100 C18 - 5 µm - Merck codice 1.50957; Colonna: ODS Hypersil 200×2,1 mm 5µm codice 79916OD.572).

Per le altre determinazioni analitiche sono stati utilizzati i metodi d'analisi per mosti e vini previsti dall'O.I.V. (2006).

### **Discussione dei risultati**

In Fig. 2 sono riportati alcuni dati relativi all'effetto del trattamento criogenico dell'uva sui principali componenti dei mosti ottenuti nel corso della pressatura di alcune esperienze più significative eseguite nel corso della vendemmia 2003 (zona di Soave), 2004 (zona di Custoza) e 2005 (zona di Soave) con uve del vitigno Garganega; le uve della vendemmia 2005 provenivano da vigneto colpito da grandine.

Il tenore in zuccheri e ceneri risulta incrementato nella frazione di mosto fiore di tutte le esperienze ed in modo più marcato in quella della vendemmia 2003. In particolare l'incremento della gradazione complessiva nei mosti fiore ottenuti da uve raffreddate a -5 °C è stata di 2,8, 1,0, 0,9 gradi alcolici, rispettivamente per le prove della vendemmia 2003, 2004 e 2005.

Parallelamente anche l'alcalinità delle ceneri (dati non presentati) e il pH risultano aumentati nei mosti trattati: verosimilmente l'azione di rottura delle cellule della buccia dovuta alla formazione di ghiaccio favorisce l'arricchimento del mezzo in potassio come confermato dai suoi tenori nei mosti e nei vini (dati non presentati).

L'acidità totale risulta nelle masse finali dei mosti crioestratti tendenzialmente più elevata con comportamenti non sempre concordi dei due principali acidi dei mosti.

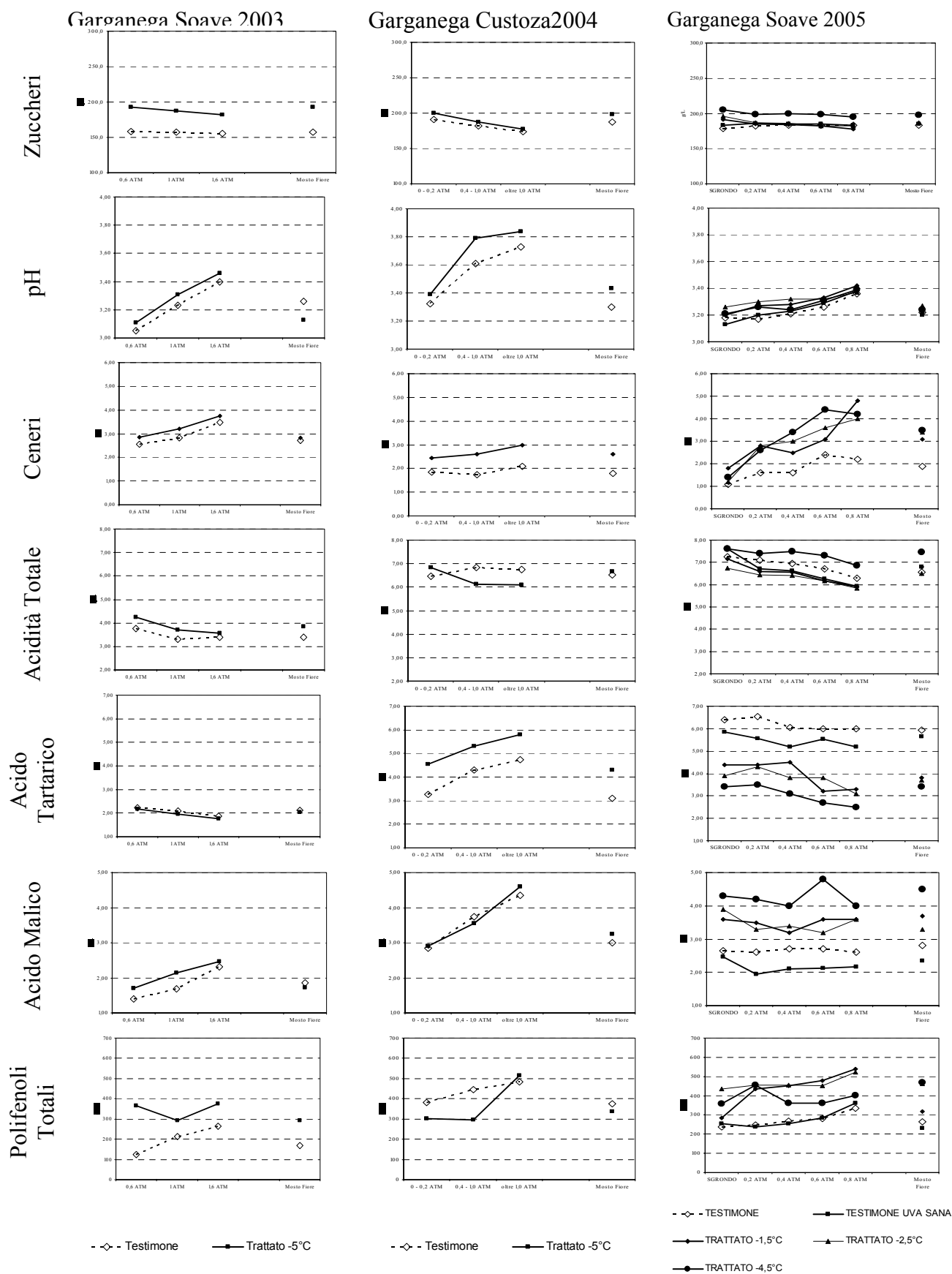
A conferma dei risultati di altre esperienze da noi eseguite, il tenore in polifenoli totali risulta normalmente più elevato nei mosti ottenuti mediante crioestrazione condotta a temperatura di congelamento dell'acino (circa -5 °C).

Da sottolineare infine (prove Garganega 2005) come i tipici effetti della crioestrazione selettiva si verificano solo a temperatura prossima a quella di congelamento dell'uva.

I vini ottenuti dai mosti in questione presentano caratteristiche compositive che rispecchiano la composizione dei mosti da cui derivano; in particolare risultano incrementati i valori in alcol, estratti, ceneri e loro alcalinità, pH, potassio, acidità totale e acido malico.

In particolare i polifenoli totali, ma non le frazioni più instabili (proantocianidine e catechine), ad esclusione della Garganega 2005, risultano incrementate dal trattamento a -5 °C per effetto disgregante provocato dal congelamento delle cellule dei tessuti della buccia.

In Tab. 1 sono riportati i valori i tenori in metanolo e alcoli superiori dei vini in questione: l'alcol metilico e gli alcoli superiori risultano significativamente più bassi nei vini ottenuti



**Fig. 2 – Composizione dei mosti nel corso della pressatura di uve trattate.**

		Bolla 2003		Custoza 2004			
		Garganega		Garganega		Cortese	
		Test	-5°C	Test	-5°C	Test	-5°C
Metanolo	mg/L	31	25	28	17	44	21
1-Propanolo	mg/L	13	14	29	18	34	30
2-Metilpropanolo	mg/L	13	9	28	14	16	26
1-Butanolo	mg/L	2	2	1,1	1,1	1,1	0,8
2-Metil, 1-Butanolo	mg/L	33	29	38	21	25	24
3-Metil, 1-Butanolo	mg/L	145	114	207	117	150	127
Somma Alcoli superiori		206	168	303,1	171,1	226,1	207,8

**Tab. 1: Alcoli superiori e metanolo**

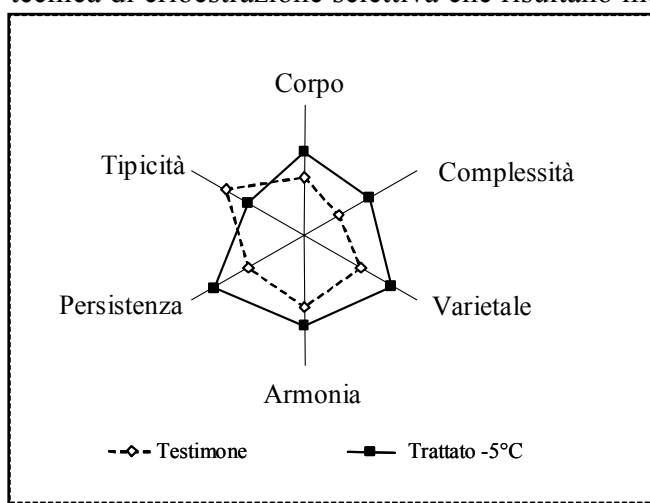
con crioestrazione selettiva a testimonianza della minor attività proteolitica e proteasica dovuta alle basse temperature. Potrebbe verosimilmente essere ipotizzata anche una minor presenza di proteine a causa di una loro flocculazione dovuta all'effetto denaturante del freddo e dei polifenoli maggiormente presenti nei prodotti trattati; ipotesi troverebbe conferma nella osservazione che i vini ottenuti da crioestrazione selettiva risultano sempre proteicamente meno instabili rispetto ai loro testimoni.

In Tab. 2 si riportano i dati relativi agli acidi cinnamici e loro esteri tartarici che indicano con chiara evidenza il mancato loro coinvolgimento in reazioni enzimatiche ossidative in fase prefermentativa.

		Garganega 2003		Garganega 2004		Cortese 2004	
		Test	-5°C	Test	-5°C	Test	-5°C
Ac. caffeil tartarico	mg/L	8,1	31,2	25,9	32,6	18,3	61,5
Ac. p-Cumaril tartarico	mg/L	0,3	1,6	7,8	9,2	7,8	10,2
Ac. Ferulil tartarico	mg/L	0,5	0,4	3,2	3,2	1,6	1,5
Ac. caffeico	mg/L	1,6	2,2	2,2	7,6	12,4	2,9
Ac. P-cumarico	mg/L	0,6	0,3	1,1	1,0	1,4	1,0
Somma cinnamici	mg/L	11,1	35,7	40,2	53,6	41,5	77,1

**Tab. 2: Alcoli superiori e metanolo**

L'analisi sensoriale dei vini ha evidenziato nette differenze dei prodotti elaborati con la tecnica di crioestrazione selettiva che risultano meno espressi nelle prime fasi di affinamento; per contro questi vini risultano preferiti sul medio e lungo periodo di affinamento favoriti anche da una buona stabilità chimico-fisica (dati non riportati).



A titolo esemplificativo si riportano in Fig. 2 si riportano i profili sensoriali dei vini ottenuti nella vendemmia 2003 eseguiti dopo 8 mesi di conservazione: il vino elaborato mediante crioestrazione selettiva risulta maggiormente strutturato, più complesso e persistente, con carattere varietale più espresso anche se valutato meno tipico probabilmente a causa del fatto che la tecnica consente di

**Fig. 2 – Profili sensoriali dei vini Garganega Soave 2003**

mettere in evidenza caratteri non mai osservati con le procedure convenzionali di vinificazione.

### **Conclusioni**

La tecnica della crioestrazione selettiva realizzata mediante il parziale congelamento dell'uva integra con trattamento ad azoto liquido in tunnel consente, se operante a temperature prossime al parziale congelamento dell'acino, di ottenere una quantità di mosto fiore simile a quella ottenibile con tecniche di estrazione convenzionali ma caratterizzato da un maggior contenuto in estrattivi solubili: zuccheri, estratti non riduttori e ceneri.

La tecnica della crioestrazione selettiva operante a circa  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  incrementa l'estrabilità delle sostanze contenute nelle cellule della buccia e in particolare i polifenoli in generale, ma non la frazione dei flavonoli.

I dati analitici hanno dimostrato che la tecnologia consente una buona inattivazione, senza l'ausilio di anidride solforosa o altri antiossidanti o inertizzazione gassosa, dell'attività enzimatica in fase prefermentativa di estrazione del mosto.

Il rapido parziale congelamento dell'uva integra consente di ottenere anche una selezione all'interno del grappolo stesso, infatti, gli acini meno maturi o con stato sanitario compromesso, sono caratterizzati da temperature di congelamento più elevate e pertanto nel corso della successiva pressatura il loro succo non contribuirà alla composizione del mosto fiore, con evidenti miglioramenti della qualità dei vini così elaborati.

### **Ringraziamenti:**

Regione Veneto "Distretto Veneto del Vino" (L.R. 2003 n. 8)

- Cantina di Custoza s.c.a.r.l.- Verona - Italia
- Enologica Vason s.r.l. - Verona - Italia
- Linde gas Italia s.r.l. - Verona - Italia
- JU.CLA.S. s.r.l. Verona - Italia

I dott. Daniela Borsa (Istituto Sperimentale per l'Enologia di Asti – I), Giuseppe Versini (Istituto Agrario di S. Michele AA – I), Elio Novello (Bolla Spa – I), Federica Mainente (CIVE – Università di Verona – I).

### **Bibliografia**

Boulton R.B., Singleton V.L., Bisson L.F., Kunkee R.E., 1998. Principles and Practices of Winemaking, The Chapman & Hall Enology Library, NY.

Bradshaw M.P., Scollary G.R., Prenzler P.D., 2004. Examination of the sulphur dioxide-ascorbic acid anti-oxidant system in a model white wine matrix, J. Sci. Food Agric., 84, 318-324.

Chauvet S., Sudraud P., Jouan T., 1986a. La cryoextraction sélective des moûts. Premières observations. Perspectives, Bull. OIV, 667-668, 1022-1043

- Chauvet S., Sudraud P., Jouan T., 1986b. Nouveau procédé d'extraction des moûts, *Rev. Œnologues*, 40, 7-11.
- Chauvet S., Sudraud P., 1987, La cryoextraction sélective. Essais de 1986: premières observations, *Rev. Œnologues*, 43, 7-10.
- Chauvet S., 1988. La cryoextraction sélective, *Rev. Œnologues*, 46, 21-23.
- Chauvet S., Sudraud P., 1992. Cryoextraction sélective (Pressurage à froid), *Rev. Œnologues*, 65 S, 31-33.
- Cheynier V., Osse C, Rigaud J., 1988. Oxidation of grape juice phenolic compounds in model solutions, *J. Food Sci.*, 53,1729-1732.
- Cheynier V., Trousdale E.K., Singleton V.L., Salgues M.J., Wylde R.. 1986. Characterization of 2-S-glutathionylcaftaric acid and its hydrolysis in relation to grape wines, *J. Agric. Food Chem.*, 34, 217-221.
- Cheynier V., Rigaud J., Moutounet M., 1989a. Oxydation des composés phénoliques des moûts de raisin blancs. Bordeaux, C.R. Actualités Œnologiques 89, 196-201.
- Cheynier V., Souquet J.M., Moutounet M., 1989b. Glutathione content and glutathione to hydroxycinnamic acid ratio in *Vitis vinifera* grapes and musts. *Am. J. Enol. Vitic.*, 40, 320-324.
- Cheynier V., Rigaud J., Souquet J.H., Duprat F., Moutounet M., 1990. Must browning in relation to the behavior of phenolic compounds during oxidation, *Am. J. Enol. Vitic.*, 41, 346-349.
- Cheynier V., Souquet J. M., Samson A., Moutounet M., 1991. Hyperoxidation: influence of various oxygen supply levels on oxidation kinetics of phenolic compounds and wine quality, *Vitis*, 30, 107-115.
- Cordonnier, R. E., Bayonove C. L., 1982. Etude de la phase préfermentaire de la vinification extraction et formation de certains composés de l'arôme, cas des terpenols, des aldehydes et des alcools en C6, *Connaiss. Vigne Vin*, 15, 269-286.
- Crapisi A., Ferrarini R., Zironi R., Lante A., Pasini G., Spettoli P. (1995). Prefermentative treatments interaction on the white must polyphenolic composition. In: *Proceedings 4 th Intl. Symposium on Innovations in Wine Technology, Stuttgart (D)*, 79-84.
- Cutolo A., 2005. Applicazione della crioestrazione selettiva nell'elaborazione di vini da uve Garganega con stato sanitario compromesso. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Verona.
- Dal Forno L., 2004. Prime esperienze di applicazione della crioestrazione con l'utilizzo di azoto liquido. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Verona.
- Defranoux C., Gineys D., Joseph P., Sauvage D., 1990. Le potentiel aromatique du chardonnay: essai d'utilisation des techniques de cryoextraction et de supraextraction (procédé Kreyer) - Bilan de 3 années d'experimentation en mâconnais, *Rev. Œnologues*, 57, 27-29.
- Dubernet M., Ribereau-Gayon P., 1974. Causes et consequences de la consommation de l'oxygène par les moûts de raisin, *Vitis*, 13, 233-244.
- Dubernet M., Ribereau-Gayon P., Kerner H.R., Harel E., Mayer A.M., 1977. Purification and properties of laccase from *Botrytis cinerea*. *Phytochemistry*, 16, 191-193
- Dubourdieu D., Lavigne V., 1990. Incidence de l'hyperoxygénation sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins blancs secs du Bordelais. *Rev. Fr. Oenol.*, 124, 58-61.



- Ferrarini R., Bocca E., Tornielli G.B., Simonato B., 2005. Criogene Extraktionsverfahren bei der Weissweinherstellung, Intervitis-Interfructa. Vienna, 5 maggio 2005.
- Flanzy C., 1998. Œnologie. Fondements Scientifiques et Technologiques, ed. Lavoisier TEC & DOC, Paris (F).
- Guedes de Pinho P., Bertrand A., Guillou I., 1994. Influence de l'hyperoxygénation des moûts sur la composition chimique et sensorielle des vins blancs, Rev. Fr. Oenol., 145, 9-17.
- Guerzoni M.E., Zironi R., Intrieri C., Magnani E., 1981. Stabilization of white wine by early hyperoxidation of must, Food Technol. Austral., 33, 442-446.
- Kontek A., Souquet J.M., Moutounet M., 1994. Influence of temperature on oxygen consumption in white grape juice, Analele Institutul de Cercetari Pentru Viticultura si Vinificatie Valea Calugareasca, Bucurest, 14, 397-404.
- Müller-Späth H., 1977. Neueste Erkenntnisse über den Sauerstoffeinfluss bei der Weinbereitung - aus der Sicht der Praxis, Weinwirtschaft, 113 (6), 144-157.
- Nagel C. W., Graber W. R., 1988. Effect of must oxidation on quality of white wines, Am. J. Enol. Vitic. 39:1-4.
- Nicolini G., Mattivi F., Dalla Serra A., 1991. Iperossigenazione dei mosti: conseguenze analitiche e sensoriali su vini della vendemmia 1989, Riv. Vitic. Enol., 3, 45-56.
- Ollivier C., 1987. Recherches sur la vinification des vins blancs secs, Tesi Univ. Bordeaux II, Bordeaux (F).
- O.I.V. 2006. Recueil de méthodes internationales d'analyse des vins et de moûts, Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, Paris.
- Ribereau-Gayon P., Dubourdiou D., Donéche B., Lonvaud A., 2004a. Traité d'Œnologie. 1. Microbiologie du vin. Vinifications», ed. Dunod (5° ed.), Paris(F).
- Ribereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdiou D., 2004b. Traité d'Œnologie. 2. Chimie du vin. Stabilisation et traitements, ed. Dunod (5° ed.), Paris(F).
- Roufet M., Bayonove C.L., Cordonnier R.E., 1986. Changes in Fatty Acids from Grape Lipidic Fractions During Crushing Exposed to Air, Am. J. Enol. Vitic., 3, 202-205.
- Simonato B., Mainente F., Spinelli P., Tornielli G.B., Ferrarini R., 2005. Effect of cryoextraction on phenols fractions of musts derived from white grape varieties. American Society for Enology and Viticulture 56th Annual Meeting. Seattle (Washington-US), Giugno 2005.
- Sims C.A., Bates R.P., Mortensen J.A., 1991. Effects of Must Polyphenoloxidase Activity and Timing of Sulfite Addition on the Color and Quality of Vitis rotundifolia and Euvitis Hybrid White Wines, Am. J. Enol. Vitic., 2, 128-132.
- Singleton V.L., 1987. Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: Observations and practical implications, Am. J. Enol. Vitic., 38, 69-77.
- Schneider V., 1998. Must Hyperoxidation: A Review. Am. J. Enol. Vitic., 1, 65-73.
- Spayd S.E., Nagel C.W., Hayrynen L.D., Ahmedullah M., 1987. Effect of Freezing Fruit on the Composition of Musts and Wines, Am. J. Enol. Vitic., 3, 243-245.
- Suresh E.R., Ethiraj S., Onkarayjz H., 1981. A note on the effect of freezing grape bunches on the composition of musts and wines. J. Food Sci. Technol. India, 3, 119-20.

Vason A., 2005 Prime Applicazioni industriali si tecniche di crioestrazione selettiva mediante trattamento dell'uva con azoto liquido. Tesi di laurea, Università degli Studi di Bologna Sede di Cesena.

Vrhosek U., Pojer M., Mattivi F., 2003. Gli acidi cinnamici come marcatori della tecnologia di estrazione del mosto nella produzione dei vini bianchi. Atti Conv. Int. "Polifenoli dell'uva e del legno: contributo alla qualità del vino" in Quaderni della Scuola di Specializzazione in Sc. Vitic. ed En., Univ. Torino (I), 121-138.

Zapata J. M., Calderon A. A., Munoz R., Ros Barcelo A., 1992. Oxidation of Natural Hydroxybenzoic Acids by Grapevine Peroxidases: Kinetic Characteristics and Substrate Specificity. Am. J. Enol. Vitic., 2, 134-138

Zironi R., Ferrarini R., Celotti E., Battistutta F., 1994. La iperossigenazione dei mosti in flottazione. Atti del VI Congresso Latinoamericano Viticultura y Enologia, 341-364.

Zironi R., Di Primio G., Battistutta, F. Flocea, V., Celotti E., Ferrarini R., 2000. Aspetti applicativi della tecnica di iperossigenazione dei mosti di uve bianche, Vignevini, 11, 40-4.