

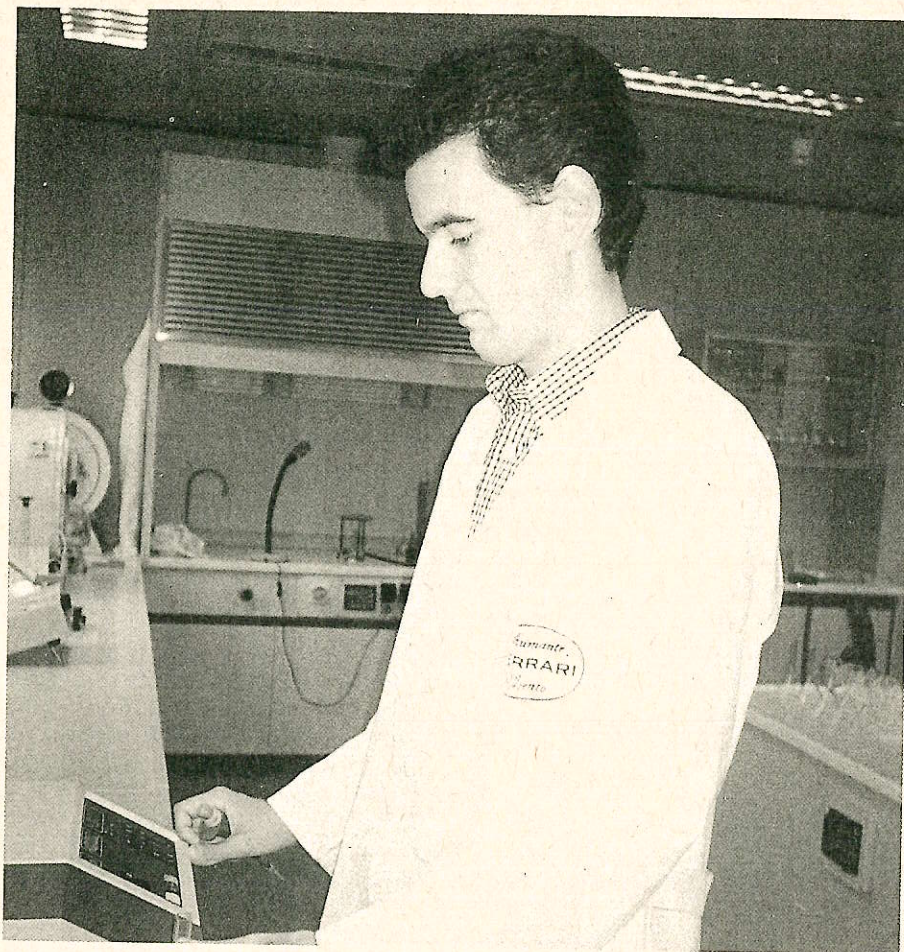
DOCUMENTO
TECNICO

G. Versini*
M. Lunelli*, **
A. Seppi***
A. Dalla Serra*
G. Volonterio**

* Istituto Agrario di San Michele
 all'Adige, 38010 San Michele
 all'Adige (TN)

** DISTAM, Sezione Industrie
 Agrarie, Università degli Studi,
 via Celoria 2, 20133 Milano.

*** Laboratorio Provinciale di
 Igiene e Profilassi di Trento:
 Settore Operativo per le Attività
 di Laboratorio chimico-fisico,
 via Piave 5, 38100 Trento.



M. Lunelli

ASPETTI CONNESSI ALLA PRODUZIONE DI VINI BASE - SPUMANTE DA CHARDONNAY E PINOT NERO

Gli autori hanno studiato l'evoluzione degli amminoacidi durante la maturazione delle uve e la loro variazione nel processo tecnologico in funzione della scala di vinificazione e dell'impiego di tiamina in fermentazione, valutando i riflessi su alcuni gruppi di composti volatili in vini base-spumante prodotti in un'area, il Trentino, ritenuta altamente vocata.

Introduzione

Gran parte dell'economia viticola di alcune aree del Nord Italia, ed in particolare del Trentino, si basa sulla produzione di vini base spumante di pregio, destinati a rifermentazione sia in bottiglia che in autoclave.

La vocazionalità di tali zone trova riscontro in parametri pedoclimatici che influenzano, a seconda del vitigno, l'evoluzione ed il

tenore alla vendemmia di alcuni macrocostituenti del mosto, come ad esempio il grado zuccherino e gli acidi tartarico e malico, il loro rapporto relativo ed il grado di salificazione (Fregoni, 1980; Scienza *et al.*, 1984; Scienza, 1989; Falcetti *et al.*, 1989; Valenti *et al.*, 1991).

Anche le proprietà organolettiche sia del vino base che dello spumante durante il processo di invecchia-

mento, in primo luogo quelle olfattive e fra queste quelle comunemente ritenute di origine varietale, sono considerate dipendenti dalla zona di produzione (Falcetti e Scienza, 1991).

Le differenze di clima, suolo ed andamento di maturazione dell'uva rispetto ad altre aree viticole e fra esse quella che si ritiene aver determinato l'origine dello spumante, la regione della Champagne, nonché,

ISTITUTO AGRARIO
 DI S. MICHELE A/A
 1995
 VER
 4
 BIBLIOTECA

Tab. 1
Correlazioni lineari fra alcuni amminoacidi e gli zuccheri, in ° Brix,
in maturazione nei diversi ambienti ed annate; loro significatività

Vigneto	Zucchero/Parametro	Prelievi	r	Retta
123 Pianizza 91	prolina	8	0,870**	$y = 6,909 x - 659,46$
123 Pianizza 91	A.Ac.Tot - prolina	8	0,083	
130 Pianizza 91	prolina	8	0,927**	$y = 5,73 x - 547,65$
130 Pianizza 91	A.Ac.Tot - prolina	8	-0,162	
123 Novaline 91	prolina	8	0,845**	$y = 14,828 x - 2205,89$
123 Novaline 91	A.Ac.Tot - prolina	8	-0,670	
130 Novaline 91	prolina	8	0,845**	$y = 14,977 x + 2116,00$
130 Novaline 91	A.Ac.Tot - prolina	8	-0,616	
130 Mezzocorona 91	prolina	7	0,810**	$y = 22,712 x - 2842,26$
130 Mezzocorona 91	A.Ac.Tot - prolina	7	-0,680	
130 Novaline 90	prolina	10	0,850**	$y = 9,143 x - 1314,61$
130 Novaline 90	A.Ac.Tot - prolina	10	0,531	
Pn Novaline 91	prolina	8	0,865**	$y = 2,767 x - 218,74$
Pn Novaline 91	arginina	8	0,573	
Pn Novaline 91	A.Ac.Tot	8	0,400	
Pn Novaline 90	prolina	10	0,810**	$y = 5,026 x - 669,25$
Pn Novaline 90	arginina	10	0,615	
Pn Novaline 90	A.Ac.Tot	10	0,400	

per conseguenza, di una parte della tecnologia enologica adottata, hanno fatto sì che si andasse definendo una tipologia italiana del prodotto, al cui studio si intende dare un contributo con questa ricerca.

Lo scopo di questo lavoro è di indagare la composizione quali-quantitativa di alcune classi di composti, potenziali responsabili della diversità sensoriale olfattiva dei prodotti delle varietà Chardonnay e Pinot Nero, le più usualmente impiegate in spumantizzazione. In particolare, oggetto di questa prima nota sono le variazioni quantitative degli amminoacidi in funzione della maturazione, dei parametri tradizionali di misura di quest'ultima (zuccheri ed acidi), del vitigno, dell'annata, del sito di coltivazione e della tecnica di vinificazione.

A riguardo di quest'ultima sono stati studiati gli effetti della quantità fermentata e dell'aggiunta di tiamina sulla composizione amminoacidica e ne è stato giudicato il riflesso sulla frazione di composti volatili soprattutto fermentativi.

Stato della ricerca

Parametri di possibile contributo alla diversità aromatica varietale di vini base spumante.

La diversità di caratteristiche organolettico-olfattive fra vini prodotti con una stessa tecnologia, a pari scelta di ceppo di lievito, si può attribuire, in base alla letteratura, a:

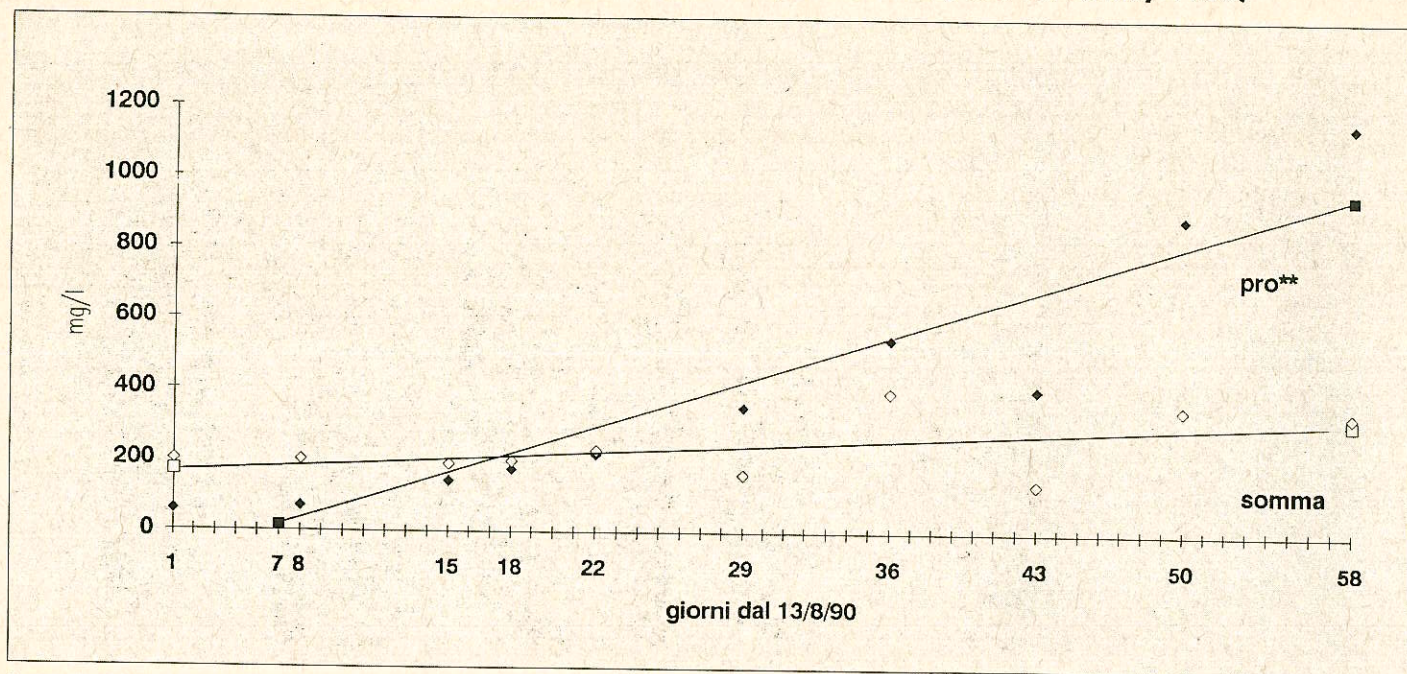
a) peculiarità a carico di composti varietali implicati nel processo fermentativo, in primo luogo il tenore complessivo ed il profilo degli amminoacidi, tali da contribuire a determinare la concentrazione di sostanze organoletticamente attive (Bidan, 1975; Sinton *et al.*, 1978; Bell *et al.*, 1979; Ough e Bell, 1980; Ough e Lee, 1981; Vos, 1981; Rapp e Versini, 1991). In questo raggruppamento trovano posto anche prodotti non strettamente legati alla glicolisi, originati da alcuni tipi di lieviti durante la loro attività metabolica a partire da precursori, qual'è il caso di alcuni fenoli volatili derivati dai corrispondenti acidi cinnamici (Albagnac, 1975).

Confronti analitici fra le

due varietà succitate per quanto attiene i composti varietali sopra elencati e di possibile contributo tipicizzante, sono piuttosto carenti. Citiamo il lavoro di Millary *et al.* (1986) riguardante un'indagine biennale sul contenuto amminoacidico di mosti Chardonnay, Pinot Nero e Pinot Meunier, per la produzione di vini base-spumante della zona dello Champagne, ove si evidenzia, oltre ad una specificità di profilo, il ruolo spiccato dell'annata, soprattutto se climaticamente anomala, nel determinare i livelli assoluti, ma mutando solo in parte quelli relativi, nonché la possibilità di utilizzare detti parametri per definire alcune sottozone.

La possibile discriminazione dell'annata su base amminoacidica è stata recentemente avvalorata su mosti base-spumante di Chardonnay, limitatamente al Trentino e per annate pur ad andamento climatico nella norma (Seeber *et al.*, 1991). Si è mostrata inoltre l'impossibilità di un'analoga discriminazione impiegando gli stessi parametri sui rispettivi vini, vista la profonda alterazione di profilo dovuta alla fermentazione: si sono tuttavia distinte le annate, in

Fig. 1
Andamento di amminoacidi nelle uve in maturazione (CL 130 SMA, loc. Novaline, 1990)



Legenda figure: pro=prolina, ala=alanina, glu=ac. glutammico, glm=glutamina, somma=ac. aspartico + ac. glutammico + treonina + serina + glutamina + prolina + alanina + metionina + ac. γ -aminobutirrico + arginina)

tal caso, sulla base di alcuni composti minerali e di composti volatili non propriamente da glicolisi.

Anche sostanze di origine fermentativa, importanti per il contributo alla nota fruttata fresca o matura, quali esteri etilici di acidi grassi a media catena ed acetati di alcoli superiori (van der Merwe e van Wyk, 1981; Romano *et al.*, 1987), hanno dato, comunque, un interessante apporto discriminante, soprattutto fra coppie di annate, producendosi in qualche zona vini sempre a basso tenore in tali esteri (Versini *et al.*, 1989).

b) peculiarità compositive riferite ad alcune classi di composti primari che possono, per alcune sostanze, raggiungere concentrazioni sensorialmente attive, come per le varietà definite aromatico-floreali, quali i Moscatti, i Riesling, i Traminer, i Sauvignon etc. (Strauss *et al.*, 1986 b).

Tali composti possono essere presenti sia come tali e quindi in "forma libera", che in "forma legata", o "complessata" generalmente a zuccheri. Dei primi fanno parte essenzialmente sostanze, fra cui le più note sono quelle

monoterpeniche, presenti già nell'uva o generate da trasformazioni di precursori a seguito del processo di pigiatura che comporta la rottura delle cellule e la fuoriuscita di idonei enzimi, e quindi trasferite al vino senza rilevanti alterazioni fermentative. Dei secondi fanno parte gli eterosidi, molecole i cui agliconi coincidono principalmente con le citate forme libere e che possono assumere rilievo olfattivo solo dopo scissione del legame con lo zucchero, in genere per reazione enzimatica nelle prime fasi della vinificazione o per idrolisi acido catalizzata nel tempo con cinetiche e con intensità diverse a seconda dei composti (Gunata, 1984) (seconda nota del lavoro).

Spumantizzazione e aroma

Contributo all'aroma da parte del processo di spumantizzazione.

Per quanto si sia scritto in più occasioni (si cita, ad esempio il lavoro di Montedoro, 1986) a commento della specifica caratteristica evolutiva del prodotto rifermentato,

definita da De Rosa (1979) come "da feccino" o "da formaggio" e diversa da quella del vino tranquillo naturalmente invecchiato, peculiarità analitiche nel profilo aromatico dello spumante sono state evidenziate solo in un lavoro francese sugli Champenoise a lungo invecchiamento (Feuillat, 1980): innanzitutto con l'individuazione del lattone 4,5-dimetiltetraidrofuran-2,3-dione - di probabile derivazione dall'aminoacido treonina, identificato per la prima volta nei vini dello Jura (Dubois *et al.*, 1976), per i quali, analogamente agli Champagne, è prevista una lunga sosta sul proprio lievito; secondariamente con la messa in luce di una maggior presenza di benzaldeide rispetto ai vini tradizionali (Loyaux *et al.*, 1981).

Altri studi, successivamente non confermati, hanno mostrato un incremento di esteri etilici di acidi grassi a lunga catena (Molnar *et al.*, 1981) ai quali attribuire l'insorgenza di un possibile odore di rancido nella loro degradazione ossidativa ad aldeidi insature. Troton *et al.* (1989), analizzando la modifica del quadro dei composti lipidici nel pro-

Tab. 2
Analisi di varianza con test di Duncan sugli amminoacidi per mosti micro (n=6) e macrovinificati (n=8) e vini con (n=6) e senza (n=8) aggiunta di tiamina in fermentazione

	Mosti			Vini		
	micro - 6	macro - 8	Duncan	con tiam.	senza tiam.	Duncan
ac. aspartico	38,8	23,2	X	8,5	4,0	X
treonina	47,6	61,6	Y	2,3	1,1	ns
serina	69,1	75,5	ns	2,7	2,4	ns
asparagina	6,5	7,0	ns	6,1	3,4	ns
ac. glutammico	69,1	65,8	ns	17,2	8,7	X
glutammina	377,9	218,6	Y	13,1	1,9	Y
glicina	8,1	4,5	X	7,0	3,0	X
alanina	165,4	147,3	ns	24,4	9,6	X
citosina	0,9	0,5	ns	1,0	0,7	ns
valina	32,9	24,2	ns	3,7	1,2	X
cistina	2,0	0,5	X	10,2	6,1	X
metionina	4,8	4,2	ns	2,1	1,4	ns
isoleucina	8,6	10,6	ns	1,6	1,0	Y
leucina	10,0	13,2	ns	7,6	6,3	ns
tirosina	12,3	10,0	ns	4,0	2,3	ns
fenilalanina	12,8	18,2	ns	6,2	2,7	X
ac. γ -amminobut.	56,0	87,2	X	26,4	5,0	Y
ornitina	0,5	0,6	Y	2,8	0,4	X
lisina	5,0	3,0	ns	10,1	7,9	ns
istidina	13,6	16,4	ns	3,5	1,9	X
arginina	127,6	167,7	ns	15,0	4,2	X
S. A.Ac.-prolina	1050,9	960,6	ns	175,2	74,5	X
prolina	680,9	557,1	ns	682,3	682,8	ns
S. A.Ac.	1765,0	1600,3	ns	857,4	757,2	ns
ammonio	96,9	76,8	ns	3,7	0,7	X
zuccheri	187,3	184,9	ns			
ac. malico	5,7	4,5	X			
alcool				11,2	11,2	ns
pH				3,1	2,9	Y
ac. titolabile				7,9	7,3	ns

X = significatività > 95 %, Y = significatività compresa fra 90 e 95%

cesso di presa di spuma, hanno constatato un impoverimento di lipidi totali nel vino, accompagnato tuttavia da un riarrangiamento fra le diverse classi e da un incremento della frazione ossidata di alcune di esse. Ricordiamo tuttavia che gli esteri etilici sopracitati diffondono solo in tracce attraverso le pareti cellulari: si dovrebbe imputare quindi una loro marcata presenza, se non alla lisi, almeno ad una perdita di consistenza della membrana cellulare (Piton *et al.*, 1988). Al contrario, si è notato in altri lavori (Margheri *et al.*, 1984 a) la tendenza ad una sensibile diminuzione degli esteri a medio-lunga catena e dei corrispondenti acidi già dopo alcuni mesi dalla presa di spuma per un proba-

bile adsorbimento di queste sostanze sulle pareti cellulari esterne o per un'assunzione preferenziale di essi da parte di lieviti in stato di sopravvivenza.

Gli stessi autori (Versini e Margheri, 1981) hanno altresì constatato nelle prime fasi dello stesso processo fermentativo un notevole consumo di detti composti presenti nel vino base.

Altre ricerche hanno riguardato il consumo di amminoacidi in rifermentazione, l'eventuale cessione in tempi successivi, cessione verificata in quanto tendenza solo per alcuni di essi e fino ad approssimarsi al valore iniziale del vino base (Margheri *et al.*, 1982, 1983, 1984 a, b, c, d ed e 1985; Postel e Ziegler, 1991

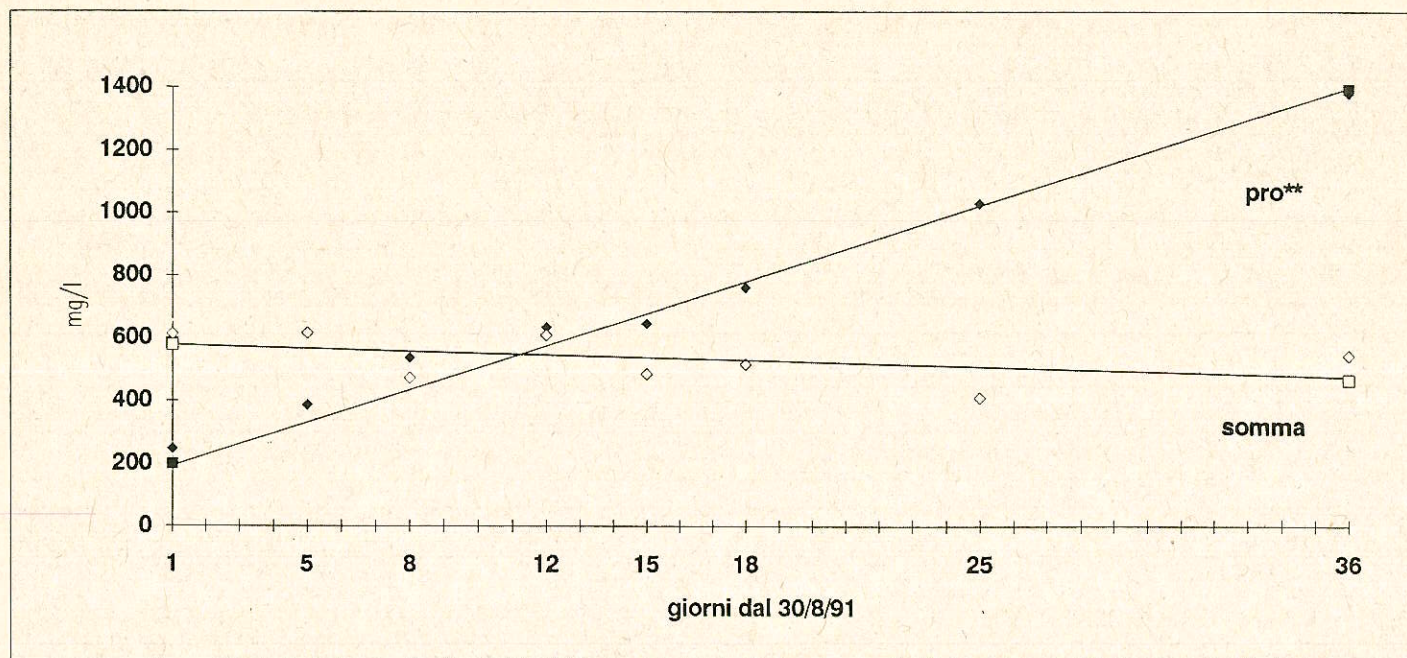
b), nonché il possibile incremento di colloidali con il tempo di contatto con il lievito (Leroy *et al.*, 1990; König e Ditrach, 1991).

Materiali e metodi

Protocollo sperimentale.

A) Nel biennio 1990-1991 si è controllato l'andamento in maturazione fino alla fase di sovrasmaturazione, dei costituenti di interesse enologico, quali zuccheri, acidità totale e malica, pH, amminoacidi, nei mosti di Chardonnay e di Pinot Nero di uno stesso vigneto, registrando anche parametri meteorologici.

B) A livelli di maturazione delle uve idonei all'otteni-

Fig. 2**Andamento di amminoacidi nelle uve in maturazione (CL 130 SMA, loc. Novaline, 1991)**

mento di un vino-base spumante, le partite di Chardonnay e di Pinot Nero di entrambe le annate (punto A), nonché una di Pinot Nero proveniente dall'Oltrepò Pavese, sono state vinificate in cantina aziendale.

C) Nel 1991 uve di Chardonnay, provenienti da diverse zone geografiche del Trentino, sono state microvinificate presso la Cantina di Microvinificazione dell'Istituto Agrario e la composizione dei relativi mosti raffrontata con quella di altri di analoga provenienza ottenuti a livello industriale in altre cantine del Trentino.

D) Su mosti e relativi vini sono state effettuate le normali analisi di cantina; su quelli ottenuti da micro e macrovinificazione sono stati analizzati anche gli amminoacidi e parte dell'aroma dei vini.

L'ambiente viticolo

Descrizione dei siti di coltivazione, dei vigneti e cenni sulle caratteristiche climatiche.

– Sito: Novaline, a quota 312 m slm; terreno di tipo sciolto a medio impasto con esposizione Sud-Est;

varietà: Chardonnay: cloni 123 SMA su Teleki 8b e 130 SMA su Kober 5BB; impianto a pergola semplice trentina con sesti di 3 x 0.9 m; anno d'impianto: 1983; produzione media: ca. 120 q.li/ha; Pinot Nero: clone 386 di origine francese su Fercal; impianto a pergola semplice trentina con sesti di 2.9 x 0.6 m; anno di impianto: 1985; produzione media: ca. 110 q.li/ha.

Nel vigneto è presente un impianto di irrigazione a goccia per gli interventi di soccorso durante il periodo estivo.

– Sito: Pianizza, a quota 515 m slm; terreno di tipo sciolto a medio impasto con esposizione Sud Ovest;

varietà: Chardonnay: cloni 123 SMA e 130 SMA su Kober 5BB; impianto a pergola semplice trentina con sesti di 2.85 x 0.7 m; anno di impianto: 1985; produzione media: ca. 120 q.li/ha.

Nel vigneto è presente un impianto di irrigazione a goccia per gli interventi di soccorso durante il periodo estivo.

– Sito: Mezzocorona: località di pianura della Valle dell'Adige con terreno di tipo sciolto;

varietà: Chardonnay: clone 130 SMA su Teleki 5C; im-

pianto a pergola doppia trentina con sesti di 5.9 x 0.6 m; anno di impianto: 1989; produzione media: ca. 180 q.li/ha.

Nel vigneto non è presente alcun impianto di irrigazione.

A riguardo dei dati climatici si evidenzia che la sommatoria delle temperature massime e delle minime giornaliere dei mesi di agosto e settembre hanno mostrato valori simili nel confronto fra le due annate considerate. La sommatoria delle escursioni termiche, intese come differenza tra le temperature massime e quelle minime succitate, evidenzia come l'annata 1991 sia stata caratterizzata da un valore medio più alto durante il mese di settembre, in piena fase di maturazione.

A riguardo della piovosità, si osserva come nel 1991 in settembre vi è stata un'intensità di precipitazione doppia rispetto al 1990, mentre il contrario è avvenuto per il mese di agosto. Gli eventi piovosi sono stati più equamente distribuiti nel 1990 e questo ha attenuato gli sbalzi termici verificatisi invece nel 1991, soprattutto in settembre.

Campionamento delle uve.

Tab. 3

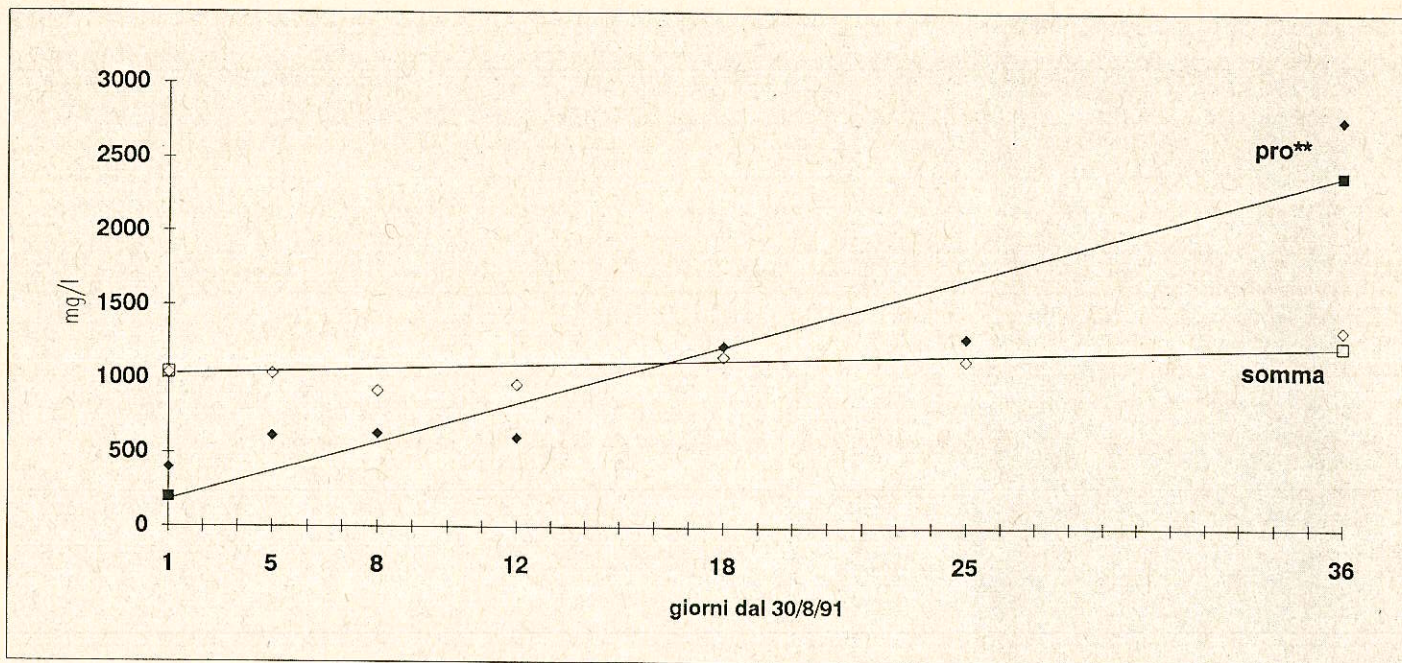
Raffronto del contenuto amminoacidico fra mosti e rispettivi vini, per le annate 1990 e 1991.
Valutazione percentuale del tenore nel vino rispetto al mosto

	chn90-m	chn90-v	delta-%	chn91-m	chn91-v	delta-%	pnn90-m	pnn90-v	delta %
ac. aspartico	6,0	4,0	66,7	35,0	5,0	14,3	17,0	12,0	70,6
treonina	27,0	2,0	7,4	70,0	2,0	2,9	95,0	5,0	5,3
serina	33,0	2,0	6,1	81,0	2,0	2,5	58,0	5,0	8,6
asparagina	< 1	3,0	-	< 1	4,0	-	< 1	7,0	-
ac. glutammico	41,0	9,0	22,0	110,0	11,0	10,0	104,0	23,0	22,1
glutammmina	37,0	2,0	5,4	229,0	0,0	0,0	147,0	3,0	2,0
glicina	30,0	3,0	10,0	4,0	4,0	100,0	4,0	7,0	17,5
alanina	40,0	8,0	20,0	118,0	10,0	8,5	115,0	19,0	16,5
citosina	< 1	< 1	-	< 1	< 1	-	< 1	< 1	-
valina	2,0	2,0	100,0	26,0	3,0	11,5	10,0	7,0	70,0
cistina	< 1	3,0	-	< 1	4,0	-	< 1	5,0	-
metionina	1,0	2,0	200,0	3,0	2,0	66,7	6,0	5,0	83,3
isoleucina	2,0	1,0	50,0	11,0	1,0	9,1	23,0	3,0	13,0
leucina	5,0	5,0	100,0	13,0	7,0	53,9	27,0	17,0	63,0
tirosina	7,0	2,0	28,6	12,0	2,0	16,7	7,0	6,0	85,7
fenilalanina	6,0	4,0	66,7	11,0	6,0	54,5	22,0	10,0	45,5
ac. γ-amminobut.	39,0	2,0	5,1	101,0	3,0	3,0	61,0	7,0	11,5
ornitina	1,0	<1	-	1,0	<1	-	7,0	13,0	185,7
lisina	1,0	6,0	600,0	2,0	7,0	350,0	4,0	25,0	625,0
istidina	10,0	1,0	10,0	28,0	1,0	3,6	26,0	7,0	26,9
arginina	5,0	3,0	60,0	317,0	4,0	1,3	400,0	22,0	5,5
S. A.Ac.-prolina	293,0	64,0	21,8	1.172,0	78,0	6,7	1.133,0	208,0	18,4
prolina	217,0	179,0	82,5	672,0	646,0	96,1	118,0	363,0	307,6
S.A.Ac.	510,0	243,0	47,7	1.844,0	724,0	39,3	1.251,0	571,0	45,6

	pnn91-m	pnn91-v	delta-%	pno91-m	pno91-v	delta-%	pnc91-m	pnc91-v	delta %
ac. aspartico	27,0	7,0	25,9	9,0	7,0	22,2	25,0	5,0	20,0
treonina	130,0	3,0	2,3	36,0	2,0	5,6	86,0	1,0	1,2
serina	63,0	2,0	3,2	20,0	2,0	10,0	43,0	2,0	4,7
asparagina	< 1	5,0	-	< 1	5,0	-	2,0	3,0	150,0
ac. glutammico	119,0	11,0	9,2	19,0	15,0	79,0	70,0	6,0	8,6
glutammmina	232,0	4,0	1,7	28,0	3,0	10,7	120,0	1,0	0,8
glicina	7,0	4,0	57,1	8,0	5,0	62,5	3,0	4,0	133,3
alanina	98,0	14,0	14,3	75,0	15,0	20,0	137,0	11,0	8,0
citosina	< 1	< 1	-	< 1	< 1	-	5,0	< 1	-
valina	13,0	3,0	23,1	8,0	3,0	37,5	22,0	< 1	-
cistina	< 1	9,0	-	< 1	8,0	-	< 1	9,0	-
metionina	4,0	2,0	50,0	2,0	2,0	100,0	4,0	2,0	50,0
isoleucina	17,0	1,0	5,9	2,0	1,0	50,0	12,0	1,0	8,3
leucina	31,0	7,0	22,6	5,0	7,0	140,0	17,0	5,0	29,4
tirosina	4,0	3,0	75,0	2,0	4,0	200,0	7,0	2,0	28,6
fenilalanina	4,0	3,0	75,0	4,0	6,0	150,0	10,0	5,0	50,0
ac. γ-amminobut.	143,0	8,0	5,6	80,0	3,0	3,8	104,0	6,0	5,8
ornitina	8,0	15,0	187,5	1,0	3,0	300,0	2,0	1,0	50,0
lisina	5,0	10,0	200,0	2,0	11,0	550,0	5,0	9,0	180,0
istidina	36,0	2,0	5,6	16,0	3,0	18,8	12,0	3,0	25,0
arginina	1.404,0	24,0	1,7	179,0	16,0	8,9	402,0	19,0	4,7
S. A.Ac.-prolina	2.345,0	137,0	5,8	496,0	121,0	24,4	1.088,0	95,0	8,7
prolina	259,0	495,0	191,1	192,0	295,0	153,6	96,0	468,0	487,5
S.A.Ac.	2.604,0	632,0	24,3	688,0	416,0	60,5	1.184,0	563,0	47,6

Legenda: Chardonnay Novaline (chn 90/91); Pinot Nero Novaline (pnn 90/91); Pinot Nero Oltrepo (pno 91); Pinot Nero Cembra (pnc 91); m = mosto; v = vino; -: delta % non valutato

Fig. 3
Andamento di amminoacidi nelle uve in maturazione (CL 130 SMA, loc. Mezzocorona, 1991)



Nel biennio 1990-91 il prelevamento dei campioni è stato effettuato ad intervalli di ca. 15 giorni, raccogliendo ca. 3 Kg d'uva in maniera randomizzata (Fregoni, 1983) su tutta l'ala della pergola. I prelievi, iniziati circa 10 gg. dopo l'invasatura, si sono protratti in sovraturazione, con scadenze sempre più rare, fino a quando la sanità delle uve lo ha permesso.

L'uva è stata portata in laboratorio e pressata con una pressa idraulica a 2 atm mediante polmone d'acqua, ottenendo il mosto da sottoporre alle successive analisi.

Le tecniche di vinificazione

Vinificazioni su scala sperimentale.

Hanno avuto luogo presso la Cantina di Microvinificazione dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige.

L'uva, vendemmiata a mano e raccolta in cassette, è stata posta in cella frigo per 12 ore per condizionarla a circa 10 °C, quindi pressata con idropressa a 2.5 bar. Il mosto, addizionato di 50 mg/l di SO₂, è stato decantato staticamente per circa 24 ore, poi inoculato con 20 g/hl di lieviti

selezionati (*Sacch. cerevisiae* r.f. *bayanus* N.F. 74, Lalvin) e fermentato a 20-22 °C in serbatoi di acciaio inossidabile da 100 l. Il vino, travasato a fine fermentazione, è stato solfitato con 20 mg/l di SO₂, addizionato di bentonite in dose di 30 g/hl e conservato in frigorifero a 5 °C per ca. 20 giorni, quindi, previo ripristino di un ragionevole tenore di SO₂, imbottigliato dopo filtrazione brillantante e sterilizzante su membrana.

Vinificazioni su scala industriale.

Sono state condotte principalmente presso le Cantine Ferrari di Ravina (TN).

Presso di esse, l'uva, vendemmiata a mano e raccolta in cassoni di circa 3 q.li, è stata pressata con una pressa a polmone (Defranceschi, da 50 q.li) con il seguente programma di processo:

T1: 50 min a 0.25 atm, T2: 35 min a 0.7 atm, T3: 30 min a 1.2 atm, T4: 20 min a 1.8 atm, T di mantenimento di 4 min e T di sgretolamento di 40 sec.. Il mosto utilizzato per la ricerca è stato ottenuto dall'insieme delle frazioni T1 e T2, che nel caso dello Chardonnay è stato aggiunto di 50 g/hl di bentonite e 40 mg/l di SO₂, mentre in quello del Pi-

not Nero di 80 g/hl di carbone, 50 g/hl di bentonite, 50 g/hl di caseina, 5 g/hl di gelatina e 50 mg/l di SO₂, ottenendo una rapida chiarifica statica della durata di 12-18 ore. Al travaso, il prodotto limpido, aggiunto di alcuni g/hl di tiamina (Dittrich, 1983) e di 25 g/hl di bentonite, è stato posto in fermentazione con un inoculo di lieviti secchi (Fermivin) pari ad una carica iniziale di ca. 40 milioni di cellule per ml.

La fermentazione è avvenuta regolarmente ad una temperatura di 17-22 °C ed è terminata dopo circa 20 giorni. Alla decantazione, si è prelevata una quantità di ca. 100 l e trasportata alla Cantina di Microvinificazione dell'Istituto ove ha subito il trattamento di stabilizzazione e di imbottigliamento sopra descritto.

Singole partite di uva Chardonnay interessate al confronto fra micro e macrovinificazioni e di Pinot Nero sono state elaborate con procedimenti tradizionali presso altre cantine del Trentino, non impiegando, in tal caso, aggiunta di tiamina. Il vino prodotto è stato conservato presso la Cantina di Microvinificazione dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige.

Tab. 4

Analisi di varianza con test di Duncan sui composti volatili per vini micro (n=8) e macro vinificati (n=6) e con (n=6) e senza (n=8) aggiunta di tiamina in fermentazione

	Discriminante micro-macro			Discriminante tiamina		
	micro - 8	macro - 6	Duncan	senza tiam.	con tiam.	Duncan
metanolo	0,03	0,03	ns	0,03	0,03	ns
propanolo	18,25	18,28	ns	18,23	18,32	ns
2-metil-1-propanolo	36,37	23,60	Y	35,90	19,97	X
2-metil-1-butanolo	21,87	19,89	ns	23,94	16,50	X
3-metil-1-butanolo	158,70	118,99	Y	163,28	99,65	X
alcooli sup. totali	235,20	180,74	Y	241,35	154,38	X
acetaldeide	33,83	35,38	ns	34,25	35,33	ns
acetato di etile	28,58	19,90	Y	27,74	18,13	X
acetato isoamile	1,20	1,53	ns	1,38	1,40	ns
acetato β -feniletile	0,20	0,24	ns	0,25	0,18	ns
capronato di etile	0,61	0,80	ns	0,61	0,87	X
caprilato di etile	0,77	0,64	ns	0,73	0,65	ns
esanolo	2,15	2,03	ns	2,21	1,91	ns
trans 3-esenolo	0,05	0,03	X	0,05	0,03	X
cis 3-esenolo	0,06	0,05	ns	0,06	0,05	ns
alcol β -feniletile	27,77	23,60	ns	32,30	16,17	X
3-etossipropanolo	0,52	0,65	ns	0,81	0,30	ns
3-metilpropanolo	1,36	1,49	ns	1,85	0,89	ns

X = significatività > 95 %, Y = significatività tra 90 e 95%

Le determinazioni effettuate

Determinazioni analitiche effettuate.

Oltre alla stima degli zuccheri nei mosti per via rifrattometrica, alla misura del pH e dell'acidità totale ed all'analisi degli acidi tartarico e malico (Stefani e Tonon, 1990), si è proceduto all'analisi della frazione amminoacidica dei mosti e dei vini.

Questa è stata effettuata presso due laboratori, il Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi di Trento ed il Laboratorio di Industrie Agrarie della Facoltà di Agraria dell'Università di Milano, dotati di strumentazioni diverse, tuttavia riconducibili allo stesso principio di separazione e di valutazione colorimetrica degli amminoacidi.

Determinazione degli amminoacidi mediante HPLC.

Detta metodica è stata impiegata nello studio dell'evoluzione in maturazione delle uve, nonché sui mosti alla vendemmia e sui relativi vini.

Si è utilizzato un sistema modulare HPLC, Waters Mil-

lipore, composto da un campionatore automatico WISP 710B (flusso 0.4 μ l/min), due fornelli, uno per la colonna di separazione a scambio ionico mod. P/N 80002 (Temp: 62 °C) e l'altro per la spirale di reazione (Temp: 100 °C), una pompa per ninidrina mod. Heldex (flusso 0.2 μ l/min), un detector nel visibile a lunghezza d'onda variabile con letture a 570 nm e 500 nm in contemporanea, un programmatore di gradiente ed un integratore MOD 740 (Lunelli, 1993). Il campione veniva opportunamente diluito con tampone acetato pH 4.0. Il gradiente di eluizione si ottiene per miscelazione automatica di tamponi litio pH 2.2 e pH 10.2.

Determinazione degli amminoacidi tramite Analizzatore Automatico.

È stata usata per i mosti ed i relativi vini da uve micro e macrovinificate.

I campioni di mosto e di vino sono stati opportunamente diluiti con tampone litio citrato 0.2 N, pH 2.2, e filtrati su membrana di acetato di cellulosa con porosità di 2.2 μ m.

100 μ l di questa soluzione

sono stati introdotti in analizzatore automatico a scambio ionico Carlo Erba 3A30 con derivatizzazione post-colonna a ninidrina e lettura colorimetrica a 570 e 440 nm.

La separazione degli amminoacidi viene condotta con una colonna lunga 12 cm, avente un diametro interno di 4.6 mm e contenente particelle sferiche di 5 μ m di diametro (Lunelli, 1993).

L'acquisizione dei dati e successiva elaborazione viene condotta mediante computer PC-AT IBM equipaggiato con software Baseline 810 Waters.

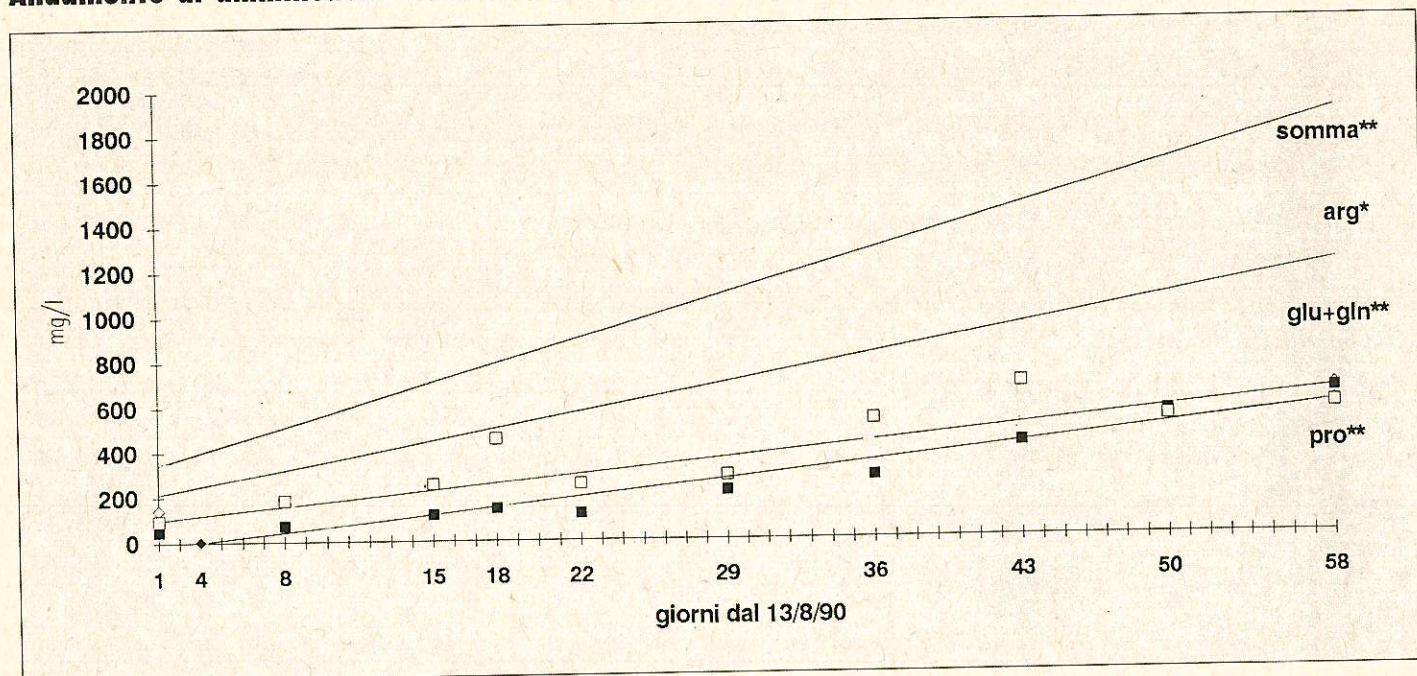
Analisi gascromatografica degli alcoli superiori, metanolo, acetaldeide ed acetato di etile nei vini in colonna impaccata.

È effettuata secondo il metodo di Gabri e Salvagiotto (1980) su vini preventivamente distillati 2:1, v/v a pH 7.

Estrazione ed analisi dei composti volatili dei vini.

300 ml di vino sono aggiunti di 0.6 ml di soluzione di standard interno 1-eptanolo in concentrazione di 230

Fig. 4
Andamento di amminoacidi nelle uve in maturazione (Pinot Nero, loc. Novaline, 1990)



glu+gln = somma acido glutammico + glutammina; arg = arginina

mg/l, chiarificati con 10 ml di soluzione di bentonite al 10 %, v/v, e 0.6 ml di soluzione idroalcolica al 10 % di gelatina all'1%, v/v, quindi centrifugati, dopo circa 2 ore a 4 °C, a 5000 giri/ min. per 5 min..

Prendendo come base il metodo estrattivo di Drawert e Rapp (1968), il surnatante limpido viene posto ad estrarre in continuo per 10 ore in apparecchio di Piorr con ca. 85 ml di pentano-diclorometano, 2:1 v/v. L'estratto, qualora fosse debordata una piccola quantità di liquido, viene eventualmente anidrificato con sodio solfato, quindi concentrato a ca. 1 ml per distillazione a 40 °C con colonna di Vigreux.

1 µl di tale soluzione viene iniettata nelle colonne capillari, in condizioni gascromatografiche opportune (tesi Lunelli, 1984).

Valutazioni statistiche.

L'analisi statistica è stata effettuata presso il Centro di Calcolo dell'Istituto Agrario di S. Michele a/A utilizzando il pacchetto statistico SAS/STAT; l'analisi di varianza (ANOVA) è stata eseguita utilizzando la procedura GLM.

Risultati del lavoro

Andamento evolutivo dei comuni parametri di controllo del processo di maturazione delle uve.

Per riferimenti alle evoluzioni del contenuto zuccherino, dell'acidità totale, del pH, del tenore in acidi, nel periodo considerato ed approssimabili a delle rette si rimanda alla tesi. Si vuole evidenziare in questa sede soltanto che:

– il livello zuccherino è sempre maggiore nella zona di Novaline rispetto sia a quella a quota maggiore di Pianizza che a quella in fondovalle a Mezzocorona, pur essendo il coefficiente angolare della retta inferiore agli altri due. Si rileva inoltre che l'uva Chardonnay del vigneto in Mezzocorona presenta un più elevato tenore acidico con una maggiore salificazione mentre per il Pinot Nero, seguito solo nell'azienda di Novaline, non esistono termini di confronto interclonale ed interzonale; si osserva soltanto, nello stesso vigneto, un minor accumulo zuccherino ed un valore di pH più alto rispetto ai cloni di Chardonnay.

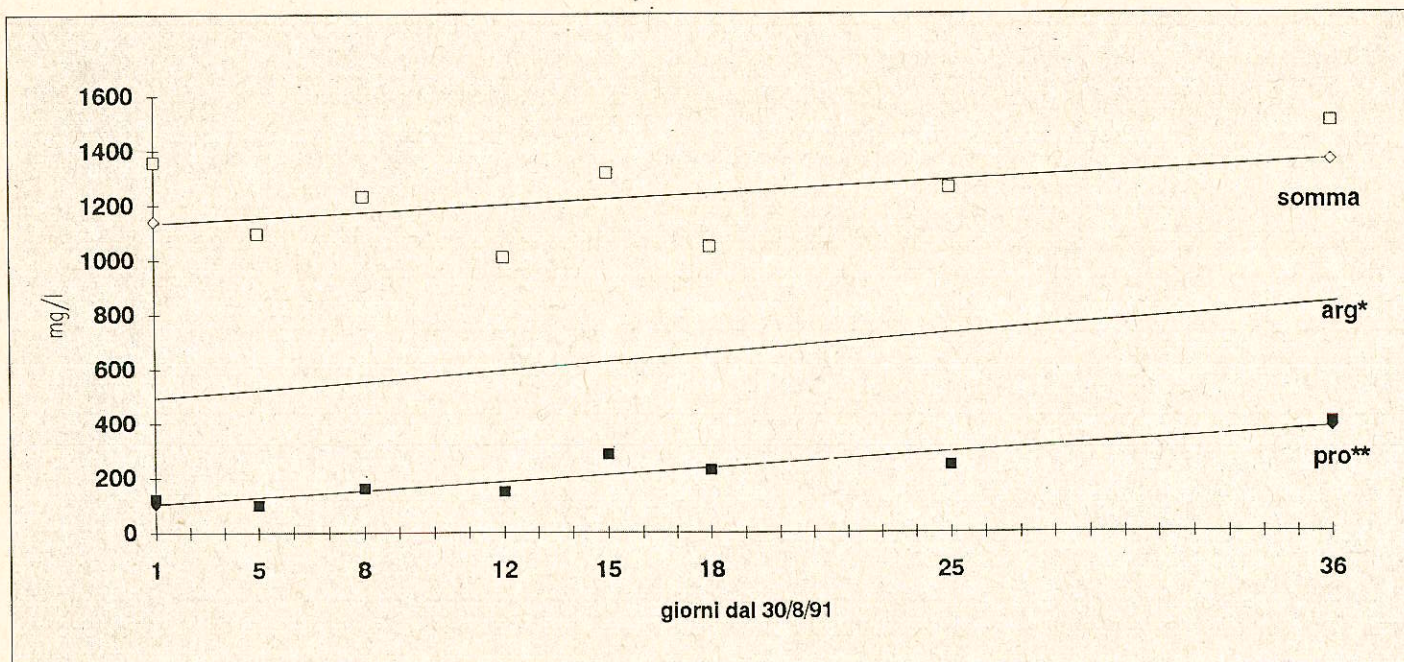
Andamento evolutivo della componente amminoacidica in maturazione e osservazioni sullo Chardonnay.

Nel vigneto di Novaline, il primo campionamento delle uve avvenne nel 1990 in corrispondenza di ca. metà e nel 1991 di ca. i 3/5 dell'accumulo zuccherino finale. Per gli altri vigneti seguiti nel 1991, la data di inizio è coincisa invece con circa metà accumulo.

Per tutti i vigneti e per le due annate si è osservato che il tenore in amminoacidi totali meno la prolina (A.A.tot.-prol.) rimane circa costante, sia in funzione del tempo che del contenuto zuccherino, durante tutto il periodo considerato: tale andamento risulta significativo al 95% solo in due casi (Novaline e Mezzocorona 91), mentre per gli altri è a livello di tendenza.

La prolina, l'amminoacido di gran lunga più abbondante in questa varietà alla maturazione, mostra per entrambe le annate un incremento lineare altamente significativo rispetto alle due variabili considerate, tempo e grado zuccherino. La pendenza della retta ed il valore di intercetta con l'asse delle Y, è simile per i due cloni (123 SMA - 130

Fig. 5
Andamento di amminoacidi nelle uve in maturazione (Pinot Nero, loc. Novaline, 1991)



SMA) seguiti nel 1991, ma dipendente dal vigneto (Tab. 1). La pendenza citata tende ad essere maggiore nel caso di maggior tenore di prolina all'ultimo campionamento. Si può inoltre osservare come tale contenuto finale vari in funzione della quota del vigneto e del valore del parametro A.A. tot. - prolina (esempi in Figg. 1-2-3).

Le variazioni degli amminoacidi

Altri amminoacidi di rilievo nello Chardonnay, seppur secondari rispetto alla prolina, come l'acido glutammico, la glutammina, l'alanina e l'arginina, mostrano incrementi o decrementi in maturazione contenuti entro il 10-15% di quelli della prolina. Per la glutammina detta tendenza alla diminuzione è significativa al 95% in due vigneti su tre e solo per il 1991, mentre per l'acido glutammico si realizza un aumento con una significatività superiore al 90% solo nel 1991: questi due amminoacidi sono d'altronde connessi a livello biosintetico.

Si è verificato, inoltre, che in un vigneto (Novaline) il tenore di A.A. totali - prolina dal 1990 al 1991 è circa tripli-

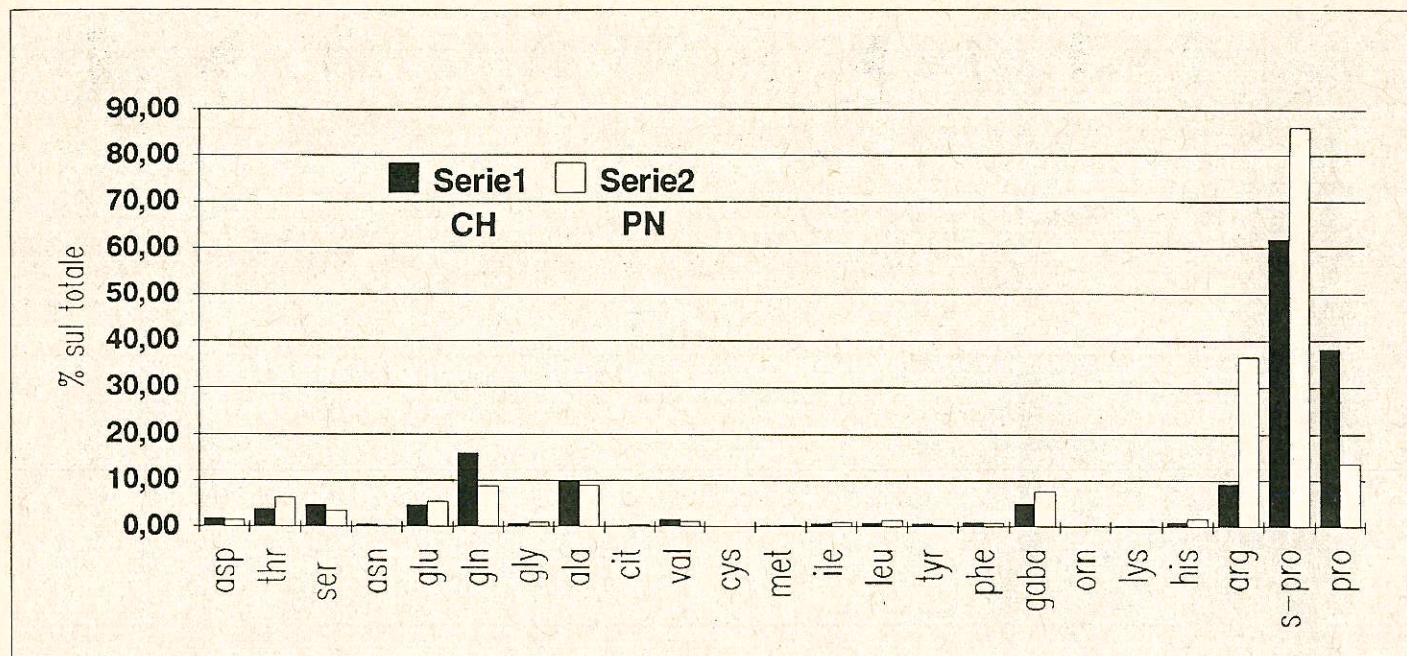
cato, mentre il livello di prolina alla vendemmia è incrementato soltanto di ca. il 20%. Rileviamo anche che il livello di arginina è aumentato nel 1991 di ca. 7 volte. I valori dell'acido glutammico, della treonina e dell'alanina sono invece approssimativamente raddoppiati.

Le constatazioni biennali circa la tendenza evolutiva del parametro A.A. totali - prolina fanno prospettare per questa varietà l'utilità di un'unica determinazione analitica di tale parametro da effettuarsi nel corso della seconda fase della maturazione. Questo accertamento potrebbe essere sufficiente per la conoscenza del contenuto alla maturazione ed importante ai fini tecnologici in quanto indice dell'azoto assimilabile da parte dei lieviti: nel caso dello Chardonnay, infatti, la prolina non viene praticamente interessata dal processo fermentativo come si dimostrerà in seguito.

Anche in bibliografia vengono messi in evidenza determinati aspetti e modalità di comportamento degli amminoacidi, in parte confermati in questo lavoro. Ricordiamo che in diverse ricerche si è indagata la variazione di contenuto di singoli amminoacidi nel corso della maturazione

delle uve. Ci si è riferiti a varietà tipiche di aree viticole caratterizzate da condizioni pedoclimatiche ed agronomiche diverse dalle nostre, condizioni, queste, già note come in grado di influenzare marcatamente in termini relativi ed assoluti il contenuto dei singoli amminoacidi (Flanzy e Poux, 1965; Schrader *et al.*, 1976; Rapp e Reuther, 1971; Rapp, 1976; Ough *et al.*, 1980, 1981). In generale, sia da quanto riportato da Rapp (1971) per il Riesling nel Palatinato, che da Millary *et al.* (1986) per lo Chardonnay in Champagne, si nota un incremento generalizzato dei singoli amminoacidi, più accentuato per alcuni quali la prolina, l'alanina, l'acido γ -amminobutirrico, la treonina, molto limitato per altri, quali l'acido aspartico, l'asparagina e l'istidina. Per alcuni di essi sembra inoltre emergere una diversa accentuazione del fenomeno durante la maturazione, fatto che non impedisce il riscontro di un andamento lineare all'interno di un certo periodo. Sulla base di frequenti campionamenti detta linearità in funzione del tempo è stata recentemente dimostrata sussistere da Bath *et al.* (1991) per l'arginina in uno studio sulle varietà Sauvignon

Fig. 6
Profilo medio percentuale degli amminoacidi nei mosti di Chardonnay e Pinot Nero



blanc, Semillon e Turrango in Australia.

Pinot nero e Chardonnay

Osservazioni sul Pinot Nero e raffronti con lo Chardonnay.

La prolina risulta, anche per questa varietà, un amminoacido ad incremento lineare altamente significativo ($P > 99\%$) sia in funzione del tempo che del contenuto zuccherino, ma i suoi valori sono nettamente inferiori a quelli riscontrati nello Chardonnay.

L'arginina tende, seppur con diverso tenore iniziale a seconda dell'annata, ad incrementare linearmente ($P > 90\%$) per arrivare a valori finali assai prossimi tra loro.

Differenza di segno nella correlazione lineare per la glutammina, o di intensità di incremento per l'acido glutammico, si rilevano nel confronto fra annate in analogia a quanto emerso per lo Chardonnay.

Al contrario dello Chardonnay, l'annata 1990 è stata caratterizzata da un livello complessivo di amminoacidi alla maturazione superiore di ca. un terzo a quello del 1991.

Infine è opportuno notare

che nel mosto di Pinot Nero si riscontra un contenuto nettamente maggiore di metionina rispetto allo Chardonnay.

Infatti per quest'ultimo si sono valutate quantità sempre inferiori a 2 mg/l, prossime o al di sotto del limite di rilevanza, in raffronto al Pinot Nero con ca. 5 mg/l nel 1991 e ca. 30 mg/l nel 1990.

La somma A.A. totali - prolina aumenta nel tempo, in entrambe le annate, anche se con pendenza nettamente diversa a parità di incremento zuccherino nella bacca. Non è possibile per questa varietà proporre quindi, come si è fatto per lo Chardonnay, un solo controllo di detto parametro in maturazione per avere un'indicazione dell'azoto assimilabile nel mosto (Figg. 4-5).

Si rileva, in accordo a precedenti lavori (Millary *et al.*, 1986), l'importante contributo nel profilo amminoacidico, oltre alle già citate arginina e prolina, dell'acido glutammico, della glutammina, della treonina, dell'alanina, della leucina, della isoleucina e dell'acido γ -amminobutirrico.

Interessanti conclusioni circa il confronto di profilo fra le due varietà si conseguono con la valutazione media in % dei singoli amminoacidi.

In Figg. 6-6a si può notare come esse si distinguono solo per il diverso livello percentuale in arginina e prolina.

Mentre lo Chardonnay si conferma appartenere al gruppo delle varietà con basso contenuto di arginina, ma alto di prolina nel frutto a maturazione, il Pinot Nero mostra caratteristiche opposte, così come osservato da Kliewer (1969 e 1970), che ha proposto di distinguere le varietà di *Vitis vinifera*, per l'appunto, a seconda della dominanza di uno dei due amminoacidi.

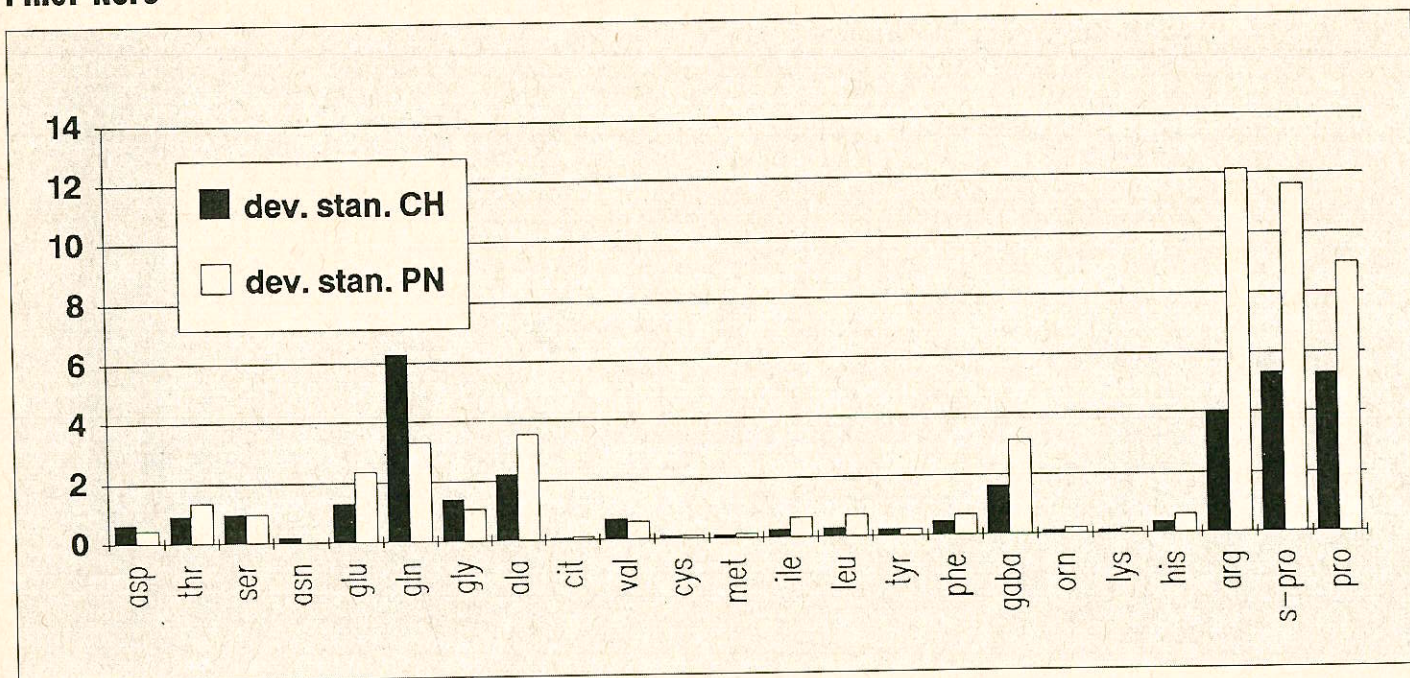
Le correlazioni degli amminoacidi

Considerazioni, a livello di mosti, su possibili correlazioni fra singoli amminoacidi ed elementi di discriminazione fra produzioni in micro ed in macro quantità.

In un precedente lavoro sullo Chardonnay (Versini *et al.*, 1989 a) si sono osservate interessanti correlazioni lineari altamente significative fra singoli amminoacidi, non necessariamente legati fra loro da similarità nei meccanismi biosintetici.

Di tali constatazioni la maggior parte sono confermate anche in questa ricerca pur

Fig. 6a
Deviazioni standard del profilo medio percentuale degli amminoacidi nei mosti di Chardonnay e Pinot Nero



su un numero più limitato di campioni corrispondenti ai mosti delle vinificazioni in micro e macro quantità di Chardonnay.

Si evidenziano in particolare quelle inerenti la prolina, significativamente correlata ($P > 99\%$) con il tenore totale in amminoacidi (0.87), sottraendo la prolina stessa (0.74), con l'acido glutammico (0.77) e con la glutammina (0.70) nonché con l'alanina (0.69) e la tirosina (0.74).

Possiamo osservare che la pendenza qui determinata nella relazione fra prolina e contenuto in amminoacidi totali è prossima a quella rilevata nella precedente ricerca già citata relativa a mosti del Trentino di tre annate.

I tenori totali medi in amminoacidi relativi alle due serie di partite qui considerate, simili fra loro, sono tuttavia inferiori a quelli registrati per quelle microvinificate nelle annate 1986, 1987 e 1988 (Seeber *et al.*, 1991).

Si conferma la correlazione positiva fra i due composti idrossilati treonina e serina (0.85), fra gli amminoacidi con gruppo imidazolico e guanidico istidina ed arginina (0.90), fra quelli a catena alifatica e soprattutto fra gli iso-

meri leucina ed isoleucina (0.95), fra metionina ed isoleucina (0.79) e fra il livello in A.A. totali-prolina e l'arginina (0.84).

I due raggruppamenti, costituiti dalle partite micro e macrovinificate, si distinguono fra loro (test di Duncan, Tab. 2) per i contenuti in acido aspartico, glicina, cisteina, acido - aminobutirrico e lisina.

Non risulta differenziante, quindi, né il livello totale, né quello della prolina.

Tali risultati sono di difficile commento e l'ipotesi di una possibile influenza della tecnologia di pressatura dovrebbe essere suffragata da un'adeguata sperimentazione.

Confronto vini/mosti

Contenuto amminoacidico nei vini e confronti con i rispettivi mosti.

In Tab. 3 si riportano, per un paragone fra le annate a pari vigneto d'origine dell'uva e, in generale, per un primo confronto fra i due vitigni qui considerati con uve elaborate con stesse tecnologie e fermentate con stesso ceppo di lievito, i valori degli ammi-

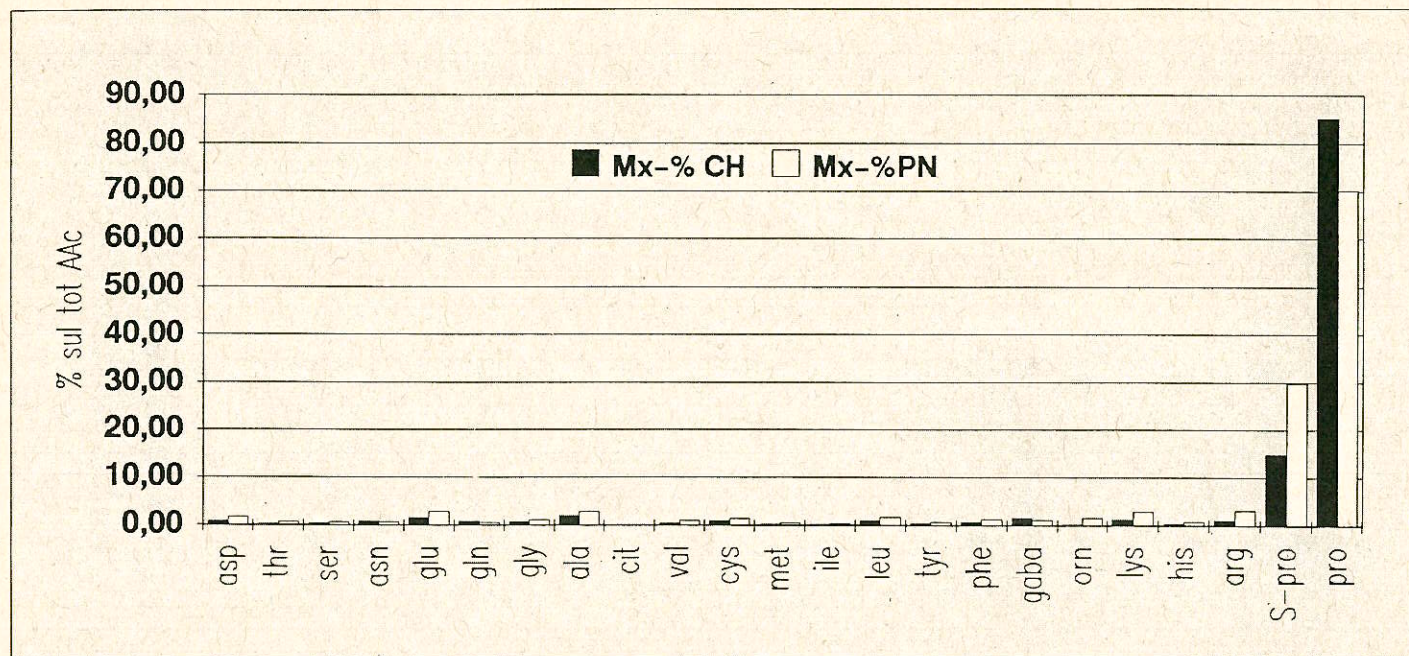
noacidi nei vini in rapporto con quelli dei rispettivi mosti.

— Si conferma in tutti i casi la già ampiamente nota forte diminuzione di amminoacidi nel passaggio da mosto a vino, soprattutto non considerando in bilancio la prolina, con un calo fino a valori compresi fra il 6 e il 24% di quelli iniziali.

Nel confronto relativo alle produzioni del vigneto Novoline, si osserva tuttavia che a fronte di un incremento nel mosto di circa 2 volte, per il Pinot Nero, e di circa 3 volte, per lo Chardonnay, del livello di amminoacidi totali, esclusa la prolina, nel confronto delle annate 1990 e 1991, si ha una diminuzione dell'entità percentuale dello stesso parametro riscontrato nel vino in rapporto a quello del mosto fino circa al 20% nel 1990 e circa al 6% nel 1991, annata in cui si è avuto un maggior consumo complessivo di amminoacidi.

— A prescindere dal tenore complessivo di amminoacidi nel mosto, il valore della prolina dosato nel corrispondente vino è o sostanzialmente invariato o in leggera diminuzione per lo Chardonnay (Seeber *et al.*, 1991), mentre è nettamente incrementante,

Fig. 7
Profilo medio percentuale degli amminoacidi in vini Chardonnay e Pinot Nero



raddoppiando e fin'anche quadruplicando nel Pinot Nero, confermandosi l'amminoacido più abbondante nel vino, ma anche il meno metabolizzabile in varietà sufficientemente dotate in partenza di amminoacidi (Di Stefano, 1979; Margheri *et al.* 1986; Bisson, 1991).

– Evidenziamo anche che fra gli amminoacidi più rilevanti nei mosti, e particolarmente per il Pinot Nero, l'arginina mostra una marcata diminuzione in fermentazione, ciò non in seguito a processi batterici come nella degradazione malolattica (Kuensch *et al.*, 1974), che si cerca di evitare nella preparazione dei vini base spumante.

Un chiarimento in merito alle diverse variazioni fra mosti e vini delle due varietà studiate – e che può essere esteso e giustificare precedenti osservazioni di letteratura – ci viene fornito dalle indicazioni sul catabolismo dell'arginina per opera dei lieviti generante la prolina (Bisson, 1991) che quindi spiega, nel caso del Pinot Nero, la forte diminuzione del tenore in arginina con un marcato incremento di quello della prolina.

– Si evince inoltre che per i vini Chardonnay del Trentino il contenuto in amminoacidi

totali meno la prolina varia approssimativamente da 50 a 200 mg/l e che gli amminoacidi più rilevanti sono, in ordine tendenzialmente decrescente ed escludendo la prolina, l'alanina, l'acido γ -amminobutirrico, l'acido glutammico, la glutammina, la cistina, l'arginina, l'acido aspartico, la leucina e la lisina.

Una conferma di tali osservazioni viene da confronti pluriennali relativi ad analoghe vinificazioni effettuate nella stessa cantina sperimentale, riportati da Seeber *et al.* (1991).

Differenziazione varietale

Gli stessi amminoacidi rimangono indicativamente i più abbondanti anche nei vini da Pinot Nero anche se con maggior rilievo per l'arginina che è in tal caso la più rimarchevole, anche se di gran lunga dopo la prolina.

Dall'istogramma in Figg. 7-7a, le due varietà sono a prima vista praticamente non discriminabili a livello di profilo amminoacidico percentuale. Applicando tuttavia un'analisi multivariata (Analisi delle Componenti Principali o PCA) ai dati sia relativi ai

mosti che ai vini e per un gruppo ristretto di amminoacidi, si ha una separazione significativa fra le categorie sia a livello di mosti che di vini (Fig. 8).

– Nei confronti fra vini, le prove micro e macrovinificate non sono discriminate né dal livello complessivo degli amminoacidi, né dalla prolina.

– Alcune possibilità discriminatorie al loro interno possono trovare tuttavia ragione nel fatto che fra le prove macrovinificate dominano (6 su 8) quelle ottenute con aggiunta di tiamina.

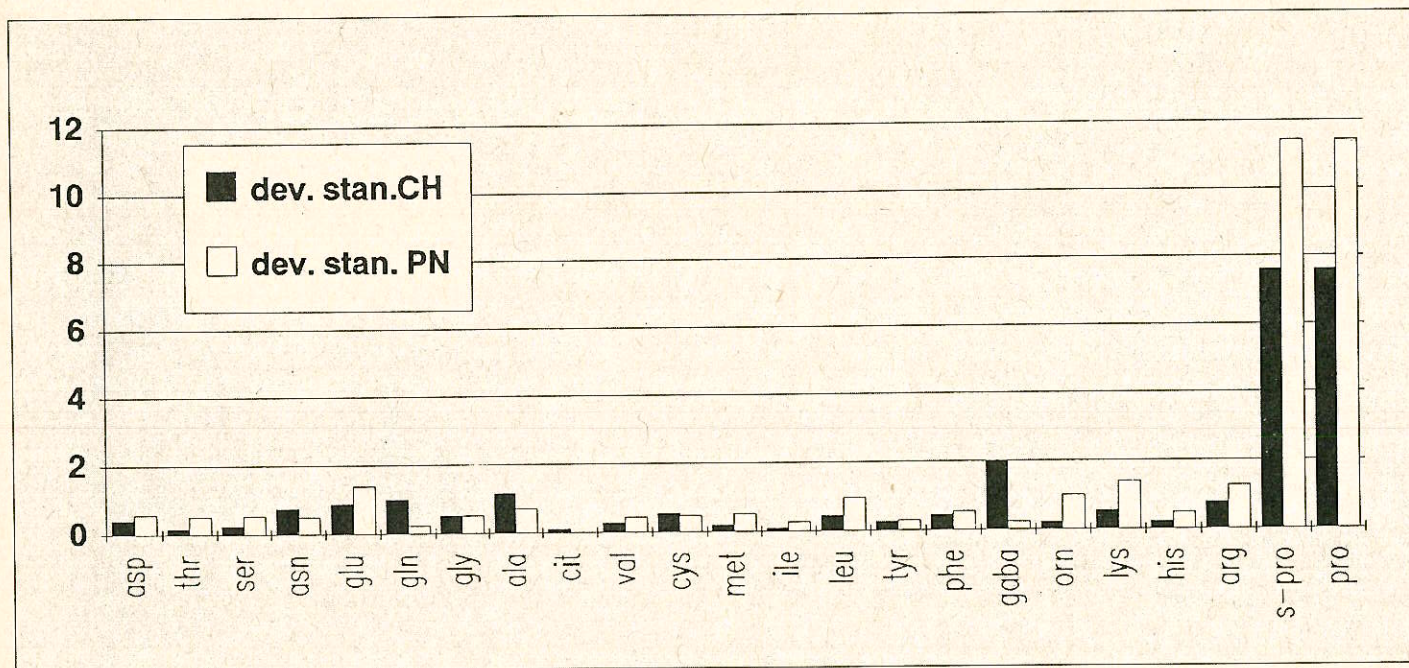
Se consideriamo quindi la discriminazione in funzione di tale intervento, osserviamo differenze altamente significative per la maggioranza degli amminoacidi (Tab. 2), in particolare per quelli più rilevanti, che si ripercuote sulla discriminazione fra somma amminoacidi - prolina.

Gli amminoacidi presenti in quantità percentuale maggiore sono l'acido aspartico, la glutammina, l'alanina, l'acido γ -amminobutirrico e l'arginina.

– Anche per i vini così come per i mosti emergono delle correlazioni lineari altamente significative fra singoli amminoacidi.

Le concentrazioni osserva-

Fig. 7a
Deviazione standard del profilo medio percentuale degli amminoacidi nei vini Chardonnay e Pinot Nero



te nel fermentato sono difficili da essere razionalizzate, ma dovrebbero essere determinate dalla facilità di assorbimento degli amminoacidi da parte del lievito, comportamento simile per la maggior parte degli amminoacidi, nonché dalla escrezione finale del lievito dopo l'elaborazione catabolica cellulare (Bisson, 1991), eventi questi che non sembrano risentire particolarmente del quadro distributivo iniziale, ma talora della composizione complessiva del substrato (vedi le differenze distributive percentuali fra prolina e, quindi, anche del resto degli amminoacidi).

Diverse relazioni riscontrate a livello di mosti, ad esempio quella fra amminoacidi idrossilati come la treonina e la serina, non si confermano a livello di vini e viceversa.

– Nonostante il forte consumo di amminoacidi nella prima fermentazione, l'azoto amminoacidico residuo, decisamente più rilevante nel caso di impiego di tiamina in vinificazione, può tuttavia essere sufficiente per un processo rifermentativo, in cui, ricordiamo, l'assorbimento da parte del lievito è fortemente limitato dalla presenza dell'alcool (Bisson, 1991) e, nel caso

della spumantizzazione, dalla stessa pressione.

Spunti che avvalorano quanto pocanzi esposto si possono trovare anche in altri lavori sperimentali. Citiamo per tutti quello di Cantagrel *et al.* (1982) e Usseglio-Tomasset e Bosia (1990) ove si mette in risalto che la variazione del contenuto di prolina in fermentazione è legata alla varietà nonché alle caratteristiche conferite dall'annata al substrato. Questo vale soprattutto quando è tipico della varietà originare tenori di sostanze azotate superiori indicativamente a 700 mg/l (Di Stefano, 1979); qualora si avesse a che fare con livelli sensibilmente inferiori, come per alcune varietà tipiche della zona viticola francese mediterranea, gli stessi autori francesi hanno osservato un forte consumo della prolina.

La frazione volatile

Considerazioni sulla frazione volatile, eminentemente fermentativa, dei vini.

Un certo numero di composti volatili fra i quantitativamente più rilevanti rispetto al quadro complessivo sono

stati oggetto:

– di uno studio di differenziazione fra produzioni in micro e macro quantità ed in funzione di particolari varianti tecnologiche.

– dell'analisi di varianza per la discriminazione fra le due tesi e di correlazione fra i contenuti di singoli composti volatili.

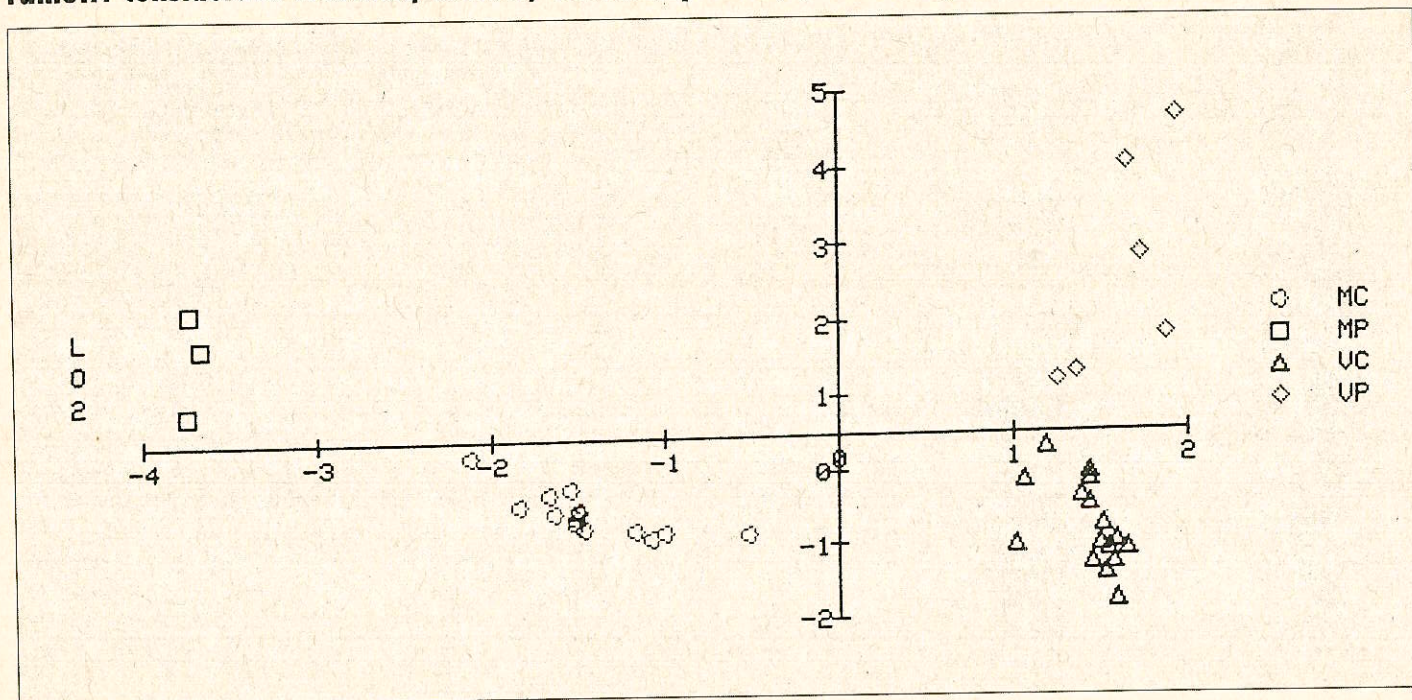
Dai dati si evince che:

– la discriminazione fra partite si attua maggiormente sulla base dell'impiego o meno in fermentazione di tiamina piuttosto che per la differenza quantitativa delle masse fermentate (Tab. 4).

In particolare risultano discriminanti gli alcoli isobutilico ed i due isoamilici, ma non il propilico, così come l'alcool β -feniletilico ed il trans 3-esenolo, tutti nettamente diminuiti con l'aggiunta di tiamina al pari dell'acetato di etile, mentre è incrementato il capronato di etile.

– Sensibili modifiche del livello medio di altri alcoli, quali, ad esempio, il 3-metilpropanolo, dall'odore di patata lessata, ed il 3-etossipropanolo, soggetto ad analoga variazione per probabile comune via biosintetica, non risultano altrettanto discriminanti.

Fig. 8
Mosti (M) e vini base (V) di Chardonnay (C) e Pinot Nero (P). Analisi delle componenti principali; pa-
rametri considerati: treonina, leucina, ornitina, prolina, prolina-arginina



– Si conferma anche la non rilevanza dell'aggiunta di tiamina al mosto sul livello finale di acetaldeide (Wurdig, 1981).

– L'analisi di varianza conferma una correlazione altamente significativa e positiva fra gli alcoli isobutilici rispetto agli isoamilici e, meno significativa con il 3-metilpropanolo (0.66) e l'esano (0.6), ma negativa con il capronato di etile (-0.88). L'alcool β -feniletilico è positivamente correlato, oltre che con il suo acetato (0.58), anche con gli alcoli isoamilici.

– La correlazione positiva fra propanolo ed acetato di etile può trovare giustificazione in una loro comune tendenza all'incremento con quello del contenuto totale in amminoacidi del mosto, inversamente a quanto osservato per gli alcoli sopracitati, ad eccezione dell'isobutilico (Rapp e Versini, 1991). In relazione alle variazioni emerse nel quadro compositivo per l'aggiunta di tiamina in fermentazione si può rimarcare che questi risultati confermano esiti precedentemente conseguiti (Versini *et al.*, 1982, Margheri *et al.*, 1986, Rapp e Versini, 1991) ove si è osservato che tramite

l'aggiunta di tiamina si consegue un equilibrio fra i vari processi catabolici degli amminoacidi e degli zuccheri tale da far pervenire ad un quadro sostanzialmente omogeneo fra gli alcoli superiori, in decremento per alcuni, ed in incremento per altri, rispetto al substrato non aggiunto, indipendentemente dal ceppo di lievito impiegato. Aumenta solitamente anche l'acetato di isoamile, l'estere più interessante per il contributo alla nota fruttata, tuttavia in questo studio l'incremento viene mascherato dal quasi dimezzamento degli alcoli isoamilici, uno dei partners nella sintesi.

Risulta importante per l'intensità e le sfumature della nota fruttata la variazione in incremento del capronato di etile, estere fra quelli a minor soglia olfattiva con circa 0.2 mg/l (Meilgaard, 1975) ed a concentrazione sostanzialmente stabile nell'invecchiamento (Marais e Pool, 1980).

Riassunto

In questo lavoro ci si è prefissati una disamina, seppur parziale, del ruolo che fattori

varietali-pedoclimatici e tecnologici, in parte già oggetto di precedenti ricerche, possono assumere nel contribuire a determinare alcune caratteristiche compositive e quindi olfattive peculiari innanzitutto nei vini base-spumante prodotti dalle varietà Chardonnay e Pinot Nero in un'area, il Trentino, ritenuta altamente vocata.

Per quanto concerne l'influenza di fattori varietali e zionali si sono confermate precedenti osservazioni, sul tipo di andamento in maturazione degli usuali parametri valutativi delle uve a fini enologici (zuccheri, pH, acidità totale, malica), opportunamente integrate, per le due varietà, con altre relative all'intensità di accumulo e di livello finale.

Accanto alla verifica della costanza di profilo amminoacidico percentuale all'interno della varietà e della diversità di contenuto complessivo in funzione dell'annata e della zona in vigneti a medesima forma di allevamento, si è accertato un contenuto sensibilmente maggiore di amminoacidi nel mosto da quote più basse. Nello Chardonnay il livello degli amminoacidi totali meno la prolina si mantiene

sempre costante, almeno nel secondo periodo di maturazione da noi seguito, mentre la prolina incrementa linearmente con l'epoca di raccolta degli zuccheri. Da questa osservazione si fa strada la possibilità di dosare in prossimità della maturazione, in cantina e con metodi agevoli, detto contenuto, che sembra essere quello più influenzato dall'annata per acquisire il livello di amminoacidi metabolizzabili in fermentazione, visto che la prolina nel caso di detta varietà tende a rimanere inalterata nel passaggio mosto-vino. Tali osservazioni non valgono per il Pinot Nero, varietà non a dominanza di prolina, ma di arginina.

Se la miglior fermentescibilità di un mosto, una minor formazione di composti solforati, una minor produzione di alcoli superiori ed una maggiore dei relativi acetati dalla nota fruttata, sono indubbiamente legati al tenore in azoto amminoacidico metabolizzabile dai lieviti, altri fattori di tipo tecnologico si rivelano importanti nell'influenzare l'entità dell'assorbimento stesso ed il livello di alcuni importanti metaboliti. Non è tuttavia l'entità della massa da fermentare da lavorazioni in micro e macro quantità, ove pur vi sono differenze in tenore di qualche amminoacido, quanto l'aggiunta di tiamina in fermentazione a determinare diversità statisticamente significative nell'ambito dei composti volatili citati e degli esteri etilici, nonché nel consumo degli amminoacidi stessi, indipendentemente dal livello iniziale.

Il tenore finale nel vino di amminoacidi totali meno la prolina si colloca in ogni caso su livelli utili per la rifermentazione e, diversamente da quanto osservato per i mosti, con profilo percentuale strettamente simile fra le due cultivar seppur ancora differenziate fra di loro.

Il livello di alcuni composti fermentativi, anche se notoriamente connessi alla qualità del vino, non è specificatamente legato alla varietà, ma piuttosto a diversi interventi tecnologici.

Summary

The aim of this work is to improve the knowledge of the effect of some factors on components possible involved in the quality level of base wines for spumante production.

Variables like the variety, the location of the vineyards, the vintage-year and the grape ripening process have been investigated and possibly related for the evolution and final level in musts of some more usual parameters (°Brix, acidity, pH, malic acid) as well as of the amino acids and free and bound varietal aroma content.

In this note, referred to the most important varieties for the production of spumante in Trentino - the Chardonnay and Pinot Noir - we emphasized, above all, the effect of the mentioned variables on the amino acids profile and level, in order also to show possible previsual practical consideration, as found in the case of Chardonnay. The variation of the amino acid content due to the fermentation and to some variants in the winemaking process (small and large scale vinification and thiamine addition), is investigated and the variant effect on the main fermentative volatile compounds evaluated.

As for the vineyard considered, amino acid level seem to be inversely related to the altitude and significantly influenced by the vintage-year. For both the varieties, proline - as well as the most amino acids only in Pinot Noir - increases markedly and almost linearly with the time and the sugar level during the second part of the grape ripening time considered. In the same time, the residual amino acid content remains constant in Chardonnay. In the fermentation, it is worth mentioning the marked increase of proline in Pinot Noir musts, justified by the corresponding decrease of arginine, so that the final amino acid profiles of both Pinot Noir and Chardonnay wines are very similar. The winemaking with similar soft grape-pressing on very different grape quantity performed in

experimental cellar and in wineries, respectively, do not seem to affect the amino acid level both in musts and wines as well as the main fermentation volatile content. Previous results concerning relationships between volatile compounds, some of them proved to be influenced by the total amino acid level in must - have been confirmed in their trend. Highly significant and remarkable variations principally of higher alcohols and acetates content, were connected to thiamine addition to the musts. In this case, also a significant lower consumption of amino acids in fermentation was observed. This fact is of interest for obtaining base wines for spumante production containing increased nutrients for refermenting yeasts.

Ringraziamenti.

Si ringraziano per la fattiva collaborazione alla realizzazione di questo lavoro le seguenti persone:

- il dott. Stefani dell'Ufficio Analisi mosti e vini del Laboratorio di Analisi dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige;

- la direzione tecnica delle Cantine Spumante Ferrari di Trento;

- la Cantina di Microvinificazione dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige con il suo responsabile il dott. G. Nicolini;

- la Cantina Sociale di Santa Maria della Versa in Oltrepò Pavese nella persona del suo direttore enol. R. Ottina;

- lo Spumantificio Cesarini Sforza di Trento;

- la Cantina dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige.

Bibliografia

Albagnac G., 1975. Ann. Technol. Agric., 24, 133-141.

Bath G. I., Bell C. J., Lloyd H. L., 1991. Atti "International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine", 18-19 June, Seattle, Washington, J. M. Rantz ed., Am. Soc. Enol. Vitic., Davis, CA, 202-205.

Bell A. A., Ough C. S., Kliewer W. M., 1979. Am. J. Enol. Vitic., 30/2, 124-129.

- Bertamini M., Mescalchin M., Ferrari P., Stefani R., 1989. Atti del Convegno "Il Teroldego Rotaliano", San Michele all'Adige, 1-2 Settembre 1989, 47-58.
- Bidan P., 1975. Bull. O.I.V., 48, 842-867.
- Bisson L. F., 1991. Atti "International Symposium on Nitrogen Grapes and Wine", 18-19 June, Seattle, Washington, J. M. Rantz ed., Am. Soc. Enol. Vitic., Davis, CA, 78-89.
- Cantagrel R., Symonds P., Carles J., Lablanque O., Protch C., 1982. Sci. Aliments, 2, Special issue, 109-142.
- De Rosa T., 1979. Tecnologia dei vini spumanti. Ed. AEB. Brescia.
- Di Stefano R., 1979. Riv. Vit. Enol., XXXII/1, 112-120.
- Drawert F., Rapp A., 1968. Chromatographia, 1, 446-457.
- Dubois P., Dekimpe J., Rigaud J., 1976. Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm., 9/6, 366-368.
- Falcetti M., Campostrini F., Stefani R., Stefanini M., 1989. Atti del convegno - IV Mostra Naz. dello Spumante Classico Trento, 10-14/5/89, 17-26; suppl. Boll. ISMA, 34-44.
- Falcetti M., Scienza A., 1991. J. Int. Sci. Vigne Vin, 24/1, 13-24.
- Ferrari M., 1992. Tesi di laurea, Facoltà di Agraria, Milano.
- Feuillat M., 1980. Rev. Franc. Oenol., 79, 35-46.
- Flanzy D., Poux C., 1965. Ann. Technol. Agr. ic., 14, 87-104.
- Fregoni M., 1980. Atti Acc. Ital. Vite e Vino, XXXII, 341-351.
- Fregoni M., 1983. Vigne vini, X/5, 11-14.
- Gabri G., Salvagiotto R., 1980. Vini d'Italia, XXII, 37-48.
- Gunata Y. Z., 1984. Docteur Ingenieur Thèse, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- König P., Dietrich H., 1991. Wein-Wissenschaft, 46, 85-92.
- Kuensch U., Temperli A., Mayer K., 1974. Am. J. Enol. Vitic., 25, 191-193.
- Leroy M. J., Charpentier M., Duteurtre B., Feuillat M., Charpentier C., 1990. Am. J. Enol. Vitic., 41/1, 21-28.
- Loyaux D., Roger S., Adda J., 1981. J. Food Sci. Agr., 32, 1254-1258.
- Marais J., Pool H.J., 1980. Vitis, 19, 151-164.
- Margheri G., Gianotti L., Mattarei C., Pellegrini R., 1982. Vigne vini, IX/11, 19-30.
- Margheri G., Zambonelli C., Gianotti L., Mattarei C., Pellegrini R., 1983. L'Enotecnico, XIX/5, 317-322.
- Margheri G., Versini G., Gianotti L., 1984-a. Vini d'Italia, XXVI/1, 51-59.
- Margheri G., Gianotti L., Pellegrini R., Mattarei C., 1984-b. Vini d'Italia, XXVI/4, 21-26.
- Margheri G., Gianotti L., Pellegrini R., Mattarei C., 1984-c. Vini d'Italia, XXVI/6, 57-63.
- Margheri G., Versini G., Dalla Serra A., Gianotti L., Pellegrini R., Mattarei C., 1984-d. Vigne vini, XI/5, 25-28.
- Margheri G., Gianotti L., Pellegrini R., Mattarei C., 1985. Vini d'Italia, XXVII/2, 37-44.
- Margheri G., Versini G., Pellegrini R., Tonon D., 1986. Vini d'Italia, XXVI/3, 71-80.
- Meilgaard M. C., 1974. In: Geruch- und Geschmacksstoffe, ed. Hans Carl, Nurnberg, 1975, 211-254.
- Merwe van der C. A., Wyk van C. J., 1981. Am. J. Enol. Vitic., 32/1, 41-46.
- Millary A., Duteurtre B., Boudaille J. P., Maujean A., 1986. Rev. Franc. Oenol., 103, 32-50.
- Molnar I., Oura E., Suomalainen H., 1981. Acta Alimentaria, 10, 27-36.
- Montedoro G., 1986. Ind. Bev., 4, 97-103.
- Ough C. S., Bell A. A., 1980. Am. J. Enol. Vitic., 31/2, 122-123.
- Ough C. S., Lee T. H., 1981. Am. J. Enol. Vitic., 32/2, 125-127.
- Piton F., Charpentier M., Troton D., 1988. Am. J. Enol. Vitic., 39/3, 221-226.
- Postel W., Ziegler L., 1991-b. Vitic. Enol. Sci., 46, 26-32.
- Rapp A., Reuther H., 1971. Vitis, 10, 51-58.
- Rapp A., 1976. Jahresbericht der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung, H20, cit. Chemie des Weines, Würdig G. e Woller R. eds., Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Rapp A., Versini G., 1991. Atti "International Symposium on Nitrogen Grapes and Wine", 18-19 June, Seattle, Washington, J. M. Rantz ed., Am. Soc. Enol. Vitic., Davis, CA, 156-164.
- Romano F.A., Versini G., Bertamini M., Dalla Serra A., Dell'Eva M., Falcetti M., Poletti V., 1987. Atti 1° Simposio Internazionale "Le sostanze aromatiche dell'uva e del vino. 25-27 giugno, S. Michele a/A, Manfrini, Calliano (TN), 1989, 427-440.
- Schrader U., Lempere E., Becker J., Bergner G., 1976. Wein-Wissensch., 31, 160-175.
- Seeber R., Sferlazzo G., Leardi R., Dalla Serra A., Versini G., 1991. J. Agric. Food Chem., 39/10, 1764-1769.
- Scienza A., Casassa M.T., Conca E., Boselli M., Dorotea M., Montesani G., Volpe B., Zamboni M., 1984. Vigne vini, XI/10, 33-38.
- Scienza A., 1989. Vigne vini, XVII/12, 29-37.
- Sinton T. H., Ough C. S., Kissler J. J., Kasimatis A. N., 1978. Am. J. Enol. Vitic., 29/4, 267-271.
- Stefani R., Tonon A., 1990. Atti 1° Congresso nazionale di chimica degli alimenti, Messina-Giardini Naxos, 9-13 ottobre, 327.
- Strauss C. R., Wilson B., Williams P. J., 1986-b. Proceed. 6th Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide, S.A., 14-17 July, T. Lee ed., Australian Industrial Publ., Adelaide, 1987, 117-120.
- Troton D., Charpentier M., Robillard B., Calvayrac R., Duteurtre B., 1989. Am. J. Enol. Vitic., 40/3, 175-182.
- Usseglio-Tomasset L., Bosia P. D., 1990. Bull. l' O.I.V., 707-708, 21-46.
- Valenti L., Brancadoro L., Mastronardo F., Failla O., Giongo A., Bogoni M., Scienza A., 1991. Vigne vini, XVIII/7-8, 63-69.
- Versini G., Margheri G., 1981. Ind. Bevande, 1982, 57/11, 101-109.
- Versini G., Margheri G., Zambonelli C., 1982. Mostra dei vini, Trento, 14/4/1982.
- Versini G., Dalla Serra A., Monetti A., Falcetti M., Tonon D., Bertamini M., 1989-a. Atti IV mostra nazionale dello spumante classico - Trento, 10-14 Maggio, suppl. Boll. ISMA, 34-44.
- Vos P.J.A., 1981. Proc. 6th Intern. Oenological Symposium, 28-30 aprile, Mainz, Germany, Intern. Assoc. Modern Win. Technol. Manag., Freiburg, 163-181.
- Würdig G., 1981. Rebe u. Wein, 34, 100-101.

* *Dalla tesi di Laurea in Agraria all'Università Statale di Milano di Marcello Lunelli dal titolo: "Studio sull'aroma dei vini spumanti "classici": approfondimento di alcuni aspetti contributivi varietali, ambientali e tecnologici", premiata dall'Associazione Giuseppe Morisiani con un riconoscimento speciale alla VI° edizione del "Premio internazionale di enologia e viticoltura".*