

Giulio Margheri - Giuseppe Versini - Giorgio Sartori

Ricerche inerenti alla elaborazione dei vini bianchi di qualità con basso tenore SO₂



gruppo giornalistico edagricole

Estratto da « VIGNEVINI »

Anno V - N. 9 - Settembre 1978

Ricerche inerenti alla elaborazione dei vini bianchi di qualità con basso tenore di SO₂

Giulio Margheri - Giuseppe Versini - Giorgio Sartori

Laboratorio di Analisi e di Ricerca dell'Istituto Agrario Provinciale - S. Michele all'Adige (Trento)

RIASSUNTO

Ricerche inerenti alla elaborazione dei vini bianchi di qualità con basso tenore di SO₂.

Per quattro anni consecutivi, nel corso della elaborazione dei vini bianchi secchi di qualità, è stata condotta una serie di ricerche sperimentali atte ad individuare le condizioni di vinificazione ideali per abbassare il contenuto in anidride solforosa molto al di sotto dei limiti massimi consentiti dalla legge.

Una accurata scelta delle uve, l'impiego di presse orizzontali per la torchiatura delle stesse, che permettano di avere una resa in mosto non superiore al 70%, la chiarificazione del mosto con bentonite e gelatina, l'aggiunta di 65-70 mg/l di anidride solforosa, la successiva decantazione del mosto e la fermentazione dello stesso con impiego massiccio di lieviti selezionati, ci ha consentito di ottenere dei vini all'imbottigliamento con un tenore massimo di 100 mg/l di anidride solforosa, 45 dei quali sotto forma libera.

Questa tecnica ci ha permesso sia di evitare processi di ossidazione del vino sia di far conservare allo stesso le caratteristiche peculiari del vitigno di provenienza, nonché la sua fragranza, la sua freschezza e finezza, tipiche dei vini bianchi secchi trentini.

SUMMARY

Research unto the elaboration of quality white wines with a small percentage of SO₂.

For four consecutive years in the process of the elaboration of quality dry white wines a series of research experiments have been carried out to single out the condition of wine making ideal for Sulphurous Anhydride well below the maximum limits permitted by the law.

An accurate choice of grape, the use of horizontal presses for the pressing of these, which enable us to have a return of grape juice of not more than 70%, the clarification of grape juice with bentonite and gelatine, the adding of 65/70 mg/l of Sulphurous Anhydride, the following decanting of the grape juice and the fermentation of it using a group of selected yeasts have enabled us to obtain wines at the bottling with maximum grade of 100 mg/l of Sulphurous Anhydride, 45 of which are in free form.

This technique has enabled us both to avoid processes of oxidation of the wine and to conserve in the wine the characteristics peculiar to the original wine, that is its fragrance, freshness and quality, typical of the Trentino dry white wines.

Il dr. Lüthi della Stazione Federale di Viticoltura di Wädenswill, nel 1972, in occasione del Congresso di Enologia di Città del Capo in Sud Africa, ha proposto, in un'ampia relazione, la necessità di ridurre l'impiego di anidride solforosa sia nella tecnica di vinificazione che in quella della conservazione dei vini.

Jaulmes, nel 1973, con un articolo apparso sul Bollettino de l'O.I.V., ha fatto una analisi molto dettagliata sugli effetti tossici dell'anidride solforosa, ribadendo che essa inibisce o distrugge l'attività della vitamina B₁ e, di conseguenza, quella della carbossilasi.

Per motivi di carattere igienico-sanitario, siamo quindi stimolati a ridurre il tenore di anidride solforosa nel vino, anche al di sotto dei limiti previsti dalle attuali disposizioni di legge (200 mg/l di anidride solforosa to-

tale per l'Italia). Anche nel nostro Istituto si è data particolare attenzione al perfezionamento delle tecniche di vinificazione e conservazione del vino, al fine di indicare ai produttori le vie più valide per ridurre progressivamente il tenore di anidride solforosa totale, così da permettere di arrivare all'imbottigliamento con un contenuto limite minimo di sicurezza di anidride solforosa libera, di circa 30 mg/l. Questa quantità è sufficiente ad evitare il pericolo di ossidazione e di alterazione microbica del vino, permettendo contemporaneamente di far conservare allo stesso i caratteri peculiari del vitigno di provenienza, il gusto di fruttato, la freschezza e la finezza tipici dei vini bianchi di qualità.

Numerosi studi (Amerine e coll. 1971, Gomes 1973, Kielhöfer 1963, Müller-Späth 1975, Peynaud e La-

fon-Lafourcade 1966, Ribéreau-Gayon 1973) sono stati effettuati per capire le trasformazioni chimiche nelle quali è implicata l'anidride solforosa nel corso dell'elaborazione dei vini ed il suo ruolo nel metabolismo dei lieviti, per stabilire la dose ottimale da impiegare in vinificazione ed i momenti più favorevoli per l'immissione nel mosto e nel vino. È noto che l'anidride solforosa viene impiegata in enologia soprattutto per le sue proprietà antiossidanti e antisettiche, ma anche per le sue caratteristiche chiarificanti e per il suo effetto solvente poiché facilita la dissoluzione dei composti polifenolici delle uve e delle vinacce (Meidinger 1976, Kielhöfer 1963, Ribéreau-Gayon e coll. 1977).

Proprietà della SO_2

In qualità di agente antiossidante ed antiossidasico, l'anidride solforosa costituisce un mezzo valido di protezione del mosto d'uva e del vino dagli effetti deleteri dell'ossigeno ossidandosi a solfati, e delle ossidasi, catalizzatori enzimatici di ossidazione, dei quali ne viene rallentata, anche se non distrutta, l'attività. Come antisettico, esplica un'azione inibitrice su batteri indesiderabili e un effetto selettivo sulla microflora delle uve, favorendo lo sviluppo dei lieviti elittici ed ostacolando quello delle specie poco alcoligene (Amerine 1971, Kielhöfer 1963, Rehm 1963, Wallnöfer e Rehm 1965, Lafon-Lafourcade 1974).

Per tutte queste proprietà, dobbiamo ritenere che attualmente l'anidride solforosa è insostituibile in enologia; necessario è però, per le ribadite ragioni igieni-

co-sanitarie, studiare le migliori tecniche di vinificazione per ridurre l'impiego.

È noto che l'anidride solforosa si può trovare nel vino contemporaneamente sia sotto forma libera, che allo stato di combinazioni organiche con i più svariati costituenti del vino (Meidinger 1976, Ribéreau-Gayon 1973). Nel vino è di norma presente allo stato libero, disciolta come gas, solo in tracce; è invece essenzialmente presente sotto forma di acido solforoso e parzialmente salificato, soprattutto allo stato di bisolfito. La prevalenza nell'equilibrio chimico di una delle forme sulle altre, dipende dal valore del pH del vino: più elevato è il pH, più l'acido solforoso è salificato, tanto che a pH 3,8 praticamente tutto l'acido solforoso è sotto forma di bisolfito. In questi stati chimici, l'anidride solforosa può combinarsi con numerosi composti presenti nel vino, soprattutto con quelli contenenti funzioni carboniliche (aldeidi e chetoni) (Morrison e Boyd 1969, Ribéreau-Gayon 1973). Quando è combinata, l'anidride solforosa perde la maggior parte delle sue proprietà antiossidanti ed antisettiche (Lafon-Lafourcade e Peynaud 1974, Ribéreau-Gayon e coll. 1977).

Il tenore dell'anidride solforosa combinata in un vino dipende dalla qualità e dalla quantità dei composti suscettibili di reagire con l'anidride solforosa libera. Questi composti, anche se presenti solo in piccole quantità nei mosti, sono in massima parte prodotti nel corso della fermentazione alcolica (fig. 1). I più noti sono l'aldeide acetica, l'acido piruvico, l'acido alfa-chetoglutarico, l'acido galatturonico, l'acido dicheto-2,5-gluconico, il 5-chetofruttosio, il glucosio, i polifenoli, ecc. (Müller-Späth 1975, Peynaud e Lafon-Lafourcade 1966). Mentre la combinazione dell'anidride solforosa con l'al-

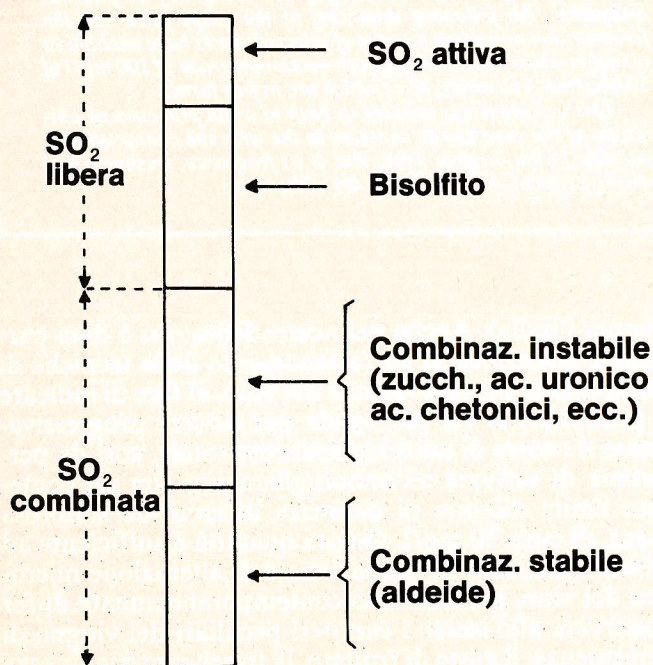


Fig. 1 - Differenti stati dell' SO_2 nei vini. (Peynaud 1972)

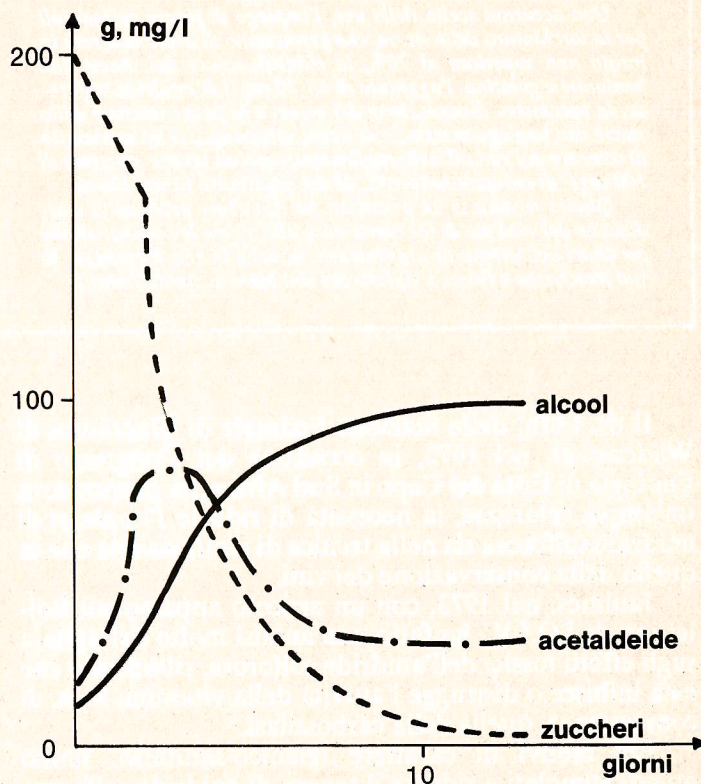


Fig. 2 - Formazione dell'acetaldeide nel corso della ferm. alcolica. (Meidinger 1976)



L'Istituto agrario provinciale di S. Michele all'Adige ripreso dal Laboratorio di analisi e ricerca. (Foto Ben Studio - Trento)

deide è molto stabile e difficilmente reversibile (Ribéreau-Gayon 1973), (ha, infatti, una costante di dissociazione pari a $0,2 \times 10^{-6}$) quella con i composti contenenti funzioni chetoniche è invece incompleta, reversibile e molto labile, in quanto la costante di dissociazione è superiore a 30×10^{-3} ed arriva fino a 1500×10^{-3} come è il caso del fruttosio.

L'anidride solforosa combinata in modo labile costituisce quindi una riserva di anidride solforosa che va via via a rimpiazzare quella libera che diminuisce per ossidazione. Possiamo considerare che l'ossidazione dei vini può avvenire in due tempi: si ha inizialmente la penetrazione dell'ossigeno nel vino durante le operazioni di travaso, filtrazioni, centrifugazioni, chiarificazione e imbottigliamento, la solubilità del quale è di circa 10 mg/l, ossigeno che reagisce in seguito con diversi costituenti ossidabili del vino con reazioni catalizzate da enzimi specifici. Si instaura inoltre una serie di reazioni di ossidazione, nelle quali sono implicati l'anidride solforosa, i polifenoli ed i metalli di valenza variabile come il ferro ed il rame: in tale occasione l'anidride solforosa libera si trasforma in solfati.

Anche le tecniche di ammostatura dell'uva, se condotte in modo non razionale, facilitano la dissoluzione dell'ossigeno nel mosto.

È stato dimostrato che durante la pigiatura e soprattutto durante la sgrondatura dell'uva pigiata, la penetrazione dell'ossigeno nel mosto è molto facilitata e l'ossidazione fortemente accentuata dalla presenza delle ossidasi. L'ossidazione del mosto è tanto maggiore quanto più lungo sarà l'intervallo tra la raccolta e la pigiatura

dell'uva, in special modo se le uve vengono schiacciate, compresse o comunque danneggiate durante il trasporto.

L'azione delle ossidasi e dell'ossigeno riguarda in questa fase essenzialmente i composti fenolici a struttura ortodifenolica, poiché vengono facilmente ossidati a chinoni e provocano di conseguenza, per successive polimerizzazioni, delle modificazioni intense di colore e la formazione di sostanze acri e amare.

Tuttavia nei mosti, la penetrazione di ossigeno è generalmente meno pericolosa che nei vini: infatti l'ossi-

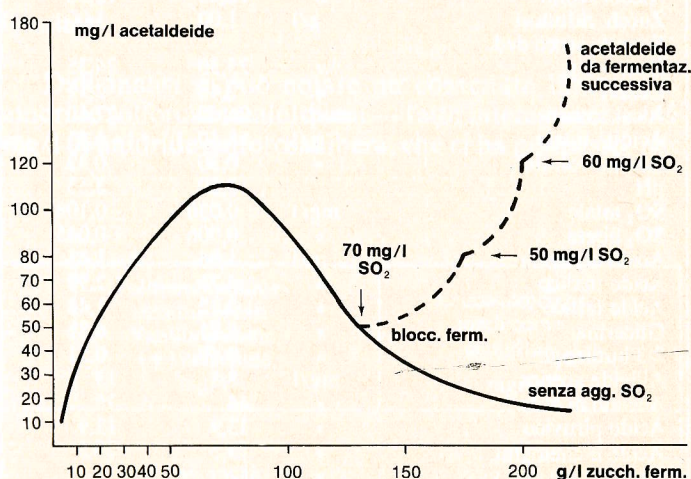


Fig. 3 - Formazione dell'acetaldeide da aggiunte succ. di SO_2 . (Müller-Späth 1975)

Tabella. 1. - Mosto di uve Pinot Bianco.

Peso spec. a 20°		1,08935
Estratto totale	g/l	232,90
Zuccheri	»	207,00
Estr.-zucch.-1 g.	»	25,90
Ceneri	»	3,32
Alcal. ceneri	meq/l	29,75
Acidità totale	g/l	9,63
pH		3,20
SO ₂ totale	mg/l	0,067
SO ₂ libera	»	0,015
Azoto totale	»	728
Azoto ammoniacale	»	168
Numero di Formolo		22,30

Analisi eseg. 13-9-76.

geno si rivela utile a numerosi ceppi di lieviti per un loro necessario sviluppo in una prima fase aerobica ed inoltre il loro potere riducente serve a correggere eventuali difetti provocati dall'ossidazione del mosto.

Dal punto di vista pratico, ciò che interessa all'eno-
logo, è di trovare metodi di vinificazione che gli permet-
tano di avere nel vino all'imbottigliamento circa 30-35
mg/l di anidride solforosa libera, dose che si considera di
sicurezza per una protezione del vino dall'ossidazione e
da modifiche delle caratteristiche organolettiche impe-
cabili e tipiche di un determinato vino di qualità.

Rapporto tra SO₂ libera e combinata

Si sa che il rapporto anidride solforosa combina-
ta/anidride solforosa libera diminuisce quando la ani-
dride solforosa totale aumenta e che non si può avere in
un vino anidride solforosa libera senza avere nello stesso
tempo anidride solforosa combinata. Per questo è ne-

Tabella. 2. - Vino Pinot Bianco 1976.

	28-9-76	Imbott. aprile 77
Peso spec. a 20°	0,99350	0,99340
Alcool svolto	% 12,42	12,20
Zucch. riduttori	g/l 1,00	1,00
Estratto secco ded.		
Zucc. - 1 g.	» 25,30	24,35
Ceneri	» 2,48	2,52
Alcal. ceneri	meq/l 26,60	27,60
Acidità totale	g/l 8,10	6,45
Acidità vol.-SO ₂	» 0,30	0,32
pH	3,50	3,55
SO ₂ totale	mg/l 0,030	0,108
SO ₂ libera	» 0,006	0,045
Acido tartarico	g/l 1,86	1,45
Acido malico	» 4,72	2,99
Acido lattico	» 0,22	1,48
Glicerina	» 6,85	6,85
2-3 butilengl.	» 0,49	0,51
Aldeide acetica	mg/l 8,5	13
Acetato di etile	» 44	35
Acido piruvico	» 13,9	13,9
Acido α chetoglut.	» 29,5	29,5
Azoto totale	» 552	
Azoto ammoniacale	» 24	
Numero di Formolo	13,50	

cessaria innanzitutto una migliore conoscenza dei com-
posti già presenti nel mosto, della qualità e quantità di
quelli che si formano nel corso della fermentazione al-
coolica e che hanno la tendenza a fissare l'anidride sol-
forosa libera sia sotto forma stabile che labile. Poi, in-
tervenire con metodi di vinificazione ben precisi, per
influire anche sul metabolismo dei lieviti, durante la
fermentazione, in modo da ottenere il più basso tenore
possibile di quei composti che hanno la tendenza a le-
garsi all'anidride solforosa (Lafon-Lafourcade 1974,
Müller-Späth 1975).

Nella fermentazione del mosto d'uva, come ultimo
prodotto intermedio della trasformazione dello zucchero
in alcool, si forma l'aldeide acetica. È stato dimostrato
sperimentalmente da Peynaud e Lafon-Lafourcade
(1966) ed anche in seguito riconfermato da altri Autori,
che il tenore massimo di aldeide acetica si ha quando i
primi 50-100 g di zuccheri vengono fermentati (fig. 2).
Naturalmente sul tenore dell'aldeide acetica formata in
questo primo stadio della fermentazione, un ruolo de-
terminante ha la quantità di anidride solforosa impiegata
prima della fermentazione.

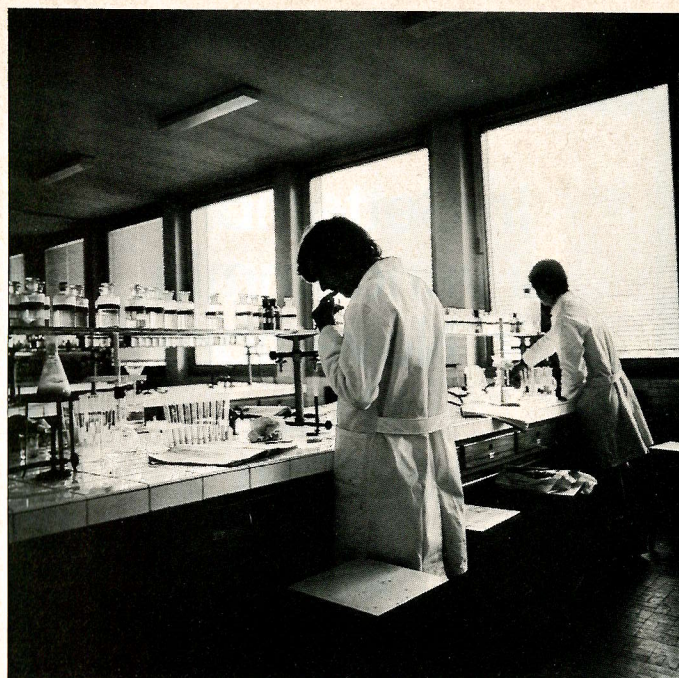
L'aggiunta di anidride solforosa in quantità massiccia
nel mosto in fermentazione, blocca l'acetaldeide che, in
forma complessa, non può più trovare le condizioni fa-
vorevoli per ridursi ad alcool anche perché l'attività
idrogenasica del lievito viene rallentata e perfino inter-
rotta (fig. 3). Nei vini prodotti con dosi elevate di anidri-
de solforosa sul mosto in fermentazione, abbiamo trova-
to fino a 120-180 mg/l di aldeide acetica. È stato dimo-
strato sperimentalmente, che anche altri fattori hanno un
ruolo determinante sulla formazione dell'acetaldeide nel
corso della fermentazione:

- lo stato di sanità dell'uva,
- l'andamento della fermentazione: più rapida e
completa è, meno acetaldeide si forma,
- il tipo di lievito (è importante, tra l'altro, non avere
nel mosto presenze di lieviti capaci di trasformare i sol-
fati in solfiti),
- la quantità di cellule di lievito per ml di mosto
all'inizio della fermentazione, nonché una sufficiente
presenza di tutti i fattori indispensabili per un buon an-
damento del biochimismo della fermentazione alcoolica
(azoto assimilabile, elementi minerali e fattori di cresci-
ta).

Analogamente all'aldeide acetica, anche l'acido pi-
ruvico e l'acido alfa-chetoglutarico, sono sensibili agli
stessi parametri: in particolare, la loro quantità aumenta
nei mosti carenti di Vitamina B₁, costituenti essenziali
della carbossilasi.

Ricerca su Pinot bianco

Nelle nostre ricerche, che hanno per finalità la pro-
duzione di vini bianchi di qualità a basso tenore di ani-
dride solforosa, abbiamo cercato di intervenire oculata-
mente dapprima sul mosto. A tale scopo abbiamo ope-
rato su 200 hl di mosto ottenuto dalla torchiatura con
presse orizzontali di uve *Pinot bianco* del Trentino, ven-
demmate il 12.9.76 e torchiate con una resa in mosto di
circa il 70%. Il mosto è stato introdotto in un serbatoio di
acciaio inox, successivamente aggiunto di 7 g/hl di ani-



Laboratorio di analisi e ricerca dell'Istituto agrario provinciale di S. Michele all'Adige. Particolari. (Foto Ben Studio - Trento)

dride solforosa e chiarificato prontamente con 40 g/hl di bentonite e 3 g/hl di gelatina. La chiarifica è avvenuta rapidamente dato il valore sufficientemente basso del pH del mosto, il quale, dopo 12 ore è stato decantato limpido da ogni deposito feccioso, che non raggiungeva i 50 cm di altezza in un serbatoio alto 7 metri. Su tale mosto è stata eseguita, in data 13.9.76, l'analisi riportata in tabella 1. Si è proceduto poi ad una aggiunta di lieviti selezionati (*Saccharomyces Cerevisiae*, var. *Ellipsoideus*, ceppo 20 Castelli) preventivamente avviati da circa una settimana, in ragione del 3% di mosto d'avviamento sul totale. La fermentazione è iniziata già al secondo giorno successivo ed è decorsa in modo regolare ad una temperatura dai 20 ai 25°C, non raggiungendo mai i 30°C. È interessante notare a questo proposito, la composizione ideale del mosto in esame per un rapido avviamento della fermentazione: basso tenore di anidride solforosa totale e libera, abbondanza di sostanze nutritive azotate con una significativa presenza di 178 mg/l di azoto ammoniacale a rapida metabolizzazione, elevato numero di formolo ed acidità ideale.

La fermentazione era già terminata il 28.9.76 e sul vino si eseguì l'analisi (tab. 2) dalla quale si può rimar-

care una completezza di fermentazione ed una bassa presenza di anidride solforosa totale (circa il 50% di quella inizialmente determinata sul mosto). Il 4.10.76, il vino è stato sfecciato travasandolo in un altro serbatoio in precedenza leggermente solforato. Successivamente si è proseguito alla deferrizzazione con 2 g/hl di ferrocianuro di potassio ed all'aggiunta di 2 g/hl di anidride solforosa e 10 g/hl di bentonite. Dopo circa una settimana, il vino è stato filtrato su farina fossile ed immesso in serbatoio leggermente solforato. Nel successivo periodo di conservazione, il vino ha subito una spontanea stabilizzazione chimico-fisica e biologica iniziando anche la fermentazione malolattica e, in aprile del '77, è stato messo in bottiglia (analisi in tab. 2) previa aggiunta di 2 g/hl di anidride solforosa e filtrazione su cartoni sterili KD-S.

Risultati

Dall'analisi si può notare un contenuto limitato di anidride solforosa totale, di cui — fatto interessante — 45 mg/l di anidride solforosa libera, che ci ha permesso, per

Tabella 3.

Pinot Bianco	Polifenoli totali all'U.V. a 280 nm come (+) catechina mg/l	Polifenoli totali (reatt. Folin-Cio- calteu) come (+) catechina mg/l	Polifenoli polime- rizzabili (reatt. Vanillina come (+) catechina mg/l	Leucoantociani totali come cianidina mg/l
Uva mg% g di uva	279-525	150-314	27-73	88-200
Vino mg/l.	420-650	200-324	12-41	16- 60



In Settembre
si vendemmia,
in Novembre
si va
al SITEVI...

2°
SITEVI

a Montpellier
il 28, 29 e 30 Novembre 1978



Organizzato dal SIMA, il primo Salone Internazionale delle Tecniche ed Attrezzature Viti-vinicole nel 1977 ha riscosso un immenso successo: 20.000 visitatori, di cui mille stranieri, e quasi 300 espositori, di cui 103 stranieri.

Il 2° SITEVI, che si terrà il 28, 29 e 30 Novembre prossimo, al Parco delle Esposizioni di Montpellier-Fréjorgues, sarà ugualmente coronato da un gran successo.

Tutte le condizioni favorevoli alla buona riuscita del Salone: 15.000 m² coperti, perfettamente strutturati ed equipaggiati, oltre a vaste terrazze all'aria aperta; l'aeroporto è ad un km e l'autostrada Parigi-Narbona è a 3 km; la stazione ferroviaria di Montpellier, come pure la stazione di autolinee, si trova a 7 km; c'è un servizio di pullman gratuito, una buona attrezzatura alberghiera ed infine gli Incontri Internazionali Viti-vinicoli di Montpellier, organizzati dall'Istituto Tecnico della Vite e del Vino.

Quindi incontriamoci tutti al secondo «Salone della Vite e della Frutticoltura»... il 2° SITEVI

SITEVI-MONTELLIER - Informazioni:
SIMA (Salone Internazionale della Macchina Agricola)
24 rue du Pont - 92522 NEUILLY-SUR-SEINE Cedex
telefono 758.11.10

quanto già illustrato in precedenza, un'ottima conservazione del vino. Questo infatti, analizzato ai primi di aprile del 78, presenta ancora 22 mg/l di anidride solforosa libera e conserva le caratteristiche tipiche dei vini giovani di qualità: freschezza, fruttato, delicatezza, fragranza e tipicità del vitigno.

Tali risultati sono da ricondurre alla accurata lavorazione del mosto, all'andamento favorevole della fermentazione con lieviti selezionati, fatto che ci ha permesso l'ottenimento di contenuti estremamente bassi di composti fissatori di anidride solforosa, quali l'acetaldeide (8 mg/l), l'acido piruvico, l'acido chetoglutarico, zuccheri residui, e, non da ultimo, ad un basso tenore di leucoantociani, tipico della lavorazione con presse orizzontali delle uve di Pinot bianco del Trentino (tab. 3).

Accanto quindi alla necessità di una accorta lavorazione dell'uva in funzione delle caratteristiche tipiche del vitigno e di limitati ed essenziali trattamenti sul mosto, è opportuno ribadire di porre particolare attenzione alle successive fasi di lavorazione del vino per evitare una rapida ossidazione dell'anidride solforosa libera.

Questi risultati sono il frutto di quattro anni di esperienze. Tuttavia, sarà nostra cura, in seguito, studiare l'applicazione anche di altri sistemi di protezione dall'ossigeno sia del mosto che del vino bianco, come, per esempio, l'impiego di CO₂ e di gas inerti.

BIBLIOGRAFIA

- Amerine M.A., Berg. H.W., Cruess W.V. - *The technology of wine making*, 2^a Ed. 1971.
- Jaulmes P., Bres J. - *Cinetique de l'action de l'anhydride sulfureux sur la thiamine et la cocarboxylase - Possibilité d'action des sulfites sur la thiamine pendant la digestion*. Bull. O.I.V., 46, 507, 1973.
- Kielhöfer E. - *Zustand und Wirkung der schwefligen Säure im Wein. Hinweise für ihre Anwendung*. Monatszt. Weinbau und Kellerw., 45, 920, 1963.
- Lafon-Lafourcade S., Peynaud E. - *Sur l'action antibacterienne de l'anhydride sulfureux sous forme libre et sous forme combinee*. Conn. Vigne et Vin. 8/2, 187, 1974.
- Lüthi H.R. - *Dans quelle mesure peut on remplacer le SO₂ dans la vinification*. 3^o Int. Oen. Symp. Wine and Spirit Inst., Stellenbosch, Rep. South Africa, 1972.
- Marques Gomes J.V. - *Limitation de l'emploi de l'anhydride sulfureux compte tenu des besoins en matieres nutritives des levures pendant la fermentation*. Bull. O.I.V., 46, 317, 1973.
- Meidinger F.: *Gedanken zum Oxydationsschutz im Hinblick auf die SO₂ - Einsparung bei der Weinbereitung*. Die Weinwirtschaft, 14, 332, 1976.
- Morrison R.T., Boyd R.N. - *Chimica organica*. 2^a ediz. Casa Editrice Ambrosiana, Milano, pag. 689/690, 1969.
- Müller-Späth H. - *Weniger SO₂ im Wein*. Die Weinwirtschaft, 1/2, 1975.
- Peynaud E. - *Connaissance et travail du vin*. Ed. Dunod, Parigi, 1972.
- Peynaud E., Lafon-Lafourcade S. - *Facteurs de la fermentation des acides pyruvique et alfa-cetoglutarique au cours de la fermentation alcoolique. Consequences pratiques sur le combinations sulfiteux des vins*. Ind. alim. Agr. 83, 119, 1966.
- Rehm H.J., Wittmann H. - *Beitrag zur Kenntniss der antimikrobiellen Wirkung der schwefligen Säure - II Mitt. Die Wirkung der dissoziierten und undissoziierten Säure auf verschiedene Mikroorganismen*. Zeit. Lebensm. Unter. u. Forsch., 120, 465, 1963.
- Ribereau-Gayon J., Peynaud E., Ribereau-Gayon P., Sudraud P. - *Traité d'oenologie - sciences et techniques du vin*. 4 vol. ed. Dunod Parigi, 1977.
- Ribereau-Gayon P. - *Connaissance de la nature des combinaisons de l'anhydride sulfureux dans les vins*. Bull. O.I.V. 46, 406, 1973.
- Wallnöfer P., Rehm H.J. - *Beitrag zur Kenntnis der antimikrobiellen Wirkung der schwefligen Säure - V Mitt.: die Wirkung der schwefligen Säure auf den Stoffwechsel atmender und gärender Hefe- und Colizellen*. Zeit. Lebensm. Unter. u. Forsch. 127, 195, 1965.