

DOCUMENTO
TECNICO

**G. Nicolini,
G. Versini,
E. Amadei,
A. Dalla Serra**

*Dipartimento Laboratorio
Analisi e Ricerca, Istituto Agrario
S. Michele all'Adige (TN)*



G. Nicolini

MACERAZIONE CARBONICA IN FASE GASSOSA SU LAMBRUSCO A FOGLIA FRASTAGLIATA ED ALTRE ESPERIENZE

Vengono presentate le variazioni degli aminoacidi dei mosti, dei composti fissi e volatili dei vini e le risultanze sensoriali di macerazioni carboniche realizzate con diverso rapporto tempo/temperatura. Vengono riportate anche osservazioni di un possibile "effetto malolattica" sul contenuto di alcuni composti aromatici particolarmente caratterizzanti la tecnica di vinificazione indagata.

Introduzione

Il Lambrusco a foglia frastagliata (LFF), recentemente rinominato Enantio, è una varietà a bacca rossa ritenuta comunemente autoctona trentina. Essa presenta grandi analogie morfologiche e biochimiche sia con vecchi vitigni veronesi ormai fuori coltura che con alcune viti selvatiche [Scienza et al., 1990], mentre appare ben distinta dal gruppo dei Lambruschi emiliani o dalle altre varietà a bacca rossa - quali

Teroldego, Lagrein, Schiave, Marzemino e Moscato rosa - coltivate in Trentino [Mattivi et al., 1989a; Mattivi et al., 1989b; Mattivi et al., 1995]. Le sue uve non hanno trovato una collocazione del tutto soddisfacente ed autonoma nel contesto della enologia trentina e sono state spesso destinate alla produzione delle più diversificate tipologie di prodotto, sino al bianco anche frizzante [Nicolini et al., 1991; Nicolini et al., 1992]. Esse rappresentano tuttavia una frazione

importante della produzione totale provinciale occupando, con oltre 560 ettari, il terzo posto dopo le Schiave ed il Merlot fra le varietà a frutto rosso, con trend costantemente decrescente legato alla poca redditività del vitigno.

Obiettivo del presente lavoro - nato anche in seguito all'interessamento dell'Assessorato all'Agricoltura della Prov. Aut. di Trento, della Cavit e di alcune Cantine Sociali della Bassa Vallagarina - è quello di studiare

Tab. 1
Contenuto aminoacidico (mg/L) dei mosti delle diverse tesi alla pigiadiraspatura

Tesi	T-B	1-B	2-B	3-B	T-C	1-C	2-C	3-C
Arginina	1.050	1.179	1.399	1.314	940	1.044	1.093	990
Somma aminoacidi	4.046	4.219	5.104	4.616	3.602	3.839	3.978	3.539

Tab. 2
Valori medi e significatività delle differenze tra le tesi (T, 1, 2, 3) al test F ed al test di Duncan in relazione ad alcuni dati chimico-analitici

Parametri analitici (g/L)	Pr>F	tesi Duncan media			
alcohol (% vol)	n.s.	3 11.72	2 11.57	1 11.55	T 11.44
zuccheri	n.s.	3 1.4	T 1.3	2 1.3	1 1.2
estratto netto	0.0002	T a 31.1	3 b 28.1	2 c 27.6	1 c 26.7
ac. titolabile	0.0027	1 a 9.61	T a 9.42	2 a 9.11	3 b 8.22
pH	n.s.	3 3.46	T 3.35	2 3.33	1 3.32
ac. volatile	n.s.	2 0.33	1 0.31	3 0.23	T 0.18
ac. tartarico	n.s.	T 2.01	1 1.85	3 1.76	2 1.53
ac. L-malico	0.0006	T a 7.57	1 b 6.80	2 b 6.61	3 c 6.02
ac. α -cheto-glutarico (mg/L)	0.0161	2 a 64	1 a 61	3 ab 52	T b 37
ac. succinico (mg/L)	0.0348	1 a 600	2 a 530	3 ab 478	T b 374
ac. citrico (mg/L)	0.0001	T a 416	2 b 366	3 bc 361	1 c 352
glicerolo	n.s.	1 7.75	2 6.92	T 6.87	3 6.27
ceneri	0.0001	T a 3.47	3 b 3.12	2 c 2.72	1 d 2.35
alcalinità ceneri (meq/L)	0.0216	T a 31.87	3 b 24.13	2 b 20.87	1 b 20.40

(le medie contraddistinte da identica lettera minuscola per lo stesso parametro analitico non sono statisticamente differenti tra loro; n.s. = non significativo).

l'incidenza della tecnica di vinificazione per macerazione carbonica in fase gassosa e per brevi lassi di tempo su alcuni parametri chimico analitici e sensoriali dei vini Lambrusco f.f., nel contempo verificando se questa tecnica possa costituire una percorribile alternativa tecnologica - indipendentemente dall'obiettivo di produzione di vini novelli - alle vinificazioni tradizionalmente attuate per tale varietà. Vengono inoltre riportate in confronto alcune osservazioni effettuate su vinificazioni con macerazione carbonica con uve della varietà Teroldego.

Materiali e metodi

Tre distinte masse da 720 kg di uva Lambrusco f.f. - denominate rispettivamente A, B e C (blocchi) - sono state lavorate ognuna secondo la trafila riportata in Fig. 1.

La macerazione carbonica (MC) è avvenuta in assoluta fase gassosa, senza preventiva presenza di mosto di fondo e con immissione di anidride carbonica da bombola in costante leggera sovrappressione nelle prime 18 ore.

L'inoculo è stato eseguito con lieviti selezionati attivi Sacch. cerevisiae r.f. bayanus NF 74 (Lalvin) in dosi di 20 g/hL. A fine fermentazione accertata, ogni tesi è stata divisa in due frazioni: per la prima si è provveduto al travaso e seguente conservazione in cella frigo alla temperatura di 5°C fino all'imbottigliamento avvenuto dopo filtrazione brillantante a cartoni e sterilizzante a membrana da 0.45 micron (frazioni NO FML); la seconda (frazioni SI FML) ha invece subito la fermentazione malolattica e successivamente è stata imbottiglia-

Tab. 3
Valori medi e significatività delle differenze tra le tesi (T, 1, 2, 3) al test F ed al test di Duncan in relazione ad alcuni dati chimico-analitici

Parametri analitici (mg/L)	Pr>F	tesi		Duncan	
			media		
1-propanolo	0.0071	1 a	T ab	2 b	3 c
		118.2	101.0	92.2	66.0
2-metil-1-propanolo	0.0335	T a	3 ab	2 b	1 b
		63.2	54.5	47.0	42.0
1-butanolo	n.s.	1	2	3	T
		1.17	0.83	0.83	0.83
2-metil-1-butanolo	n.s.	3	1	T	2
		29.50	27.83	27.33	26.50
3-metil-1-butanolo	n.s.	1	T	2	3
		147.5	135.2	127.7	127.0
alcooli superiori tot.	n.s.	1	T	2	3
		336.5	327.3	294.2	277.8
metanolo (% a.a.)	0.0035	T a	3 b	2 b	1 b
		0.060	0.042	0.032	0.030
acetaldeide	0.0212	2 a	1 a	3 b	T b
		36.0	35.2	27.7	24.5
acetato di etile	0.0086	1 a	2 b	T b	3 b
		73.2	67.3	62.5	62.0

(le medie contraddistinte da identica lettera minuscola per lo stesso parametro analitico non sono statisticamente differenti tra loro; n.s.= non significativo).

Tab. 4
Valori medi e significatività delle differenze tra le tesi (T, 1, 2, 3) al test F ed al test di Duncan in relazione ad alcuni dati chimico-analitici

Parametri analitici	Pr>F	tesi		Duncan	
			medie		
polifenoli totali (mg/L +cat)	0.0002	T a	3 b	2 c	1 c
		1342	731	383	315
antociani totali (mg/L malv.)	0.0001	T a	3 b	2 c	1 c
		395	207	95	86
trans resveratrolo *** (mg/L)	0.0038	T a	3 b	1 b	2 b
		2.70	1.38	0.98	0.84
D.O. 320 nm	0.0018	3 a	2 b	1 b	T b
		0.746	0.532	0.510	0.433

(*** = analisi eseguita dopo due anni di invecchiamento; le medie contraddistinte da identica lettera minuscola per lo stesso parametro analitico non sono statisticamente differenti tra loro).

ta dopo una serie di filtrazioni analoga a quella delle frazioni NO FML.

Le analisi degli aminoacidi sono state eseguite con Amino Acid Analyzer 3A30 (Carlo Erba Instruments) su campioni di mosto raccolti alla pressatura dell'uva intera per le tesi da macerazione carbonica ed al momento della pigiadiraspatura per le vinificazione testimone ed analizzati secondo la metodica riportata nel manuale d'istruzione dello strumento.

Le analisi di Tab.2 sono state eseguite secondo i metodi ufficiali; le determinazioni di glicerolo, acidi suc-

cinico, citrico, α -cheto-glutarico, L-malico e L-lattico sono avvenute per via enzimatica. Tutte sono state effettuate su vino imbottigliato sterile e su cui non era avvenuta la fermentazione malolattica.

Metanolo, alcooli superiori, acetaldeide ed acetato d'etile sono stati quantificati per via gascromatografica [Gabri et Salvagiotto, 1980]. Polifenoli totali e antociani totali sono stati determinati secondo le metodiche proposte da Di Stefano et al. [1989]; l'analisi del trans resveratrolo è stata effettuata utilizzando il meto-

do messo a punto da Mattivi [1993]. Relativamente ai composti di Fig. 4, ottenuti per GC-MS e calcolati rispetto all'alcool benzilico, sono disponibili i dati dei vini imbottigliati sterilmente prima e dopo la fermentazione malolattica, analizzati allo stesso stadio di invecchiamento.

Le elaborazioni statistiche dei dati chimico-analitici sono state eseguite con le procedure del pacchetto software SAS; l'elaborazione dei dati dell'acidità reale è stata effettuata sulla base della concentrazione idrogenionica.

Tab. 5
Risultati del test triangolare; significatività delle differenze riscontrate olfattivamente

	risp. esatte/totali	significatività
testimone (T) vs. T + 2.2 µg/L eugenolo	9/15	0.04
testimone (T) vs. T + 11 µg/L eugenolo	12/15	0.001
testimone (T) vs. T + 22 µg/L eugenolo	11/15	0.005

Tab. 6
Contenuti (µg/L) di composti aromatici in forma glicosidica

n° campioni	Teroldego (&)			Lambrusco F.F. (&)	Teroldego MC '94	
	4 media	3 media	6 media	2 media	5 media	dev.st.
oss. linal. fur. trans	0,4	3,5	1,5	8,5	4,0	3,4
oss. linal. fur. cis	0,3	3,4	2,0	14,0	1,6	1,4
linalolo	0,2	0,1	0,2	0,2	0,7	0,4
alfa-terpineolo	0,3	0,9	0,4	22,0	0,4	0,1
oss. linal. pir. trans	0,2	0,7	0,3	4,5	2,2	1,5
nerolo	2,4	3,4	6,7	6,0	10,4	3,2
geraniolo	11,9	15,6	21,8	24,9	39,5	14,7
ac. trans geranico	10,3	7,5	7,9	22,4	12,7	4,3
HO-diolo (I)	1,1	4,7	1,6	2,5	0,8	0,2
3-cheto-alfa-ionolo	103,0	144,0	153,0	226,0	229,0	37,0
alcool benzilico	68,0	107,0	95,0	268,0	86,2	26,1
2-feniletanolo	100,0	157,0	189,0	246,0	290,0	117,0

(& = vini da vinificazione tradizionale senza macerazione carbonica, ripresi da Versini et al., 1989)

L'analisi sensoriale è stata condotta, con schede non strutturate, da un panel di 29 enotecnici professionisti alla fine di uno specifico training residenziale di 15 giorni.

Alla definizione dei descrittori, puramente olfattivi, si è giunti anche con l'aiuto di soluzioni sintetiche idroalcoliche di eugenolo (speziato-garofano) [Dubois, 1980; Ducruet et al., 1983], 4-etil-fenolo (fenolico-cuoio-sudore di cavallo) [Singleton et Noble, 1976; Dubois, 1980] e cinnamato di etile (dolciastro-fragola-lampone-composta di frutta) [Versini et Tomasi, 1983; Ducruet et al., 1983; Versini et al., 1984].

Le risposte sensoriali sono state sottoposte all'analisi di varianza (GLM, test di Duncan, fonti di variazione: tesi, blocco, tesi x blocco) dopo standardizzazione delle risposte dei degustatori. La significatività dei test triangolari è stata valutata secondo Roessler et al. [1978].

Aminoacidi dei mosti

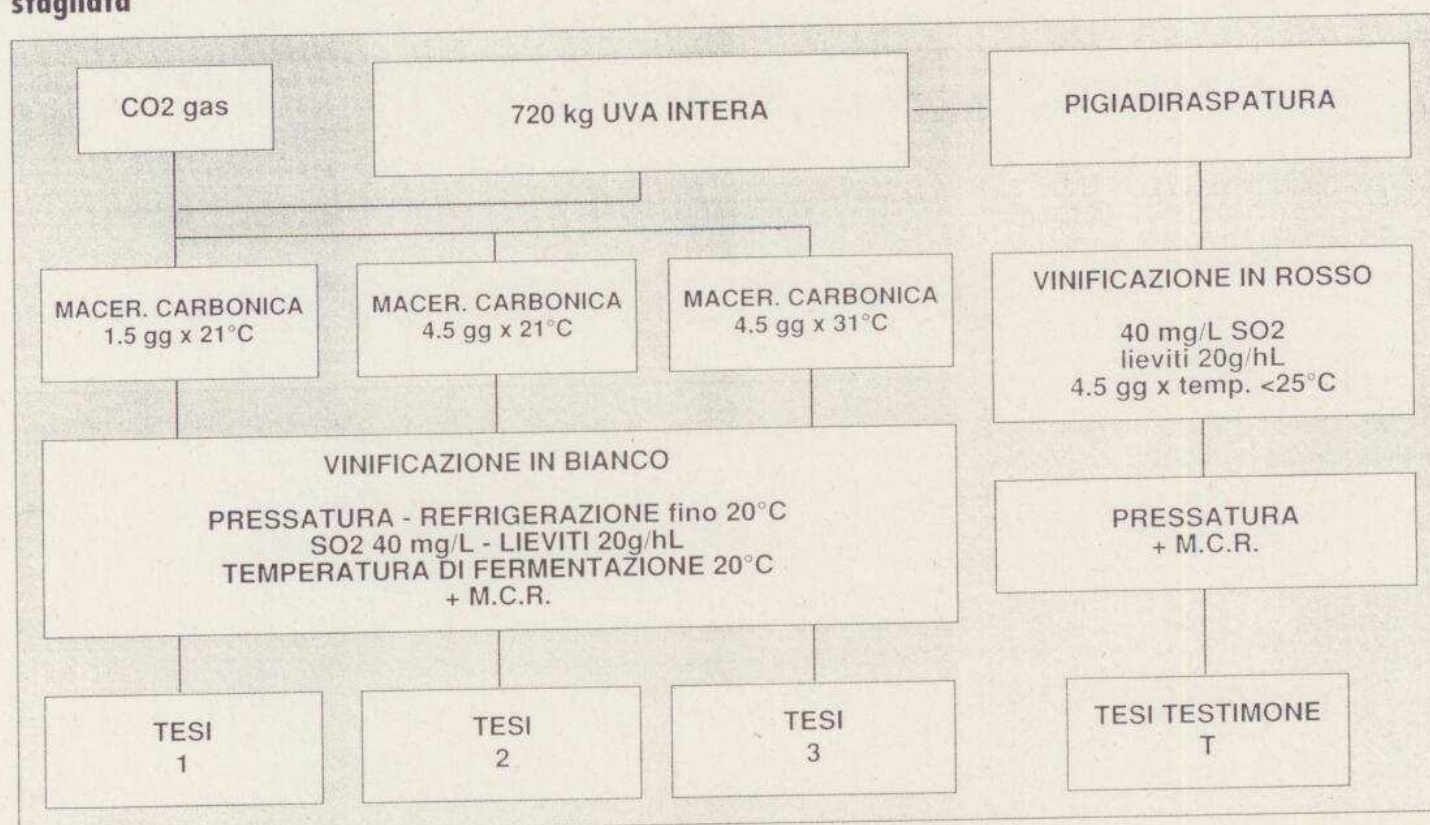
L'analisi degli aminoacidi è stata effettuata relativamente a due (B, C) delle tre partite di uve. Rispetto al contenuto aminoacidico totale del mosto della tesi testimone, alla fine della fase di MC le tesi a bassa temperatura 1 e 2 hanno fatto registrare incrementi rispettivamente del 4-6 % e 10-25%, crescenti col progredire del tempo di macerazione (Tab. I); la tesi 3 (31°C x 4,5 giorni) ha mostrato, rispetto alla tesi 2 - di pari durata ma temperatura di 21°C - un minor tenore aminoacidico, fino a raggiungere valori comparabili con la tesi testimone. L'arginina mostra un trend del tutto sovrapponibile a quello degli aminoacidi totali dei quali rappresenta da sola la parte preponderante con il 26-28% (Tab. I).

Nelle tesi T mostrano valori elevati non solamente la prolina ma anche la glutam-

mina e l'alanina (Fig. 3); globalmente, comunque, pressoché la totalità dei singoli aminoacidi si colloca su valori maggiori di quelli registrati su mosti di altre varietà coltivate in Trentino [Nicolini et al., 1995].

Ipotizzando le tesi 1, 2 e 3 come momenti evolutivi successivi di una stessa massa, si può osservare come, rispetto ai livelli dei mosti delle tesi T, l'evoluzione in crescita di alcuni aminoacidi (gAbu, Phe, Tyr, Gly, Val, Iso, Leu) e quella in diminuzione di altri (Asp, Glu, Ala, Ser) concordi (Figg. 2-3) con quanto riportato da Tensnere et al., [1991]. Particolarmente rilevante è la variazione percentuale negativa dell'acido glutammico e quella positiva dell'acido γ-aminobutirrico (gAbu), derivante dal primo per decarbossilazione in condizioni di anaerobiosi [Nicol et al., 1988]. Al rallentamento mostrato nell'incremento del gAbu tra le tesi 2 e 3 potrebbe non essere estraneo l'inizio della peraltro limitata

Fig.1
Trafile di vinificazione seguite per ognuna delle tre partite (A-B-C) di uva Lambrusco a foglia frastagliata



produzione di alcool, così come rilevato da Tesniere et al. [op.cit.]. L'effetto generalmente inibente delle condizioni di ipossia su numerose attività enzimatiche è comunque accertato [Romieu et al., 1989; Sauvage et al., 1991].

Analisi chimica dei vini

Al momento dell'ammostatura il grado alcolico del pressato è risultato in accordo con i noti effetti del metabolismo anaerobico intracellulare; esso, infatti è cresciuto nei 3 macerati, passando dallo 0.15 %vol dalla tesi 1, allo 0.39 e 0.60 rispettivamente per le tesi 2 e 3, con valori del tutto analoghi a quelli delle limitatissime frazioni (max. 6 %) di mosto di fondo formatosi in seguito al caricamento dei serbatoi; i valori riscontrati restano, quindi, ben entro i valori massimi riportati da André [1971 in Flanzky et André, 1973] e sono comparabili

con quelli riscontrati da Castino et Ubigli [1984] su Barbera.

Sottoposti all'analisi statistica (ANOVA, fonti di variazione: tesi, blocchi), i dati chimico-analitici relativi al vino imbottigliato (Tabb.2-3) indicano che solo per 13 dei parametri valutati sono state riscontrate differenze significative tra le tesi. In particolare le vinificazioni testimone in rosso (T) presentano un maggiore estratto netto rispetto alle tesi macerate, in accordo con i dati di Lovino e coll. [1989] relativi a vini di uve Aglianico. Solamente nel caso della MC lunga a 31°C (tesi 3) l'acidità titolabile è risultata significativamente minore rispetto a tutte le altre vinificazioni, diminuzione imputabile essenzialmente all'acido malico, i cui contenuti medi mostrano diminuzioni significative tanto più marcate quanto maggiori sono stati i tempi e le temperature della fase da macerazione anaerobica, in accordo con Flanzky et André [1973].

Succinico ed α -cheto-glu-

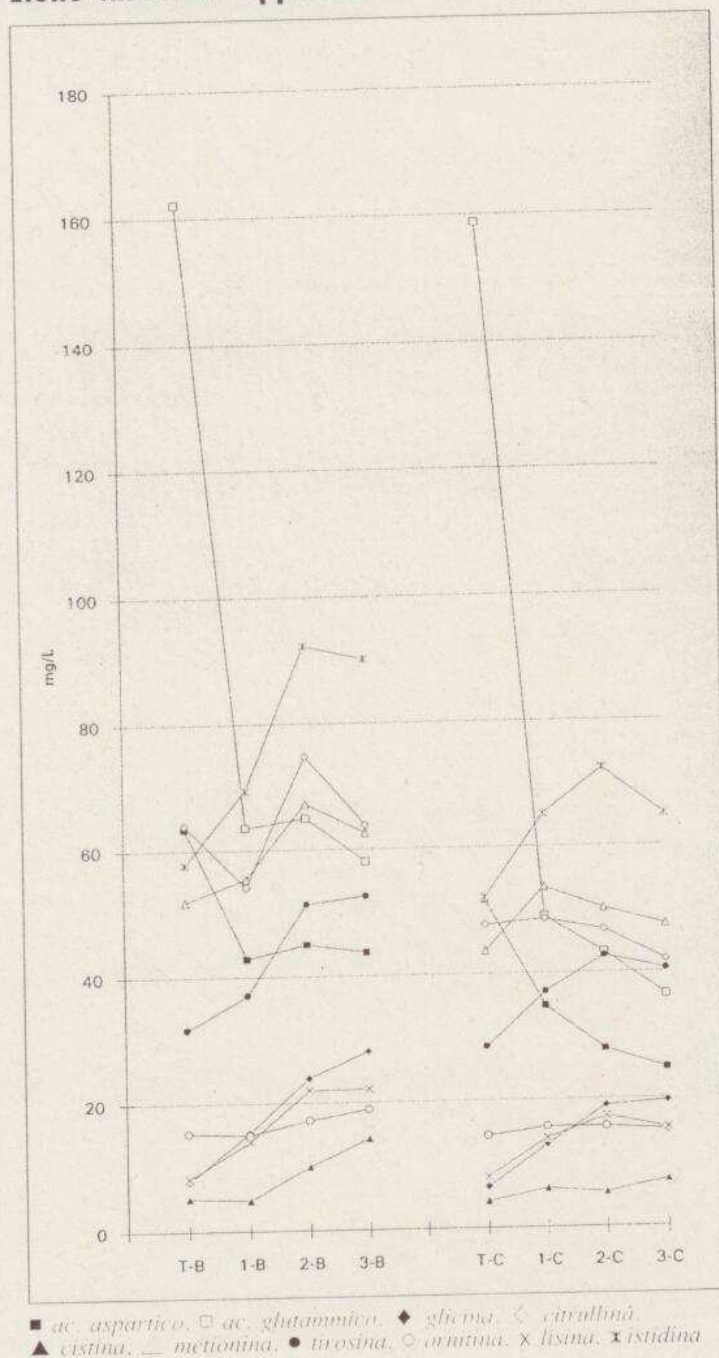
tarico sono risultati più elevati nelle tesi con macerazione carbonica, in particolare a bassa temperatura; viceversa, i contenuti di acido citrico nelle tesi macerate sono stati ridotti significativamente rispetto alle vinificazioni testimone.

Relativamente a ceneri ed alcalinità si sono osservate differenze significative tra tesi MC e vinificazioni testimone, con una tendenza che rispecchia globalmente l'evolvere dei processi macerativi delle parti solide.

Non sono state trovate differenze significative tra le tesi per i seguenti parametri: alcool, zuccheri, pH, acidi tartarico e L-lattico (sempre < 20 mg/L), acidità volatile, glicerolo, 1-butanolo, 2-metil e 3-metil-1-butanolo, alcoli superiori totali.

I dati di Tab.3 evidenziano differenze significative a livello di metanolo, 1-propanolo e 2 metil-1-propanolo. Mentre appaiono facilmente spiegabili le differenze tra le vinificazioni testimone e le varie MC a livello di metano-

Fig. 2
Evoluzione dei singoli aminoacidi (mg/L) nei mosti in seguito alle diverse condizioni di macerazione carbonica applicate



lo - in considerazione dei fenomeni macerativi delle parti solide più marcati nelle tesi testimone e dell'attività pectinmetilesterasica propria dell'uva - meno interpretabili sono le differenze per quanto riguarda gli altri alcoli superiori, anche in considerazione delle loro diverse vie di formazione possibili. Gli andamenti di tali composti e della sommatoria degli alcoli superiori, che almeno

limitatamente alla MC più spinta ed in termini di dato medio sembrerebbe tendere verso diminuzione, sono comunque in discreto accordo con quanto riportato dalla bibliografia [Jouret et Moutouret, 1970; Ducret et al., 1983].

I tenori di acetaldeide nelle macerazioni a bassa temperatura (tesi 1 e 2) appaiono più elevati rispetto a quelli delle tesi testimone

(T) ed ai macerati a 31°C (tesi 3), pur restando entro valori normali.

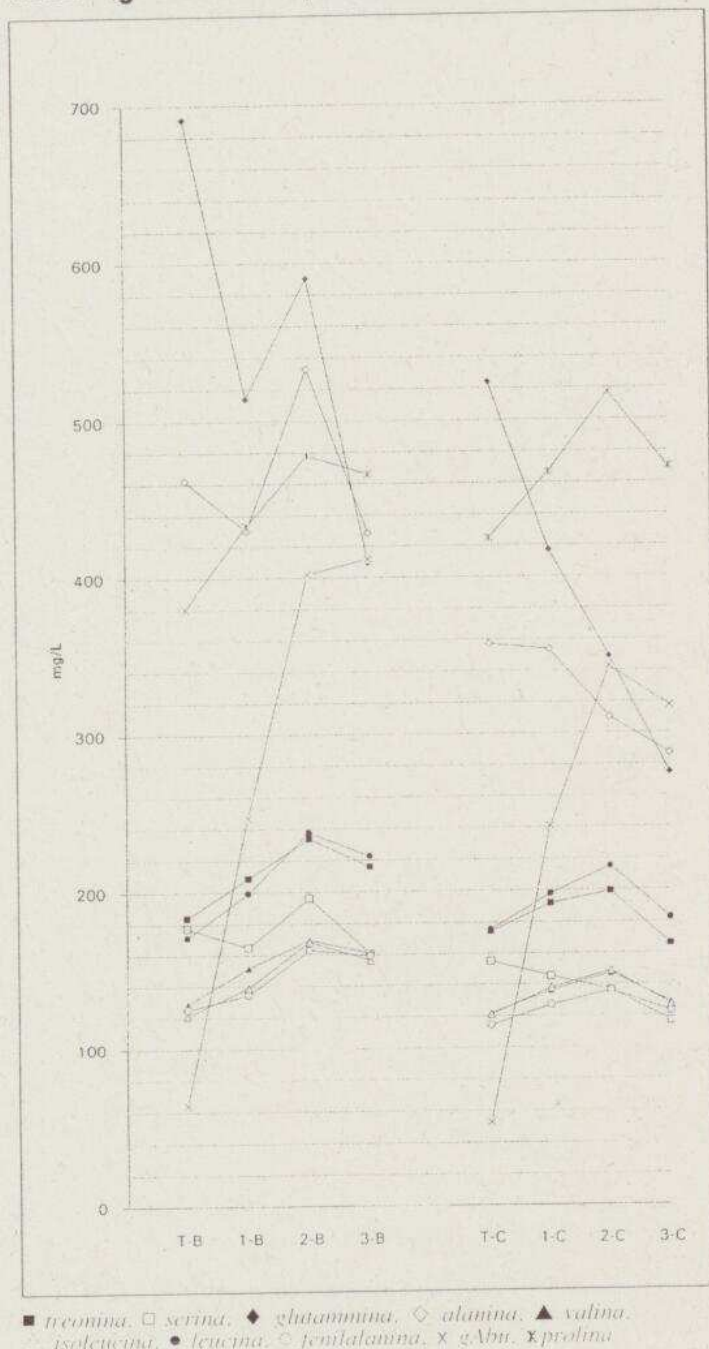
Le differenze osservate a livello di acetato di etile sono tecnologicamente irrilevanti e non riconducibili al trattamento macerativo subito dalla tesi 1.

Polifenoli dei vini

I dati relativi alle assorbanze a 320 nm (Tab.4) - approssimato indice del contenuto in composti cinnamici - mostrano tenori crescenti col progredire della macerazione carbonica, e comunque mediamente sempre maggiori rispetto alle vinificazioni testimone. Gli incrementi all'interno delle tesi da MC potrebbero essere imputati sia ad estrazioni dalle bucce, sia a sintesi di cinnamati via shikimico, mentre i bassi valori medi delle tesi testimone potrebbero essere legati alla particolare reattività all'ossidazione di questa classe di composti; nella vinificazione tradizionale, infatti, l'ossidazione potrebbe essere più marcata in conseguenza delle follature eseguite anche nei momenti iniziali della fase di macerazione delle vinacce, momento in cui la protezione esercitata dall'anidride carbonica è praticamente nulla. Incrementi limitati alle fasi iniziali di un trattamento anaerobico sono stati riportati da Ramos et Marcheix [1989] per gli acidi caftarico e cutarico.

Non emergono differenze significative tra le diverse modalità di conduzione della MC a bassa temperatura per quanto riguarda i tenori di polifenoli totali, antociani totali e trans resveratrolo, mentre - limitatamente alle prime due classi di composti - il miglior risultato estrattivo nell'ambito dei macerati è mostrato dalle tesi a 31°C. In nessun caso, comunque, le tesi ottenute per macerazione carbonica raggiungono i contenuti fatti registrare dalla vinificazione tradizionale.

Fig. 3
Evoluzione dei singoli aminoacidi (mg/L) nei mosti in seguito alle condizioni di macerazione carbonica (gAbu= acido γ -aminobutirrico)



Aromi da macerazione

Relativamente ad un subset di dati (tesi T, 1 e 2 di sole due delle tre partite di uve) è disponibile l'analisi gascromatografica di alcuni composti notoriamente condizionati dal metabolismo anaerobico (Fig. 4) e riconducibili alle vie metaboliche che coinvolgono l'acido shikimico

[Flanzky et al., 1981; Ducruet et al., 1983; Ducruet, 1984]. Facendo il confronto in particolare tra le due tesi "limite" T e 2 risulta evidente l'evoluzione in senso aumentativo di tutti e quattro i composti riportati, con la tesi 1 frequentemente in posizione intermedia. Valutando le differenze imputabili alla fermentazione malolattica, si può osservare che i contenuti di salicilato di metile ed euge-

nolo sono sempre risultati maggiori nelle tesi in cui la degradazione biologica dell'acido malico era avvenuta; analoga osservazione è stata fatta per l'alcool benzilico, qui non riportato. Si ritiene che gli incrementi dei composti citati non siano attribuibili a fenomeni di idrolisi acida delle corrispondenti forme glicosidate essendo l'acidità delle tesi NO FML decisamente più marcata. I tenori di eugenolo, ragionando alla luce dei dati bibliografici, non dovrebbero essere tali da contribuire al flavour globale, arrivando a ca. 1/3 dei livelli di soglia riportati per l'acqua e ad 1/7-1/15 dei livelli di soglia in soluzioni sintetiche; le concentrazioni alle quali tale sostanza sovrasta l'aroma del vino sono invece riportate attorno a 100 e 500 microgrammi per litro, rispettivamente per i vini bianchi e rossi [Chatonnet et al., 1992a]. Valori di soglia di differenza ancora più elevati sono riportati da Etiévant et al. [1983]. Tuttavia, nostri test triangolari effettuati addizionando dosi crescenti di eugenolo su un giovane e fruttato vino Lambrusco f.f. (Tab.5) sembrerebbero indicare soglie di differenza decisamente più basse, supportando la possibilità di un ruolo sensoriale di questa sostanza nel flavour globale. Fenomeni di sinergia tra composti aromatici tali da ridurre, benché non così marcatamente, le soglie di differenza sono del resto già stati riportati [Meilgaard, 1975].

Particolarmente elevati in confronto con altre casistiche su vini trentini [Versini et Tomasi, 1983; Versini et al., 1984], ma comparabili con i dati riportati da Dell'Oro et Di Stefano [1990] per il Nebbiolo, sono i valori registrati per il cinnamato di etile, presente in quantità non irrilevanti ed a livelli di possibile contributo sensoriale già nel vino derivante dalla tesi testimone T-B (Fig. 4). Tale sostanza - la cui concentrazione è probabilmente legata anche alla varietà [Dell'Oro et Di Stefano, op cit.], come peraltro anche quella dello

stirene e di altri composti derivati dallo shikimico quali i salicilati - potrebbe essere parzialmente responsabile della componente floreale-speziata che caratterizza molti giovani vini Lambrusco f.f. prodotti con trafilatura di lavorazione tradizionale, magari in combinazione con altri fenoli volatili tra cui gli esteri dell'acido salicilico, spesso caratterizzati da note olfattive floreali-speziate-balsamiche ed utilizzati come modificatori o fissatori di tali note nell'industria dei profumi [Bauer et al., 1990].

La rilevante presenza di derivati dello shikimico non sembrerebbe in contrasto con le conoscenze relative alla struttura polifenolica dei vini della varietà Lambrusco f.f., vini che si caratterizzano per elevati contenuti di acidi idrossicinnamici e dei loro esteri tartarici [Mattivi et al., 1995], di proantocianidine e, pur in un contesto di prevalenza della malvina, di peonina; i dati di Fig. 3 sembrerebbero indicare inoltre livelli elevati di fenilalanina nei mosti. È stata riscontrata anche la presenza di un alto numero di copie di geni codificanti, indipendentemente dalla presenza di luce, per la fenilalanina-ammonio liasi [Sparvoli et al., 1994], enzima che catalizza una delle prime tappe di reazione nella formazione dei suddetti composti a struttura aromatica.

Va ricordato che le condizioni di MC in fase gassosa applicate nella sperimentazione, con la conseguente solo limitata presenza di alcool, hanno probabilmente contribuito ai già citati elevati livelli di shikimico [Tessiere et al., 1991].

Alcooli a C₆ e lattoni

Limitatamente alle analisi disponibili, l'evoluzione degli alcooli a 6 atomi di carbonio e di due lattoni è riportata in Fig. 5; l'andamento dei primi in diminuzione e del γ -butirrolattone in crescita rispetto alla vinificazione tradizionale è in accordo con

quanto da tempo noto [Dubois et al., 1977; Versini et al., 1983; Versini et al., 1984]. γ -butirrolattone e 4-idrossibutirrato di etile - composti dalla nota vinosa, legati al metabolismo degli acidi glutammico e γ -amino-butyrico [Muller et al., 1973; Wurz et al., 1988] - sono presenti nei vini testimone sostanzialmente nello stesso ordine di grandezza; il primo mostra valori tendenzialmente più elevati in concomitanza con le più brevi fasi anaerobiche. I dati disponibili sembrerebbero preludere ad evoluzioni simili a quelle registrate su Teroldego [Versini et al., 1984], in cui l'estere etilico tendeva a sopravanzare il lattone. Tenori maggiori rispetto alle vinificazioni testimone e con un'evoluzione in crescita col progredire della durata della MC presenta il pantolattone (2-OH-3,3-dimetil- γ -butirrolattone) [Webb et al., 1967; Giuchard et al., 1992].

Analisi sensoriale

Subito la fermentazione malolattica ed imbottigliati, i vini sono stati sottoposti ad analisi sensoriale; in Fig. 6 si riportano i risultati limitatamente ai descrittori per i quali sia stata accertata la significatività sia del modello che della fonte di variazione "tesi". La nota fruttata (esteri+acetati) [Romano et al., 1987] ha manifestato differenze altamente significative a tutto svantaggio delle tesi macerate, in particolare di quelle a durata maggiore. La componente floreale delle tesi 1 e 3 è risultata significativamente meno percepita rispetto a quella delle tesi 2 e testimone. La percezione della nota definita genericamente "erbacea" e non particolarmente gradevole, che con una certa frequenza si manifesta nei vini giovani di Lambrusco, è risultata ridotta dalla tecnica di macerazione carbonica, in particolare nelle tesi a bassa temperatura. È d'altro canto da tempo nota l'attività inibitoria della MC

sulla produzione di composti responsabili di sentori "erbacei" quali alcoli ed aldeidi a 6 atomi di carbonio [Dubois et al., 1977; Ducruet et al., 1983; Castino et Ubigli, 1984].

Significatività statistica mostrano le differenze relative alla nota fenolo-cuoio-cavallo, che non sembra però discriminare tra tesi macerate e non. L'origine del 4-etil-fenolo - standard utilizzato nel training per tale nota e legato alla presenza di lieviti *Brettanomyces-Dekkera* [Chatonnet et al., 1992b] - non può, d'altronde, giustificare una eventuale discriminazione tra MC e testimone.

La nota "dolciastra", da fragola-lampone del cinnamato di etile discrimina nettamente le tre tesi M.C. dalle vinificazioni testimone ed è in ottimo accordo con i dati chimico-analitici di Fig. 4

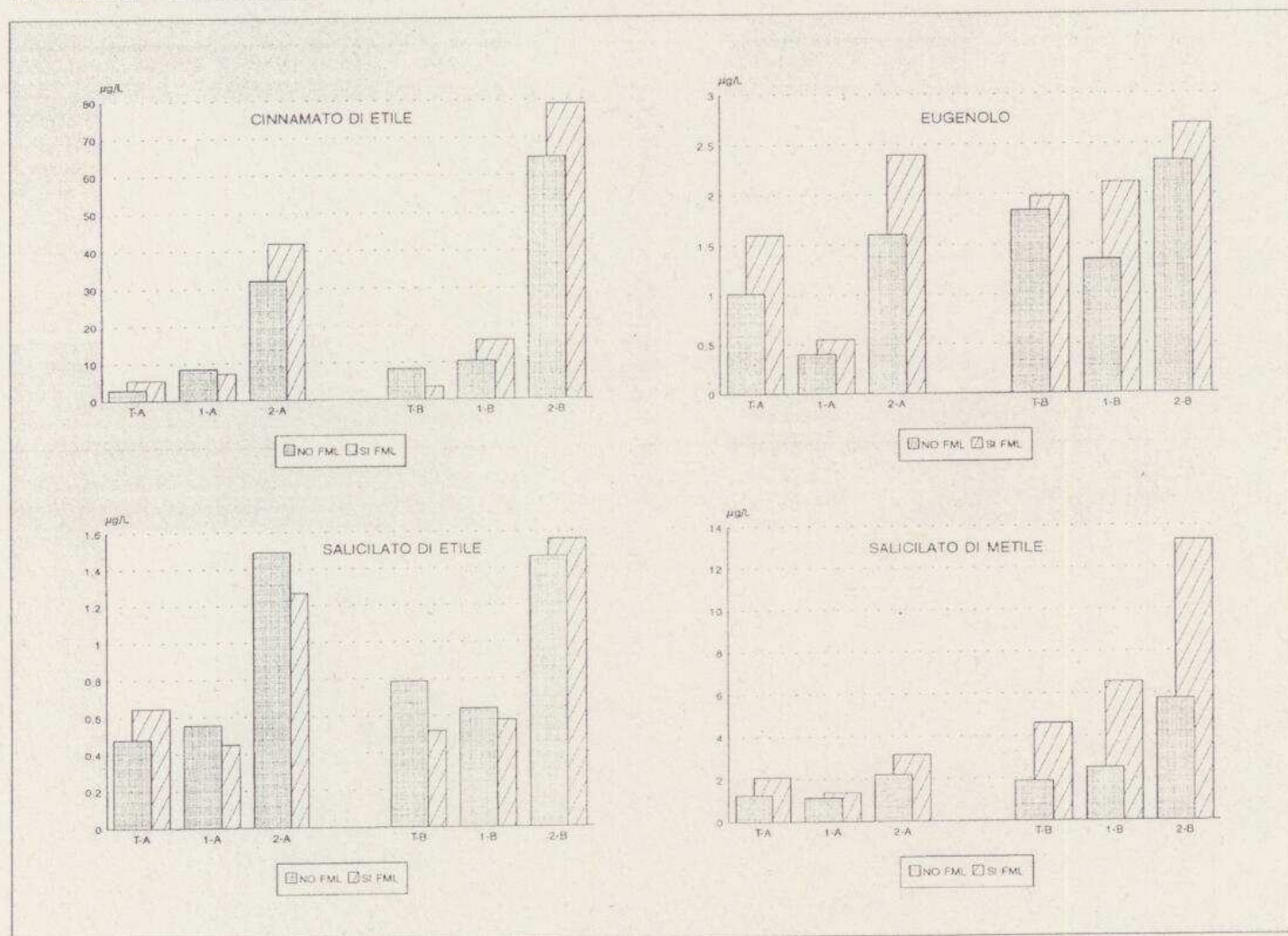
Altre esperienze

Per conto dell'Istituto del Novello Atesino nell'annata 1994 sono state condotte cinque vinificazioni per macerazione carbonica (MC) su uve Teroldego di diversa provenienza sul territorio provinciale. Le vinificazioni sono state realizzate secondo le trafilature classiche per tale varietà che prevedono l'immissione dell'uva intera su un 30% di pigiadiraspato fermentante.

I vini prodotti sono stati analizzati dopo fermentazione malolattica ed imbottigliamento sterile. In Tab.6 sono riportati i dati relativi ad alcuni composti in forma legata; essi vengono discussi in relazione alle casistiche disponibili per la stessa varietà e per Lambrusco f.f. [Versini et al., 1989] relative però a vinificazioni tradizionali in rosso, senza macerazione carbonica. Nei vini Teroldego MC'94 si confermano le caratteristiche - discriminanti rispetto a Lambrusco [Versini, 1993] - del profilo dei terpeni legati, in particolare per la limitatezza dei contenuti di α -terpineo-

Fig. 4

Evoluzione di alcuni composti volatili dei vini in funzione della tecnica di vinificazione e della fermentazione malolattica



lo. Si osservano inoltre valori elevati di geraniolo (a livello di rilevanza sensoriale qualora idrolizzato), di nerolo e di 2-feniletanolo superiori a quelli registrati per le vinificazioni tradizionali riportate; tale fatto - benché teoricamente imputabile anche solo ad un fattore "annata" - potrebbe essere conseguenza dell'anaerobiosi carbonica, così come riportato per Muscat de Frontignan da Bittour et al., [1992]. Anche i contenuti di 3-cheto- α -ionolo - norisoprenoide derivato dalla luteina [Williams et al., 1991], costituente anche del legno di rovere [Sef-ton et al., 1990] e non riportato tra i composti citati da Bittour et al. [op.cit.] - sono risultati notevolmente superiori rispetto a quelli delle vinificazioni tradizionali.

Conclusioni

Nel caso del Lambrusco a foglia frastagliata la tecnica di macerazione carbonica in fase gassosa seguita dalla vinificazione in bianco si è dimostrata in grado di modificare significativamente diversi parametri chimico-analitici e sensoriali anche con i limitati tempi di anaerobiosi applicati nel presente lavoro sperimentale.

Il quadro aminoacidico dei mosti, caratterizzato dalla prevalenza dell'arginina, durante la fase di macerazione anaerobica e rispetto ai livelli dei mosti delle tesi testificate ha presentato l'evoluzione in crescita di alcuni aminoacidi (gAbu, Phe, Tyr, Gly, Val, Iso, Leu) e quella in diminuzione di altri (Asp,

Glu, Ala, Ser).

A livello di vino sono state riscontrate differenze significative tra le 4 tesi a confronto per i seguenti parametri analitici: estratto netto, acidità titolabile, acidi malico, succinico, citrico ed α -chetoglutarico, ceneri ed alcalinità delle stesse, 1-propanolo, 2-metil-1-propanolo, metanolo, acetaldeide, acetato di etile, polifenoli totali, antociani totali, trans resveratrolo, assorbanza a 320nm.

Limitatamente ai vini analizzati, le tesi macerate a bassa temperatura hanno determinato incrementi di cinnamato di etile elevati e di significativa rilevanza sensoriale già con un giorno e mezzo di macerazione carbonica. I contenuti di salicilato di metile e di eugenolo sono risultati più elevati dopo lo

Bibliografia

- Bauer K., Garbe D., Surburg H. (1990) - Common fragrance and flavor materials: preparation, properties and uses. 2a rev. ed., Weinheim, Basel, Cambridge, New York, VCH publishers: pp.108-109
- Bitteur S., Tesniere C., Sarris J., Baumes R., Bayonove C., Flanzky C. (1992) - *Am. J. Enol. Vitic.*, (43, 1):41-48
- Castino M., Ubigli M. (1984) - *Vini d'Italia*, (26, 6):7-23
- Chatonnet P., Dubourdieu D., Boidron J.N. (1992a) - *Sciences des Aliments*, (12, 4):665-685.
- Chatonnet P., Dubourdieu D., Boidron J.N., Pons M. (1992b) - *J. Sci. Food Agric.*, (60):165-178
- Dell'Oro V., Di Stefano R. (1990) - *Vini d'Italia*, (32, 2):26-33
- Di Stefano R., Cravero M.C., Gentilini N. (1989) - *L'Enotecnico*, (25, 5):83-89
- Dubois P.J., Etievant P., Buret M., Chambroy Y., Flanzky C., Dekimpe J. (1977) - *C.R. Ac. Agr. Fr.*, 63/18:1183-1189
- Dubois P.J. (1980) - *Atti Symposium di Enologia*, S.Michele a/A, Trento, 16-18 aprile, 1980:155-168
- Ducruet V., Flanzky C., Bourzeix M., Chambroy Y. (1983) - *Sciences des Aliments*, (3, 3):413-426
- Ducruet V. (1984) - *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, (17, 4):217-221
- Etievant P.X., Issanchou S.N., Bayonove C.L. (1983) - *J. Sci. Food Agric.*, (34, 5):497-504
- Flanzky M., Andre P. (1973) - *La vinification par macération carbonique* - M.A.-I.N.R.A., Etude n°56:p.23
- Flanzky C., Buret M., Chambroy Y. (1981) - *Sciences des Aliments*, (1, 2):283-292
- Gabri G., Salvagiotto R. (1980) - *Vini d'Italia*, (22, 124):37-43
- Guichard E., Etievant P., Henry R., Mosandl A. (1992) - *Z. Leben. Unters. Forsch.*, (195, 6):540-544
- Jouret C., Moutounet M. (1970) - *Ann. Technol. Agric.*, (19, 1):59-68
- Lovino R., Piracci A., Di Benedetto G. (1989) - *Vignevini*, (16, 12):39-47
- Mattivi F., Scienza A., Failla O., Villa P., Anzani R., Tedesco G., Gianazza E., Righetti P. (1989a) - *Proc. 5th Int. Symp. Grape Breeding*, St.Martin-Pfalz (FRG), *Vitis*, Special Issue 1990:119-133
- Mattivi F., Romano F., Scienza A., Villa P. (1989b) - *Atti Conv. Naz. Chemiometria*, Venezia, 3-4 novembre.
- Mattivi F. (1993) - *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, (196):522-525
- Mattivi F., Monetti A., Nicolini G. (1995) - *L'Enotecnico*, (31, 6):69-79
- Meilgaard M.C. (1975) - in "Geruch und Geschmack Stoffe", H Carl. ed., Norimberga:211-254
- Muller C.J., Kepner R.E., Webb A.D. (1973) - *Am. J. Enol. Vitic.*, (24, 1):5-9
- Nicol M.Z., Romieu C.G., Flanzky C. (1988) - *Sciences des Aliments*, (8, 1):51-65
- Nicolini G., Mattivi F., Dalla Serra A. (1991) - *Riv. Vitic. Enol.*, (44, 3):45-56
- Nicolini G., Mattivi F., De Micheli L., Tonon D. (1992) - *Vignevini*, (19, 7/8):59-63
- Nicolini G., Versini G., Dalla Serra A., Seppi A., Amadei E., Falcetti M. (1995) - *Riv. Vitic. Enol.*, (48, 3):47-61
- Ramos T., Marcheix J.J. (1989) - *C.R. 4e Symp. Int. Oenologie "Actualités Oenologiques '89"*, Bordeaux, 15-17 juin 1989. P. Ribereau-Gayon & A. Lanvaud eds., Bordas, Paris, 1990:414-418
- Roessler E.B., Pangborn R.M., Sidel J.L., Stone H. (1978) - *Journal of Food Science*, (43):940-947
- Romano F., Versini G., Bertamini M., Dalla Serra A., Dell'Eva M., Falcetti M., Polletti V. (1987) - *Proc. Intern. Symp. "The Aromatic Substances in Grapes and Wines"*, S.Michele a/A, 25-27 giugno 1987, A. Scienza & G. Versini eds.:427-440
- Romieu C.G., Sauvage F.X., Robin J.P., Flanzky C. (1989) - *Conn. Vigne Vin*, (23, 3):165-173
- Sauvage F.X., Romieu C.G., Sarris J., Pradal M., Robin J.P., Flanzky C. (1991) - *Rev. Franc. Oenologie*, (132) cahier scientifique:14-20
- Scienza A., Failla O., Anzani R., Mattivi F., Villa P.L., Gianazza E., Tedesco G., Benetti U. (1990) - *Vignevini*, (17, 9):25-36
- Sefton M.A., Francis I.L., Williams P.J. (1990) - *J. Agric. Food Chem.*, (38):2045-2049
- Singleton V.L., Noble A.C. (1976) - in "Phenolic, Sulfur and Nitrogen Compounds in Food Flavors", A.C.S. Symp. Series n°26, Charalambous G. and Katz I. eds.
- Sparvoli F., Martin C., Scienza A., Gavazzi G., Tonelli C. (1994) - *Plant Molecular Biology*, (24, 5):743-755
- Tesniere C., Baumes R., Bayonove C., Flanzky C. (1989) - *Am. J. Enol. Vitic.*, (40, 3):183-188
- Tesniere C., Nicol M.Z., Romieu C., Flanzky C. (1991) - *Sciences des Aliments*, (11, 1):111-124
- Versini G., Tomasi T. (1983) - *L'Enotecnico*, (19, 9):595-600
- Versini G., Dalla Serra A., Pellegrini R. (1984) - *L'Enotecnico*, (20, 10):871-878
- Versini G., Dalla Serra A., Rapp A. (1989) - *Atti Conv. "Il Teroldego Rotaliano"*, S. Michele a/A, 1-2 sett. 1989, Facchini P. & Falcetti M. eds., 1990, *Boll. Ist. Agr.* (2, 3):69-81
- Versini G. (1993) - *Proc. 10th Int. Oenological Symp.*, May 03rd-05th, 1993, Montreux, Switzerland, International Association for Winery, Technology and Management:440-450
- Webb A.D., Kepner R.E., Maggiora L. (1967) - *Am. J. Enol. Vitic.*, (18, 4):190-199
- Williams P.J., Sefton M.A., Francis I.L. (1991) - *Symp. "Flavor precursors: thermal and enzymatic conversions"*, New York, August 25-30, 1991, Teranishi R., Takeoka G.R. & Güntert M. eds., Washington, DC 1992, ACS Symposium Series 490:74-86
- Wurz R.E.M., Kepner R.E., Webb A.D. (1988) - *Am. J. Enol. Vitic.*, (39, 3):234-238