



SYMPOSIUM - SIMPOSIO

**GEWÜRZTRAMINER
TRAMINER AROMATICO**

BOZEN / BOLZANO

1990

Herausgegeben vom Landesassessorat für Landwirtschaft
der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol
in Zusammenarbeit mit der Handelskammer Bozen
Abteilung Landwirtschaft

Edito dall'Assessorato all'Agricoltura della Provincia
Autonoma di Bolzano-Alto Adige
in collaborazione con la Camera di Commercio di Bolzano
sezione agricoltura

Particolarità compositive dell'uva e del vino Traminer aromatico

**Confronto fra cultivar e variazioni a livello terpenico in
fermentazione e nell'invecchiamento.**

G. Versini (*), A. Dalla Serra (*), A. Scienza (*,) e P. Barchetti (*)**

(*) Istituto Agrario Provinciale - San Michele all'Adige (Trento) (I)

() Istituto di Coltivazioni Arboree - Università degli Studi di
Milano (I)**

Introduzione

Fra i vini aromatici più noti, il Traminer rimane, con la sua particolare nota «floreale - speziata», uno dei pochi a celare ancora agli analisti il segreto del suo aroma. Da diversi anni ci si tende da più direzioni, che configurano diverse ipotesi sulla sua origine, ma a tutt'oggi manca una sintesi univoca e convincente basata sull'effettiva «ricostruzione» dell'aroma.

Brevemente, fra i composti organoletticamente interessanti evidenziati ricordiamo gli ossidi di rosa per un contenuto, secondo Schreier et al. (1974), relativamente maggiore che in altri vini, seppur a livelli di qualche $\mu\text{g/l}$, non così diversificante secondo altri dati successivi (Versini, 1985). Si è notata inoltre, una particolare ricchezza, fra i fenoli volatili, soprattutto di 4-vinilguaiacolo, a nota speziata, in vini sia nazionali che esteri e correlabile positivamente con la tipicità varietale dei vini stessi. Tuttavia tale fatto non si è rivelato condizione necessaria per l'impronta basilare aromatica perché, seppur raramente, analoghi livelli sono raggiunti in qualche altro vino, ed es. in Riesling Renani soprattutto se ottenuti con parziale contatto con la vinaccia e perché si sono avuti casi di vini Traminer «tipici» - ad es. alcuni prodotti in più anni successivi presso il Centro Sperimentale di Laimburg e da «vigneti clonali» (CI Lb14) - ma con scarissimo contenuto del citato fenolo (Aurich et al., 1987). E' innegabile tuttavia una similarità della nota del 4-vinilguaiacolo, spesso rilevante anche in alcuni tipi di birra a sentore speziato, con l'aroma del Traminer aromatico ed un suo positivo contributo, come assai spesso osservato in più annate su prodotti tipici sia del Trentino che dell'Alto Adige.

Infine sottolineiamo l'apporto organolettico di alcuni monoterpenoli, in primo luogo del geraniolo e, limitato, quello del linalolo se riferito al breve periodo dopo la fermentazione, che da soli non possono tuttavia giustificare l'aroma del Traminer bensì contribuire alla nota floreale. In particolare il geraniolo, decisamente più abbondante nelle uve e nei mosti rispetto ai vini (Mandery, 1983; Versini, 1985, cit.; Marais, 1987) ne determina il tipico sentore di rosa; viene collegato con le caratteristiche compositive di un particolare gruppo di cloni (Versini, Rapp et al., 1989) e si dimostra essere in cor-

relazione lineare positiva con la tipicità del vino (Aurich et al., 1987, cit.).

I composti citati, decisamente agenti nella direzione della nota floreale-speziata, potrebbero tuttavia essere dei «composti-spia» per altri non ancora individuati, peculiari della varietà e che risentono dell'influenza di analoghi fattori tecnologici, fermentativi o accidentali. Si è constatato ad esempio, che la vendemmia a maturazione leggermente avanzata e l'uso di una tecnologia con limitato «skin-contact» che fanno incrementare i monoterpenoli ed i fenoli citati, agiscono positivamente sulla tipicità (Versini et al., 1984; Aurich et al., 1987, cit.; Marais e Rapp, 1987); l'uso, invece, di coadiuvanti enologici sui mosti tali da asportare sostanze fenoliche (ad es. il PVPP), annulla praticamente la formazione dell'aroma, senza inficiare tuttavia la composizione terpenica (Versini, 1985 cit.).

E' innegabile, inoltre, che l'aroma «speziato» si forma in fermentazione e si comincia ad avvertire verso la metà di essa: può pertanto essere un prodotto fermentativo da precursori particolari o trovare supporto sinergico nei composti della fermentazione.

E' altrettanto provato che l'aromaticità può decadere rapidamente nella conservazione del vino; in altri casi invece - vedi gli «Spätlese» o i migliori vini alsaziani - permanere per parecchi anni.

Si vogliono esporre in questa nota:

- a) alcune osservazioni integrative circa la caratterizzazione varietale su base terpenica del Traminer nell'ambito dei diversi cloni, ampliando quanto già esposto in un lavoro collaborativo (Versini, Rapp et al., 1989, cit.) su una loro netta differenziazione essenzialmente in base al contenuto dei terpenoli tipici della buccia,
- b) prospettare un confronto del profilo analitico dei cloni «più ricchi» in terpeni con quello di alcune altre varietà aromatiche e, per quelli «più poveri», con altre varietà generalmente di scarso tenore terpenico come Chardonnay, Silvaner e Sauvignon Blanc.
- c) Si valuteranno poi le importanti modifiche di alcuni contenuti terpenici in vinificazione, in particolare del geraniolo; si presenterà un quadro aggiornato compositivo di vini regionali e si esporranno infine alcune osservazioni circa l'evoluzione in invecchiamento della componente

varietale in forma libera e complessata per vini di una stessa azienda, evidenziando alcuni parametri che permettono di riconoscere la genuinità del prodotto anche invecchiato.

Materiali e metodi

Uve, mosti e vini

Si sono analizzati:

- mosti da singole piante di una popolazione non clonale di Traminer da un vigneto dell'I.A.P. (vendemmia 87);
- mosti da uve clonali di Gewürztraminer e Savagnin in collezione presso l'I.A.P. (vendemmia 88);
- uve da diversi cloni europei della collezione dell'I.A.P. (vendemmia 89);
- mosti e vini da uve del vigneto di Maso Togn dell'I.A.P. (vendemmia 89)
- vini da aziende del Trentino e dell'Alto-Adige ed in particolare:

Centro Sperimentale di Laimburg; Az. Agricola Hirschprunn di Magrè a/A; Cantina dell'Abbazia di Novacella di Bressanone e Azienda Pojer-Sandri di Faedo.

Dei primi due produttori si sono analizzati anche vini da diverse annate, prodotti rispettivamente dallo stesso vigneto, con stessa tecnologia e conservati a stessa temperatura di cantina.

Metodi d'analisi

Per l'estrazione e l'analisi dei composti varietali nelle uve, nei mosti e nei vini, nonché di quelli fermentativi nei vini si rimanda a metodiche già pubblicate (Drawert et al., 1968; Versini et al., 1988).

In particolare per un più preciso dosaggio nei vini di specifici composti, soprattutto monoterpenoli, si è impiegata la gascromatografia capillare accoppiata con Detector di massa operante in SIM. In questo caso il dato quantitativo si ottiene dal rapporto fra uno ione specifico opportunamente scelto per ogni singola sostanza - ed usando a conferma dell'identità di essa anche altri frammenti specifici - e quello a m/z 108 dell'alcool benzilico, fatta uguale a 100 $\mu\text{g/l}$ la quantità di questo composto, precedentemente dosato in FID-GC.

Risultati e discussione

Uve e mosti

Osservazioni su alcuni composti terpenici da vari cloni.

È già stata dimostrata in una precedente nota (Versini, Rapp et al., 1989 cit.) - e confermata nella relazione odierna di Scienza et al. su uve clonali dell'ultima annata - una netta distinzione fra individui in una popolazione o fra cloni di Traminer, per il livello complessivo di terpeni sia liberi che complessati, ed in particolare per quello del geraniolo e dei composti a simile origine (nerolo e citronellolo), presenti in preponderanza nelle bucce. Dalla tab. 1 si evidenzia che solo alcuni composti

hanno contenuto nettamente diverso fra i gruppi; si osserva che il geraniolo libero nelle uve (annata 89) si attesta sui 40-50 $\mu\text{g/kg}$ per un gruppo, e dai 500 ai 3000 $\mu\text{g/kg}$ nell'altro e la sua forma complessata ha circa lo stesso campo di variabilità (20-70 $\mu\text{g/kg}$ nel primo e dai 400 ai 3600 $\mu\text{g/kg}$ per il secondo). Invece sui mosti da uve non clonali (annata 1987) si registravano per gli individui a minor tenore terpenico, valori di geraniolo da ca. 1 a ca. 10 $\mu\text{g/l}$ e per quelli più ricchi, da 110 ca. a 500 ca. $\mu\text{g/l}$; la forma complessata andava invece da 7 a 35 $\mu\text{g/l}$ per il primo e dai 500 ai 2000 $\mu\text{g/l}$ per il secondo e con un rapporto del geraniolo libero sul complessato mediamente da 3 a 5 e casi limite a valori di circa 2 e 10.

I mosti da vitigni clonali dell'anno successivo (annata 88) davano per i Savagnin valori prossimi a quelli sopra riportati per il primo gruppo, mentre i cloni ufficiali di Gewürztraminer rientravano nel secondo, tuttavia ai livelli più bassi per la forma libera ed intermedi per la complessata. Analoghe osservazioni di tendenza valgono, ad esempio, per altri composti elencati in tabella, quali gli ossidi di linalolo furanico cis e trans (f. Lox tr. e f. Lox cis) in forma complessata, gli ossidi di linalolo piranico cis e trans complessati (p. Lox tr. e p. Lox cis), il citronellolo, il nerolo, l'acido trans geranico ed il diendiol (I) liberi e complessati.

Si nota inoltre dalla Tab. 1 nel confronto uve-mosti, che i composti terpenici particolarmente presenti nella buccia (geraniolo, nerolo, citronellolo ed acido tr. geranico) (Bayonove et al., 1974, Gunata, 1984 et al.), si confermano tali anche nel caso del Traminer, mentre gli stessi in forma complessata sono su valori simili quindi generalmente prevalenti nel succo (Wilson et al., 1986). Nei mosti e uve a rilevante contenuto terpenico, il geraniolo - e secondariamente il nerolo-rivestono quindi un ruolo organolettico primario, giustificando il tipico aroma di rosa; per contro, il linalolo si conferma irrilevante (Bayonove et al., 1971; Versini, 1980).

Nel Traminer, così come osservato nel Sauvignon Blanc dove si è effettuata l'identificazione, ed anche nel Silvaner e nel Riesling Renano (Versini et al., 1990,) ma non nello Chardonnay, compare un composto terpenico recentemente identificato in un lavoro collaborativo (Bitteur et al. 1990). Trattasi del 2-idrossi-1,8-cineolo, tipico delle foglie dell'eucalipto, tuttavia non di rilievo organolettico, ma, fatto importante, scarsamente reattivo in ambiente acido: può risultare quindi utile come elemento marcante varietale anche a livello di vini invecchiati.

Questo composto, in forma complessata, è a concentrazione positivamente ben correlata con quella dell' α -terpineolo complessato (fig. 1) da cui si ipotizza derivi. Esempi di varietà a rilevante contenuto di α -terpineolo complessato in raffronto ad uno assai scarso di quello libero, erano già stati osservati da Gunata (1984 cit.) in alcune cultivar a frutto bianco e rosso. Tale situazione è confermata anche per alcune cultivar a bacca rossa autoctone del Trentino (Versini et al., 89).

Nelle varietà ove sono presenti in rilievo questi composti, si hanno anche sensibili valori di due p-mentendioli, a struttura chimica solo parzialmente definita (Strauss et al., 1987). I loro contenuti - fatto rilevante - non sono statisticamente differenzianti fra cloni «ricchi» e «poveri» di terpeni, tuttavia con una leggera prevalenza nel valore medio per i primi. Analogamente, in generale, non lo sono altri composti in forma libera presenti in tracce come gli ossidi di linalolo furanici cis e trans, l' α -terpineolo, il diendiolo (2) e fra quelli a concentrazione maggiore, le due sostanze norisopeniche - un dichetone ed il 3-cheto- α -ionolo - nonché il vanillato di metile in forma complessata e gli alcoli benzilico e β -fenilettilico in entrambe le forme. Questi due ultimi composti sembrano tuttavia influenzati non dal tipo di cultivar, ma dalla zona e dall'annata.

Possibile similarità di profilo terpenico con altre varietà.

Se paragoniamo i contenuti in terpeni delle uve in tab. 1 con altri riportati in precedenti lavori (Versini et al., 88 cit., Scienza et al., 89) osserviamo che:

il gruppo dei cloni di Traminer «ricchi» in terpeni non possono essere accumulati al profilo gene-

rale né della tipologia Moscato, né di quella del Riesling Renano (Rapp et al., 1981), ma dovrebbero costituire gruppo a sé, con pochi altri esempi analoghi. In particolare fra questi citiamo la Malvasia di Candia aromatica sia per quanto riguarda i terpeni liberi che complessati. Nelle forme libere vi sono strette analogie anche con il Moscato d'Adda, piuttosto povero, tuttavia, in dioli (1) e (2) ma che si diversifica per contenuti elevati di α -terpineolo complessato e per un rapporto di 8-OH-Lin cis/8-OH-Lin trans a favore del 8-IL trans (fig. 2).

Molte somiglianze nei terpeni liberi vi sono, poi, con il Moscato Rosa, varietà particolarmente cara alla nostra regione e diversificantesi tuttavia per l'alto contenuto di diendiolo (2), tipico generalmente dei Moscari (Rapp et al., 1980), e per quello assai elevato di linalolo complessato.

Per quanto concerne il gruppo dei cloni di Traminer «poveri» in terpeni troviamo invece strette analogie (Fig. 3) con il Sauvignon Blanc (Versini et al. 1988) - da cui si diversifica però, in un confronto nell'ambito di quest'annata, per un minor livello di ossido di linalolo furanico trans complessato, ossido di linalolo piranico trans libero e Diendiolo (1), e maggiore per quello del p-mentendiolo (2) - ma ancor più con il Silvaner, dove sembra, dai primi

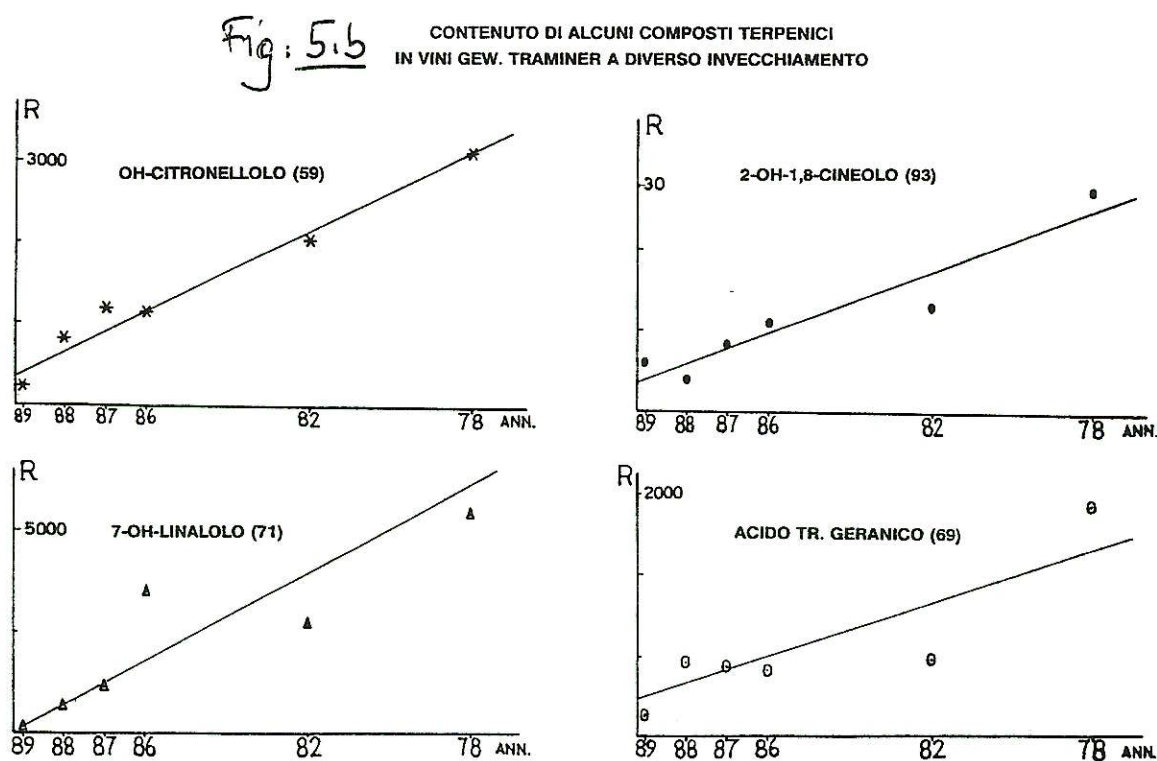


Fig. 1: Correlazione fra contenuto di 2-idrossi-1,8-cineolo ed di α -terpineolo nelle forme complessate (uve dell'annata - vedi tab. 1: coefficiente di correlazione $r = 0,78438$)

Concentrazione (*) di alcuni composti «liberi» e «complessati» da mosti ed uve Traminer, clonali e non: valori medi e deviazione standard.

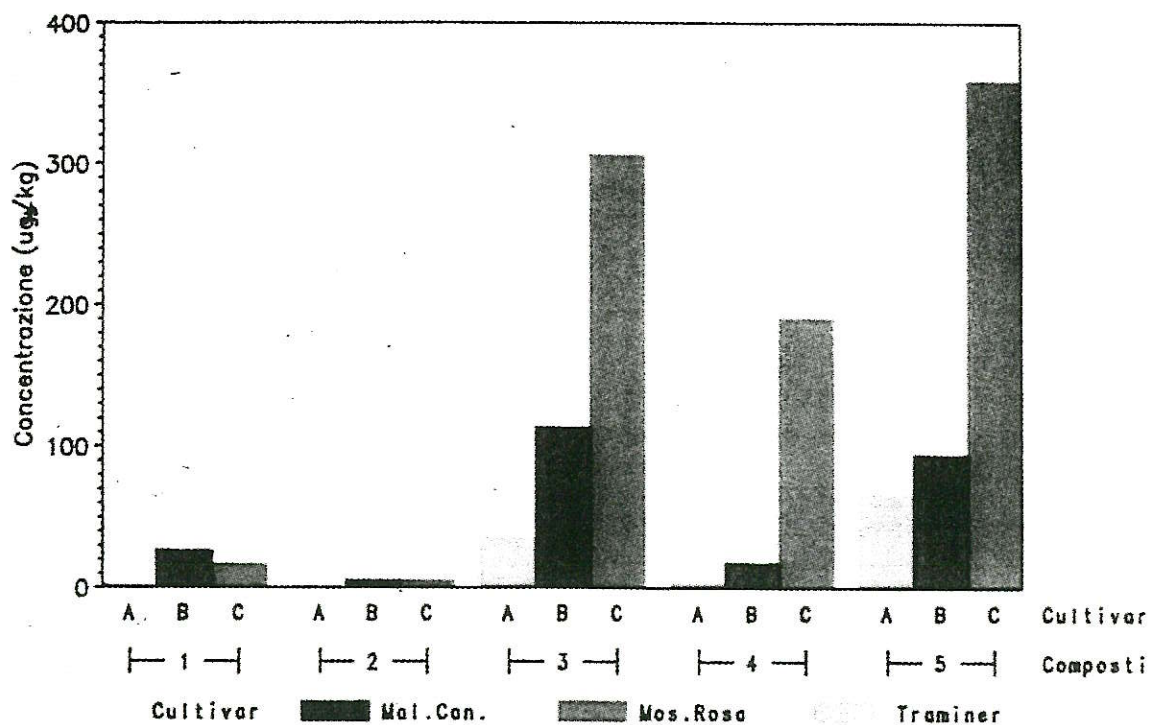
Composti		Mosto				Uva	
		Piante non clonali vendemmia 1987		Piante clonali vendemmia 1988		Piante clonali vendemmia 1989	
		A(8)	B(23)	C(4)	D(4)	E(16)	F(6)
f. Lox tr	l	1,0 (0,7)	0,6 (0,7)	0,32 (0,05)	0,44 (0,12)	1,8 (1,08)	0,95 (0,72)
	c	10,3 (6,0)	2,0 (0,7)	29,5 (10,6)	1,7 (0,9)	27,8 (12,6)	3,3 (1,9)
f. Lox cis	l	0,6 (0,9)	0,2 (0,3)	0,4 (0,1)	0,27 (0,09)	0,67 (0,73)	0,68 (1,16)
	c	22,7 (8,1)	2,4 (0,7)	47,8 (5,3)	2,4 (1,1)	25,0 (13,6)	2,9 (2,0)
Linalolo	l	0,4 (0,2)	0,21 (0,26)	0,31 (0,08)	0,14 (0,07)	6,3 (3,8)	0,25 (0,23)
	c	11,0 (6,4)	0,36 (0,17)	21,4 (11,6)	0,48 (0,37)	35,1 (23,1)	2,7 (1,9)
α -Terpin.	l	0,5 (0,3)	0,48 (2,24)	0,12 (0,05)	0,1 (0)	1,4 (1,7)	0,38 (0,56)
	c	30,2 (10,2)	9,3 (4,4)	45,2 (7,8)	7,7 (3,1)	31,6 (31,6)	16,1 (15,6)
p. Lox tr	l	4,6 (1,8)	0,97 (1,25)	2,1 (0,8)	0,52 (0,25)	33,8 (10,2)	5,2 (2,0)
	c	8,7 (5,1)	0,50 (0,22)	12,50 (5,0)	0,77 (0,24)	14,1 (6,9)	2,1 (1,8)
p. Lox cis	l	2,3 (1,5)	0,32 (0,23)	0,85 (0,37)	0,32 (0,26)	3,6 (1,9)	0,53 (0,35)
	c	7,3 (7,2)	0,39 (0,16)	11,2 (3,9)	0,61 (0,28)	10,5 (8,0)	1,1 (0,8)
Citronel.	l	11,7 (6,7)	0,80 (0,93)	0,85 (0,24)	0,31 (0,20)	54,3 (27,9)	1,3 (1,0)
	c	42,3 (22,3)	0,61 (0,41)	10,1 (7,2)	0,36 (0,22)	31,9 (27,7)	1,2 (1,2)
Nerolo	l	33,3 (23,89)	0,66 (1,7)	3,0 (1,1)	0,32 (0,14)	249,4 (175,7)	5,0 (2,4)
	c	268,4 (130,1)	2,5 (1,39)	97,9 (34,8)	2,4 (1,1)	353,2 (258,7)	5,2 (2,9)
Geraniolo	l	251,7 (130,5)	3,5 (2,5)	44,3 (16,4)	2,1 (1,2)	1301 (725)	43,1 (5,9)
	c	1341 (553)	20,2 (8,4)	802,9 (298,7)	29,5 (10,5)	1391 (905)	36,6 (23,0)
Ac. geran. tr	l	63,0 (33,0)	0,83 (0,67)	20,2 (13,7)	3,1 (1,2)	541,4 (215,8)	9,6 (6,8)
	c	246,7 (161,3)	6,1 (5,7)	254,8 (41,0)	6,3 (2,3)	764,8 (307,4)	33,1 (34,1)
Diendiol (1)	l	175,4 (120,1)	23,5 (9,7)	100,5 (44,6)	34,0 (16,1)	222,6 (132,0)	26,4 (13,2)
	c	233,6 (267,9)	11,5 (7,1)	173,1 (78,6)	6,4 (2,8)	165,0 (75,9)	25,3 (26,2)
Diendiol (2)	l	1,6 (2,5)	0,30 (0,48)	3,0 (1,1)	0,62 (0,17)	3,3 (1,7)	0,63 (1,08)
	c	2,5 (1,1)	0,14 (0,06)	3,4 (1,9)	0,37 (0,09)	3,4 (2,6)	0,45 (0,40)
OH-Citron.	l	50,3 (28,1)	8,3 (3,0)	4,9 (3,7)	1,4 (1,9)	140,0 (62,0)	8,4 (4,1)
	c	49,7 (19,4)	7,5 (3,8)	30,8 (10,0)	0,97 (0,50)	48,8 (22,9)	2,9 (3,1)
8-OH-Lin.tr	l	14,2 (9,5)	2,1 (2,6)	1,2 (1,0)	1,3 (1,1)	6,3 (2,2)	2,7 (2,7)
	c	62,0 (22,5)	19,4 (14,7)	34,9 (7,6)	6,8 (2,8)	65,7 (23,0)	26,4 (18,1)
8-OH-Lin. cis	l	20,2 (12,6)	2,6 (1,8)	5,6 (4,4)	2,3 (1,4)	52,6 (21,5)	12,4 (6,5)
	c	224,1 (66,3)	22,8 (12,8)	305,4 (78,9)	30,0 (2,5)	473,1 (178,6)	135,0 (124,4)
Dichetone norisop.	c	33,0 (7,9)	23,2 (12,4)	29,6 (9,1)	14,9 (6,0)	24,3 (6,7)	27,5 (28,9)
3-Cheto- α - ionolo	c	202,4 (242,1)	96,4 (43,2)	149,5 (27,1)	71,7 (11,9)	178,8 (81,2)	253,8 (249,5)
7-OH-Geran.	l	75,4 (44,9)	4,4 (3,3)	8,2 (4,3)	1,0 (0,9)	459,2 (215,0)	32,8 (14,9)
	c	113,5 (67,1)	6,3 (8,3)	104,2 (42,8)	4,7 (1,9)	127,0 (53,8)	7,3 (5,5)
2-OH-1,8-Cin.	l	1,7 (0,8)	0,92 (0,30)	1,0 (0,2)	0,37 (0,22)	3,3 (1,1)	0,88 (0,45)
	c	14,4 (7,6)	7,0 (2,3)	18,9 (2,8)	4,0 (1,3)	11,5 (4,1)	8,7 (10,4)
p-Menten diolo (1)	c	20,7 (7,7)	9,2 (3,9)	28,4 (9,5)	11,1 (1,1)	16,8 (7,4)	6,8 (4,3)
p-Menten diolo (2)	c	72,2 (18,0)	52,2 (19,8)	80,8 (15,3)	58,5 (8,8)	63,0 (22,6)	58,0 (39,6)
Vanillato metile	c	73,7 (29,2)	42,6 (13,5)	55,1 (21,5)	13,5 (5,3)	72 (19)	38 (21,7)
Alc. benz.	l	41,7 (13,4)	23,9 (13,1)	14,2 (3,0)	11,2 (5,8)	220,2 (47,1)	275,2 (105,1)
	c	428,5 (106,7)	308,2 (120,7)	320,2 (26,6)	255,0 (68,5)	317,7 (138,9)	341,6 (119,1)
Alc. β -fen. et.	l	108,7 (80,1)	105,4 (104,3)	11,6 (5,2)	12,9 (3,8)	199,6 (283,4)	126,2 (62,3)
	c	100,3 (27,3)	76,8 (33,7)	46,0 (7,8)	30,1 (5,9)	82,0 (14,9)	131,5 (75,0)

(*) Concentrazione in $\mu\text{g/l}$ per il mosto e $\mu\text{g/kg}$ per l'uva.

A - C - E = gruppi ad elevato contenuto terpenico; B - D - F = gruppi a basso contenuto terpenico.

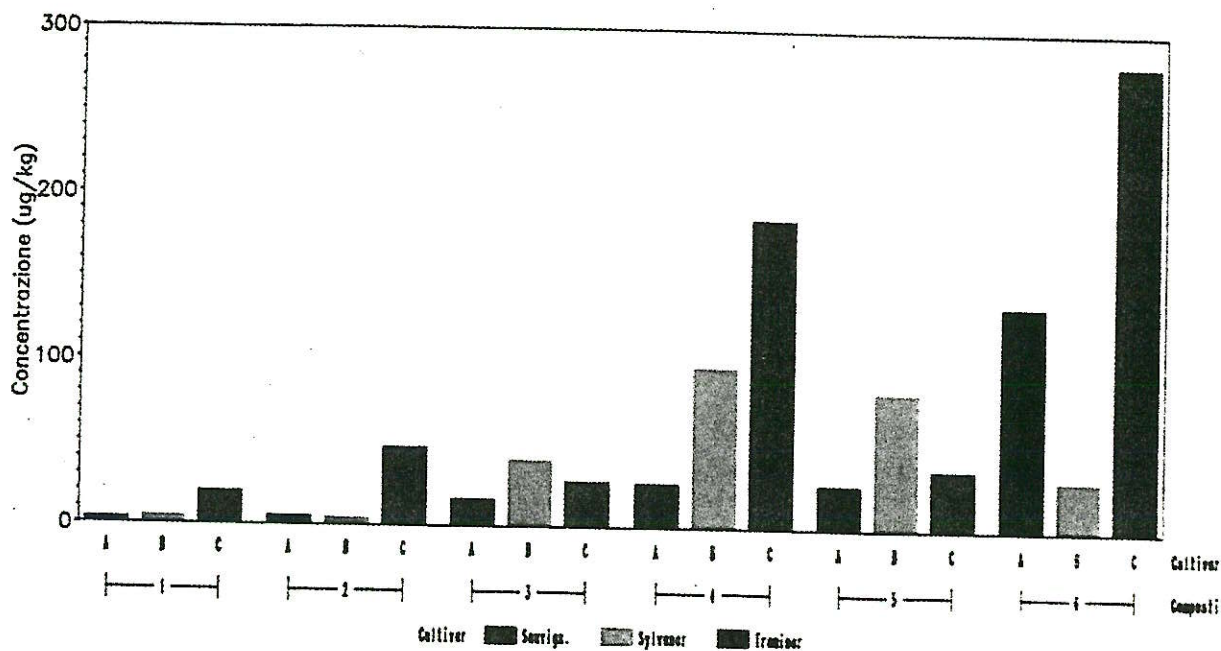
(n) = numero di individui costituenti il gruppo.

l = forma libera - c = forma complessata



Composti:
 1 = Ossido di Linalolo furanico tr libero
 2 = Ossido di Linalolo furanico cis libero
 3 = Linalolo complessato (nel gruppo C, var/5)
 4 = HO-Diendolo(2) libero
 5 = 8-OH-Linalolo tr complessato (nel gruppo C, var/2)
 Traminer = 16 individui; Malvasia di Candia e Moscato Rosa = 1 individuo.

Fig. 2 Contenuti terpenici differenzianti uve Traminer (gruppo E), Malvasia di Candia e Moscato Rosa
 Contenuti terpenici differenzianti uve Traminer (gruppo F), Sylvaner e Sauvignon



Composti:
 1 = Ossido di Linalolo furanico tr complessato
 2 = Ossido di Linalolo piranico tr libero
 3 = α -Terpineolo complessato
 4 = HO-Diendolo(1) libero
 5 = 8-OH-Linalolo tr complessato
 6 = 8-OH-Linalolo cis complessato

Fig. 3

dati, esservi una differenza solo nel rapporto f. Lox. trans (compl.) / f. Lox. cis (compl.) e tr 8-OH-Lin (compl.) / cis 8-OH-Lin (compl.) inferiori a uno per il Silvaner.

Discrepanze evidenti emergono invece in rapporto allo Chardonnay, dove risultano non dosabili sia l' α -terpineolo complessato che i composti ad esso correlati e sopracitati.

Vini

Variazione di composti terpenici in vinificazione: caso del geraniolo.

Il già citato rimarchevole decremento del geraniolo in vinificazione è stato seguito durante tale processo nella tesi di Mandery (1983).

E' stata anche dimostrata, su soluzione sintetica (Grammatica et al., 1982), la riduzione stereospecifica del geraniolo a citronellolo con resa del 25% e del nerolo, solo parzialmente stereospecifica, sempre allo stesso prodotto. In tab. 2 sono riportati i dati relativi ad una sperimentazione per definire il tipo e l'entità della trasformazione fermentativa del geraniolo, aggiunto ad un mosto pastorizzato assai povero in terpeni liberi e complessati, e controllando anche l'influenza del ceppo di lievito.

Si notano tre fatti importanti:

- vi è un metabolismo del geraniolo che trova solo parzialmente ragione nei composti monoterpeneici liberi e complessati finali. Infatti, dopo un'analisi quanto più esauriente di tutti i monoterpeneoli attualmente conosciuti in forma sia libera che complessata, si registra un bilancio finale in perdita di ca. un 40% rispetto al tenore iniziale, questo fatto indipendentemente dal ceppo di lievito. Si può avanzare l'ipotesi di un

impiego del geraniolo nella sintesi di steroli da parte del lievito a partire da geranilfosfato, come già riscontrato per processi metabolici in presenza di cellule vegetali della vite (Paisarnrat et al., 1985).

- Un 40% del contenuto iniziale di geraniolo viene metabolizzato a citronellolo e circa il 3% ad idrossicitronellolo; non si nota una trasformazione ad idrossigeraniolo.

La resa in incremento del geraniolo a fine fermentazione in raffronto al mosto, è mediamente solo del 6% rispetto alla quantità aggiunta con una variabilità dal 2,5 al 12% in funzione del lievito.

- Non vi sono variazioni in incremento degne di nota a carico dei monoterpenei complessati.

In tab. 3 illustriamo anche due casi di bilancio terpenico per mosti clonali di Gewürztraminer in raffronto ai rispettivi vini.

Si può notare che la quantità finale di geraniolo, in entrambi i casi a livelli piuttosto contenuti (13,8 e 19,3 $\mu\text{g/l}$), rappresenta rispettivamente il 27 ed il 42% di quella iniziale e quindi maggiore della resa soprariportata; non sembra comunque esservi un contributo a tale quantità dall'idrolisi della forma complessata, come invece, per altri risultati, ci si poteva aspettare. Non si verifica inoltre, una chiara trasformazione di geraniolo in citronellolo che è invece, in rapporto al tenore iniziale di geraniolo, trascurabile in un caso (vino da cloni R1 + R5 + R7), e non appariscente per la vinificazione da clone 48C, poiché vi è diminuzione rispetto al mosto sia di citronellolo che di idrossicitronellolo.

Ricordiamo invece che nella vinificazione del Moscato Rosa da uve sovrarmature, si verifica un forte incremento del citronellolo, tale da superare

Bilancio metabolico da fermentazione del geraniolo aggiunto ad un mosto «neutro» pastorizzato.

Composti ($\mu\text{g/l}$)	1	2	3	4	5
Linalolo	0,8	55,6	23	31	25
α -Terpineolo	0,4	2,2	2,1	4,2	2,6
Citronellolo	1,0	0,9	202	198	217
Nerolo	4,9	4,4	2,3	4,0	2,9
Geraniolo	17,5	442	30	76	36
OH-Citronellolo	0,4	0,5	14	12,5	18
Sommatoria	25,0	505,6	273,4	325,7	301,5
% di terpeni totali dopo fermentazione rispetto al mosto 2			54,1	64,4	59,6
% di citronellolo formato rispetto al geraniolo aggiunto			40,4	39,6	43,4
% di resa in incremento di geraniolo su quello aggiunto			2,5	11,7	3,7

1: Mosto di partenza.

2: Mosto 1 aggiunto di 500 $\mu\text{g/l}$ di geraniolo e sodio azide, conservato a 27°C per 10 giorni.

3: Vino da mosto 1 aggiunto di 500 $\mu\text{g/l}$ di geraniolo, dopo fermentazione a 27°C con lievito 201 SMA.

4: Vino da mosto 1 aggiunto di 500 $\mu\text{g/l}$ di geraniolo, dopo fermentazione a 27°C con lievito 304 SMA.

5: vino da mosto 1 aggiunto di 500 $\mu\text{g/l}$ di geraniolo, dopo fermentazione a 27°C con lievito 501 SMA.

Tab. 2

Confronto fra vini Traminer, vendemmia 1989, sulla base di alcuni componenti di origine primaria o di interesse tecnologico

Composti		1		2		3	4	5	6	7
		Vino	Mosto	Vino	Mosto	Vino	Vino	Vino	Vino	Vino
Analisi FID-GC										
Esanolo	(mg/l)	0,90		0,77		0,78	0,99	1,52	1,58	1,28
tr-3-Esenolo	"	0,056		0,063		0,023	0,068	0,079	0,101	0,038
cis-3-Esenolo	"	0,060		0,043		0,028	0,033	0,038	0,049	0,025
Alcool benzilico	"	0,046		0,056		0,018	0,047	0,029	0,091	0,021
N (3-Metilbutil)										
Acetamide	"	0,70		2,10		0,79	1,76	2,39	2,12	11,9
4-vinilguaiaacolo	"	0,098		0,286		0,004	0,525	0,237	0,692	0,603
4-vinilfenolo	"	0,576		1,08		n.db.	0,641	0,419	1,16	0,424
cis f. linalolox.	(µg/l)	1,6	1,4	1,7	2,3	0,8	0,6	1,4	12,4	2,7
Linalolo	"	35,6	8,4	11,5	1,6	14,6	15,8	13,2	324	58,7
HO-Trienolo	"	7,0	-	8,3	-	6	4,5	9,6	16	14
α-Terpeneolo	"	7,2	0,6	5,8	0,2	4,7	7,5	8,3	16,5	15,6
tr p. linalolox.	"	20,5	14,1	7,6	11,0	1,4	1,9	2,9	115	20,2
cis p. linalolox.	"	2,3	2,9	2,7	2	1,6	0,9	1,2	29,2	3,7
Citronello	"	2,6	5,1	9,0	6,1	2,8	5,0	18,5	13	29,4
Nerolo	"	2,0	11,8	2,5	12,5	4,5	3,4	3,8	15,8	23,1
Geraniolo	"	13,9	51,6	19,3	46	8,6	29,7	30,5	68,3	114,6
Diendiolo (1)	"	243	88	292	128	171	100	251	539	231
OH-Linalolo	"	11,6	-	6,5	-	4,2	11,3	9,1	12,2	18,1
OH-Citronello	"	9,7	11,5	14,1	5,3	8,3	12,9	47,1	47,4	25,1
Analisi GC-MS (SIM)*										
tr f. linalolox.	(94)**	67,5		30,9		21,0	21,3	30,4	174	73
cis f. linalolox.	(94)	22,2		25,0		14,3	12,1	27,4	147	41
Diendiolo (2)	(71)	222		16,5		2	10	22	1501	60
Acido tr geranico	(69)	86		412		64	100	282	3260	261
2-OH-1,8-cineolo	(93)	4,3		4,4		2,8	3,1	4	10,4	6
β-damascenone	(121)	13		16		12	18	32	86	17,5
Fenolo	(94)	226		312		21	108	85	682	195

(**) = m/z prescelto n.db. = tracce non dosabili

* Quantità = $\frac{(m/z) \times}{(m/z = 108)}$ alc. benz (mg/l) 10

Vini: 1: Azienda Sperimentale I.A.P., loc. Maso Togn, cl 48C
 2: Azienda Sperimentale I.A.P., loc. Maso Togn, insieme di cloni R1 + R5 + R7.
 3: Centro Sperimentale di Laimburg: produzione clonale.
 4: Azienda Agricola Pojer-Sandri, Faedo, raccolta a maturazione normale, insieme di cloni alsaziani.
 5: Azienda Agricola Pojer-Sandri, Faedo, raccolta tardiva, insieme di cloni alsaziani.
 6: Cantina dell'Abbazia di Novacella, Bressanone.
 7: Azienda Agricola Hirschprunn, Magrè all'Adige.

Tabella n 3

solitamente il geraniolo e questo elevato contenuto rappresenta la particolarità compositiva di tale vino (Versini et al., 87, Scienza et al. 89, cit.), ragionevolmente iscrivibile al metabolismo del geraniolo che si riduce di circa il 75%. Ecco quindi due casi di diverso comportamento metabolico fermentativo del geraniolo che fanno ipotizzare un ruolo svolto anche dalla composizione del mosto, dalla coltura o dallo stato di maturazione dell'uva. Si riportano poi (tab. 3) alcuni dati relativi a composti di tipo terpenico o, in generale, primari o riconducibili a precursori prefermentativi, presenti in alcuni vini Traminer della nostra regione e dell'ultima annata, tutti con una buona tipicità.

Si nota, a conferma di risultati già pubblicati per altre annate, generalmente un basso livello di geraniolo e citronello – e quindi di un loro limitato apporto organolettico floreale-terpenico – imputabile, come discusso, al processo fermentativo più che ad una provenienza da cloni «poveri» in terpeni (vedi l'elevato livello di terpeni complessati, tab. 4). Ne sono eccezione il vino n 7 che rivela, per l'alto contenuto di N (3-metilbutil) acetamide, un prolungato tempo di contatto del mosto con la vinaccia o un maggior apporto di frazioni di pressatura tale anche da giustificare il livello di geraniolo, mentre il vino n 6, anche se presenta un quadro di terpeni complessati in sintonia con gli altri vini, ha un contenuto di linalolo, di ossido di linalolo piranico

Contenuto di terpeni complessati in vini Gewürztraminer 1989 (vedi tab. n. 3)

Composti	1		2		3		4		5		6		7	
	Vino	Mosto	Vino	Mosto	Vino	Vino	Vino	Vino	Vino	Vino	Vino	Vino	Vino	Vino
Analisi Fid-GC														
tr f. linalolox.	(µg/l)	13,0	34,6	20	32,4	11,1	10,8	23	41	18				
cis f. linalolox.	"	22,3	29,7	27,5	50	18	19,2	46	67	21				
Linalolo	"	7,1	19,2	6,2	8,3	2,9	8,3	8,6	26	6,4				
α-Terpineolo	"	17,8	26,9	9,9	15,7	13,1	14	31	57	16,5				
tr p. linalolox.	"	6,8	14,4	8,8	17,4	3,9	4,1	10,7	19,5	4,7				
cis p. linalolox.	"	2,2	7,1	2,3	9,5	2,2	1,8	8,4	21	2				
Citronellolo	"	22,2	17,9	26,3	27,5	21,3	20	34,3	40	13,5				
Nerolo	"	49,1	45,6	70,2	89,0	100	118	209	168	67				
Geraniolo	"	225,8	196	300	330	545	560	970	666	305				
Acido tr geranico	"	123	98	130	138	84	100	280	233	69				
Diendiolo (1)	"	59	18,8	73	20,5	6,8	9,3	17,3	37	9,5				
Diendiolo (2)	"	2,9	4	1,8	2,0	1,3	1	3,5	5	1				
OH-Citronellolo	"	18,8	61	20,9	31,2	21,8	31,5	53	44,5	20				
tr 8-OH-linalolo	"	43,2	69,6	36,5	51,4	17,6	24	63	86	28				
cis 8-OH-linalolo	"	151,8	150	184	180,2	93,2	110	185	272	42				
7-OH-geraniolo	"	27,2	30,4	26,6	60,4	82	92	188	71	69				
2-OH-1,8-Cineolo	"	6,7	5,6	3,6	2,6	4,5	1,7	10,3	17	4,5				
Dichetone norisop.	"	14,2	68,3	10	59	59,5	61	34	87	35				
3-cheto-α-ionolo	"	118,5	67	134,7	110	80,0	149	165	135	152				

Vini: 1: Azienda Sperimentale I.A.P., loc. Maso Togn, Cl 48C.

2: Azienda Sperimentale I.A.P., loc. Maso Togn, insieme di cloni R1 + R5 + R7.

3: Centro Sperimentale di Laimburg: produzione clonale.

4: Azienda Agricola Pojer-Sandri, Faedo, raccolta a maturazione normale, insieme di cloni alsaziani.

5: Azienda Agricola Pojer-Sandri, Faedo, raccolta tardiva, insieme di cloni alsaziani.

6: Cantina dell'Abbazia di Novacella, Bressanone.

7: Azienda Agricola Hirschprunn, Magrè all'Adige.

Tabella n. 4

trans e di diendiolo (2) liberi alquanto insoliti per un Traminer. Questo vino si differenzia dagli altri anche per un contenuto relativo sensibilmente maggiore, di β-damascenone, dall'importante aroma di rosa thea.

Si conferma invece un'importante presenza di alcuni fenoli, in particolare del 4-vinilguaiacolo, ma non, ancora una volta, in vini, pur tipici, di un determinato produttore (vino n 2).

Qualora si dimostrasse di particolare importanza la presenza di quantità più elevate di geraniolo nei vini, oltre ad uno studio per incrementarne il contenuto iniziale nei mosti e ad una scelta di lieviti con bassa capacità di sua metabolizzazione, si potrebbe tentare di attingerlo dalla forma complessata, impiegando opportuni enzimi sul vino finito, come già sperimentato da Großmann e Rapp (1987-88). Rimane da verificare un reale incremento di tipicità ed un'assenza di effetti negativi sul carattere gustativo e di stabilità conservativa del vino, imputabili ad attività enzimatiche collaterali.

Particolari note olfattive nell'aromogramma di un vino.

Si riporta la presenza, in alcune zone dell'aromogramma, di particolari note aromatiche di possibile somiglianza o contributo a quella varietale.

Le zone si situano, su una colonna capillare di CW20M (fig. 4), nell'intervallo di tempo di ritenzione fra il γ-nonallattone (odore inteso di cocco) ed il 4-vinilfenolo. Fra le note elencate ricordiamo alcune intense sensazioni floreali (ciclamino, giglio, albicocca), due molto simili allo speziato del Traminer, successive e a breve distanza dal 4-vinilguaiacolo, e due molto intense da miele/acacia particolarmente interessanti anch'esse per le caratteristiche varietali.

Variazione di contenuto di composti terpenici nell'invecchiamento.

Già diversi studi hanno approfondito, sia in soluzioni sintetiche con singoli composti che sui vini stessi, alcuni aspetti evolutivi di vari composti terpenici soprattutto in forma libera e per le varietà Moscato (Strauss et al., 1986; Di Stefano et al., 1989) e Riesling Renano (Rapp et al., 1985).

Abbiamo voluto analizzare la composizione essenzialmente monoterpenica, di vini sicuramente varietali e di diverse annate, prodotti in due diverse aziende dai rispettivi vigneti e con una sostanziale costanza di processo enologico e di temperatura di conservazione dei campioni all'interno di ogni ditta, dopo l'imbottigliamento effettuato entro circa 6 mesi dalla vendemmia. I vini sono stati tutti analizzati all'inizio del 1990.

PARTE DI "SNIFF-AROMOGRAMMA DI UN VINO"

GEW. TRAMINER - 1989

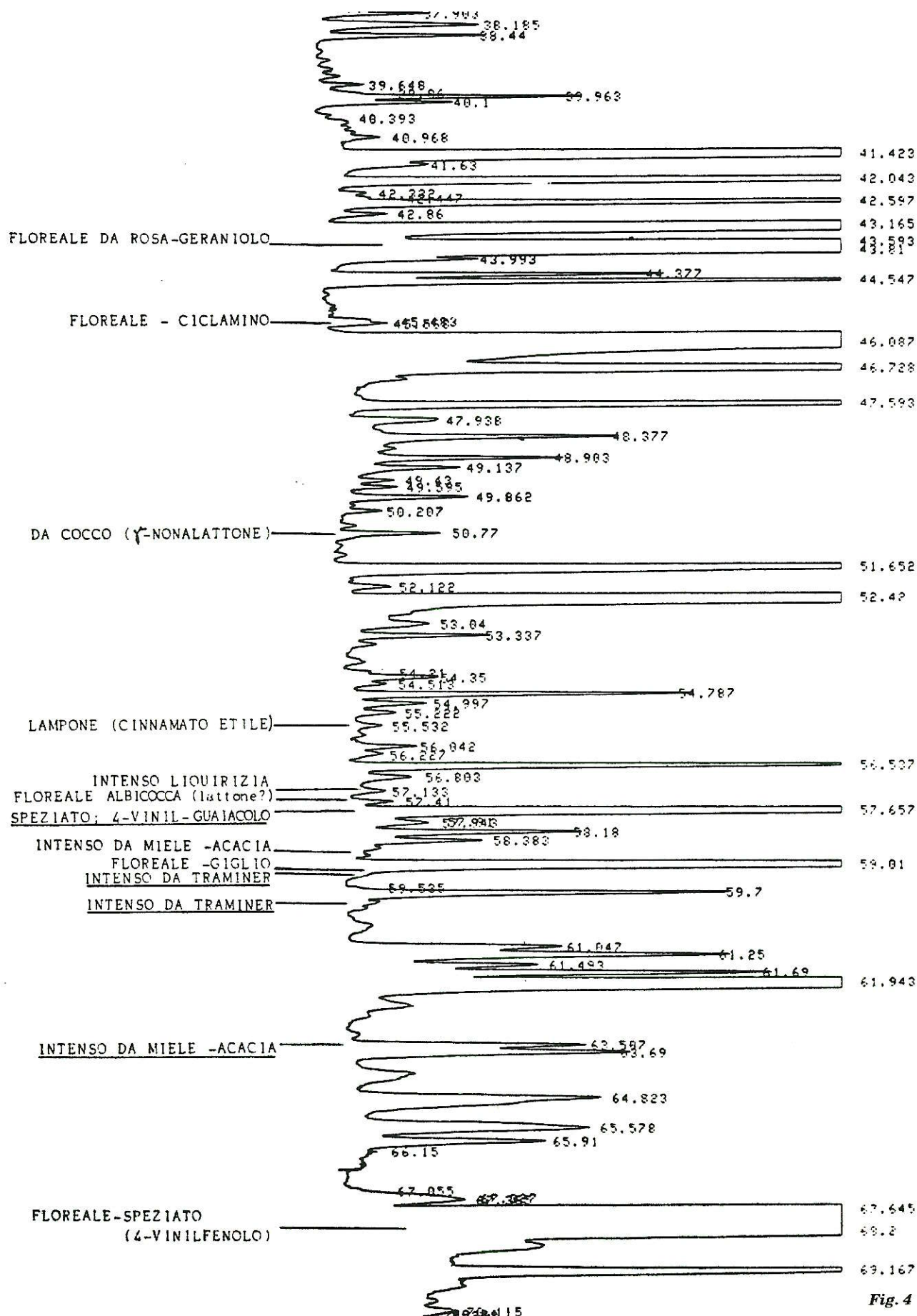


Fig. 4

Nelle fig. 5 a, b, c, sono rappresentate le evoluzioni, ad andamento piuttosto regolare, di diversi composti - raggruppati per similarità di andamento o per opportunità grafica - in vini dell'Azienda Agricola Hirschprunn di Magrè all'Adige.

In particolare notiamo che:

- il linalolo, il citronellolo, il nerolo ed il geraniolo presentano uno stesso decorso, in media fortemente decrescente - con l'eccezione del geraniolo per il 1987 - nelle prime annate e poi in crescita nelle meno recenti. Rileviamo inoltre che i vini delle annate 1989, '82 e '78 hanno subito la degradazione malolattica prima dell'imbottigliamento e presentano valori di pH pari a ca. 3.40 e relativamente maggiori a quelli delle altre annate che oscillano da 3.0 a 3.26. Se il calo iniziale di contenuti nei citati terpeni trova conferma in precedenti lavori (Rapp et al. 1985 cit.) alquanto singolare è la tendenza di incremento successivo: forse il pH più alto ha favorito una maggiore idrolisi delle forme complessate nel vino giovane (Rapp, Rieth et al., 1985) ed una minor trasformazione acido-catalizzata in altri prodotti, quali ad es. l' α -terpineolo.
- Si denota una propensione all'accrescimento con l'annata, ad andamento approssimativamente a parabola, per l' α -terpineolo e gli ossidi furanici del linalolo, confermando precedenti osservazioni (Di Stefano et al., 1983), e forse potendosi giustificare la non linearità con un diverso pH nei campioni più vecchi. Analoga evoluzione ha anche il p-mentendiolo (2), pur a basso contenuto. Un incremento di tipo lineare si

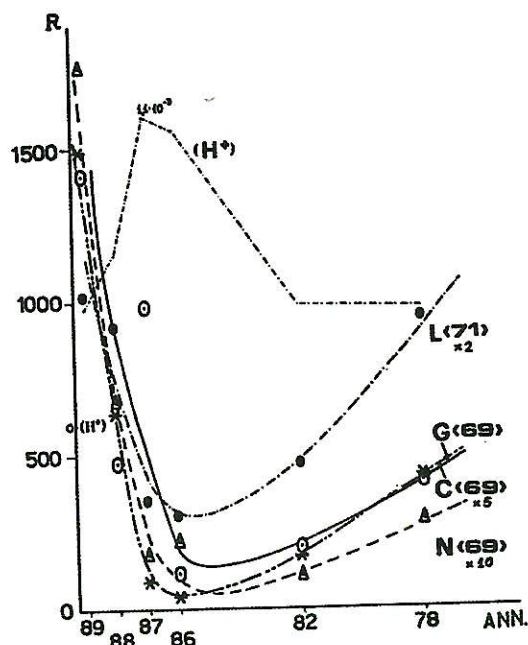


Fig. 5a

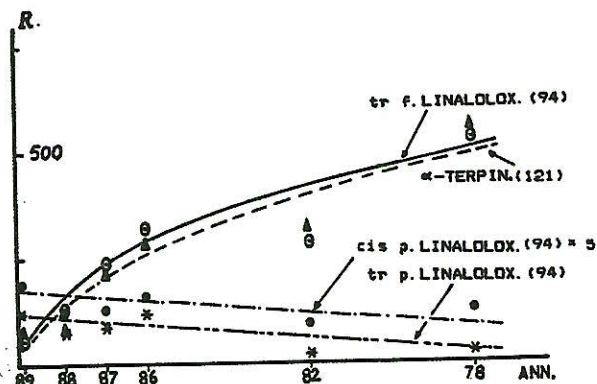


Fig. 1: Correlazione fra contenuto di 2-idrossi-1,8-cineolo ed di α -terpineolo nelle forme complessate (uve dell'annata 89 - ved. tab. 1: coefficiente di correlazione $r = 0,78433$)

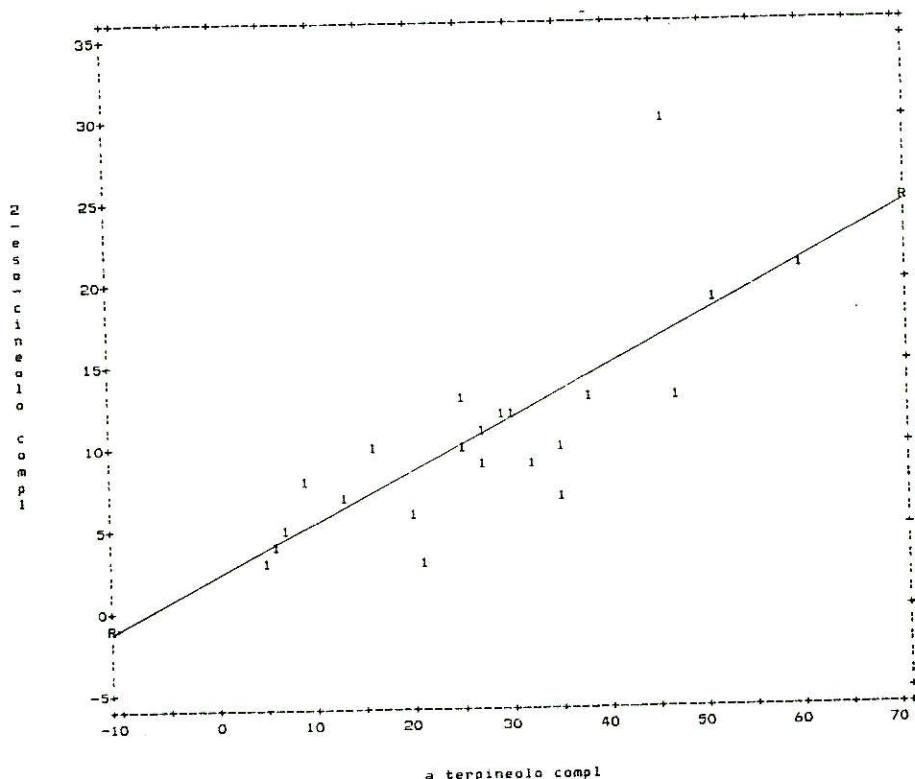
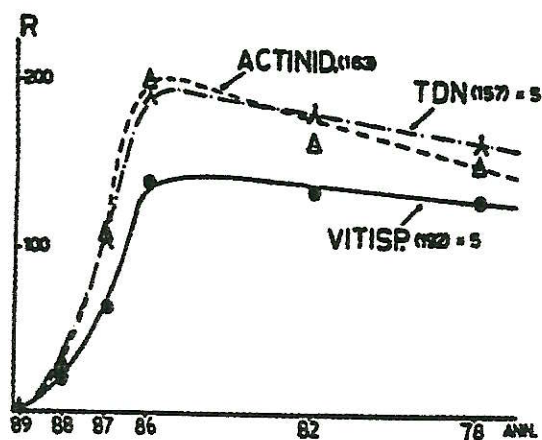


Fig. 1



CONTENUTO DI COMPOSTI NOR-ISOPRENICI
IN VINI GEW. TRAMINER A DIVERSO INVECCHIAMENTO

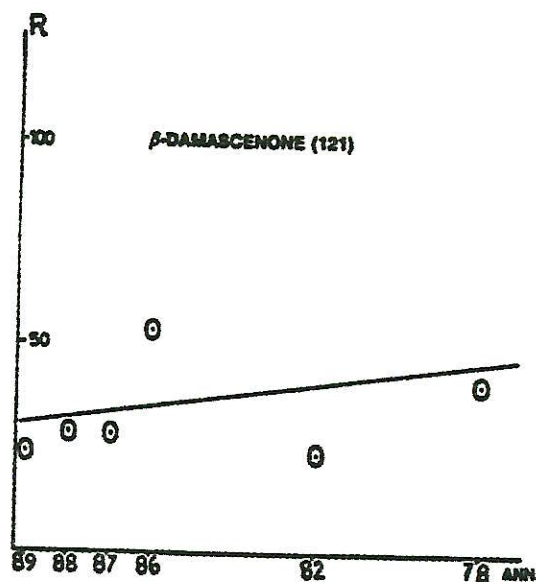
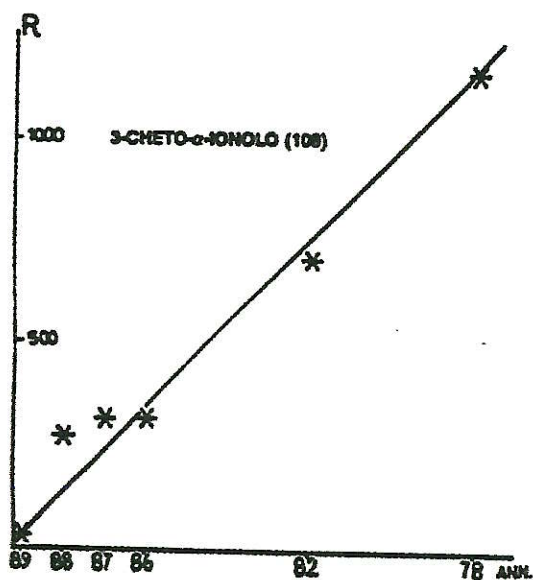


Fig. 5c

prospetta invece per l'idrossilinalolo e l'idrossigeraniolo (Rapp et al., 1985 cit.) nonché per l'acido trans geranico, il 2-idrossi-1,8-cineolo ed il 3-cheto- α -ionolo.

- Decrementi piuttosto evidenti con il procedere dell'invecchiamento si registrano a carico del diendiol (1) e, meno chiaramente, per l'ho-trienolo e gli ossidi piranici cis e trans.
- Fra i composti norisoprenici vi è una sostanziale costanza per il β -damascenone ed un incremento molto netto fino al 1986 per TDN (1, 1, 6-trimetil - 1,2 - diidronaftalene), vitispirani ed actinidioli, seguito da una stasi o da un leggero decremento per le annate successive; forse, anche in questo caso, il fenomeno di una diversa evoluzione fra gruppi di annate si può imputare alla diversità di pH.
- I fenoli volatili diminuiscono decisamente nei primi due anni d'invecchiamento.

Nell'ambito dei composti terpenici complessati (tab. 5) si rileva, tenendo conto di un possibile interesse per un loro utilizzo di caratterizzazione varietale del prodotto anche invecchiato, un rapporto fra ossido di linalolo furanico trans e cis sempre inferiore ad 1 (ed a concentrazioni pressoché costanti così come per le forme piraniche), una sensibile presenza di idrossicitronellolo, di idrossigeraniolo,

di α -terpineolo e di geraniolo, il quale è notevolmente diminuito, alla pari degli isomeri 8-idrossilinaloli, nel campione del 1978.

Per gli altri composti, le accertate diminuzioni nell'invecchiamento confermano precedenti risultati (Gunata, 1984 cit.).

Riportiamo a riprova, ma anche a parziale variazione di tendenza rispetto a quanto soprannotato, l'andamento di alcuni composti terpenici liberi nei vini delle ultime 3 annate, ottenuti presso il Centro Sperimentale di Laimburg e riferiti, per annata, a diverse produzioni per ettaro. Alcuni dati di interesse agronomico ed organolettico sono già stati commentati da Aurich et al. (1990) qui ed in altra occasione.

Si rimarca (fig. 6) che, pur a sostanziale parità di pH dei vini fra annate ed anche nel raffronto fra corrispettive situazioni in scalarità di produzione per ha, emerge una tendenza evolutiva media per alcuni composti contraria a quella sopraripportata e da letteratura ed, in particolare, per linalolo, nerolo, geraniolo, citronellolo ed acido trans geranico. Trattasi probabilmente di parametri che hanno avuto o un diverso contenuto assoluto nelle singole annate, tale da permettere, per compensazione con il processo di evoluzione chimica già assodato, questo esito finale, oppure essere tali per un processo

evolutivo più lento a causa dei valori di pH decisamente superiori (da 3,4 a 3,8) a quelli determinati per le stesse annate nei vini della prima azienda citata.

Queste tendenze andranno approfondite per un evidente interesse enologico, se si dimostreranno collegate a riscontri di differente persistenza di tipicità nei vini.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la collaborazione la dott.ssa Maria Stella Grando ed il dott. Luigi De Micheli.

COMPOSTI PRIMARI IN VINI GEWÜRZTRAMINER - CH14L - PRODUZIONI SCALARI PER ha (CENTRO SPERIMENTALE DI LAIMBURG)

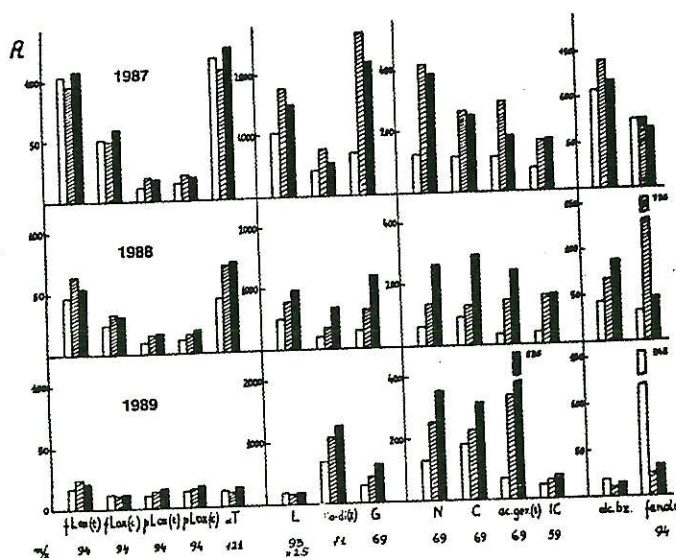


Fig. 6

	180 qli/ha	120 qli/ha	90 qli/ha
1987:			
1988 e 1989:			
	120 qli/ha	90 qli/ha	60 qli/ha

(analisi effettuate nel gennaio 1990)

f Lox (t): ossido di linalolo furanico trans
f Lox (c): ossido di linalolo furanico cis
p Lox (t): ossido di linalolo piranico trans
p Lox (c): ossido di linalolo piranico cis
α-T: α-terpineolo
L: linalolo
Ho-di (1): diendiolo (1)
G: geraniolo
N: nerolo

C: citronello
ac. ger. (t): acido trans geranico
IC: idrossicitronellolo
alc bz: alcool benzilico
R: misura relativa di area del composto rispetto a quello di uno standard (vedi tab. n. 3).
m/z: frammento prescelto per il dosaggio in spettrometria di massa.

Contenuto di terpeni complessati in vini Gewürztraminer di differenti annate.

Annate	89	88	87	86	82	78
Composti						
tr f. linalolox	(µg/l) 18	12	22,5	18	18	7,7
cis f. linalolox	21	16	28	22	34	21
Linalolo	6,4	0,9	0,2	0,1	0,2	0,1
α-terpineolo	16,5	7,2	6,7	3,5	10,2	6,6
tr p. linalolox	4,7	2,7	6,2	4	4,5	2,4
cis p. linalolox	2	2,2	5,1	3,9	6,5	3,5
Citronellolo	13,5	6,9	1,2	0,4	1,3	0,2
Nerolo	67	42	31	11,5	23	7,9
Geraniolo	305	256	117	41	61	7,8
Acido tr. geranico	69	55	58	46	23	8,1
Diendiolo (1)	9,5	4,1	4,6	5,2	5,8	0,2
Diendiolo (2)	1	0,7	0,9	0,2	0,5	0,4
OH-Citronellolo	20	67	44,5	30	27,5	19,5
tr 8-OH-linalolo	28	16	24	13	17	1,5
cis 8-OH-linalolo	42	22	40	28	46,5	0,2
7-OH-geraniolo	69	72	265	119	113	21,5
2-OH-1,8-cineolo	4,5	3	3,6	3,8	5,4	0,7
Dichetone norisop.	35	22	33	19	6,5	5
3-cheto-α-ionolo	152	96	155	79	153	138

Tab. 5

- 1) Aurich M., Versini G., Dalla Serra A., 1987; «Influenza dell'epoca di vendemmia e della macerazione sulle caratteristiche di tipicità dei vini Traminer aromatico dell'Alto Adige» in Atti simposio: «Le sostanze aromatiche dell'uva e del vino». S. Michele all'Adige, Manfrini ed. 1989, 223 - 232.
- 2) Aurich M. ed altri, 1990 - Weinbautagung - Caldaro (BZ), 23 gennaio 1990.
- 3) Bayonove C., Cordonnier R., 1971; «Le linalool, constituant important mais non spécifique de l'arome des muscats C. R. Acad. Agric. 57, 1374 - 77.
- 4) Bayonove C., Cordonnier R., Ratier R., 1974; «Localisation de l'arome dans la baie de raisin: variétés Muscat d'Alexandrie et Cabernet-Sauvignon» C. R. Ac. Agric. Fr., 60/18, 1321 - 1329.
- 5) Bitteur S. M., Baumes R.L., Bayonove C. L., Versini G., Martin C. A., Dalla Serra A., 1990; «2-Exo-Hydroxy-1,8-cineole: a new component from grape var. Sauvignon», J. Agric. Food Chem., 38, 1210 - 1213.
- 6) Di Stefano R., Castino M., 1983; «Evoluzione dei composti di natura terpenica durante la conservazione dell'Asti spumante». Riv. Vitic. Enol., 36, 245 - 258.
- 7) Di Stefano R., 1989; «Evoluzione dei composti terpenici liberi e glucosidici e degli actinidioli durante la conservazione dei mosti e dei vini in funzione del pH» Riv. Vitic. Enol., 2, 11 - 23.
- 8) Drawert F., Rapp A., 1968; «Gaschromatographische Untersuchung pflanzlicher Aromen. I. Anreicherung, Trennung und Identifizierung von flüchtigen Aromastoffen in Traubenmosten und Weinen» Chromatographia, 1, 446 - 457.
- 9) Gramatica P., Manitto P., Ranzi B. M., Delbianco A., Francavilla M., 1982; «Stereospecific reduction of geraniol to (R)-(+)-citronellol by *Saccharomyces cerevisiae*» Experientia, 38, 775 - 776.
- 10) Grossmann M., Rapp A., Reith W., 1987; «Enzymatische Freisetzung gebundener Aromastoffe» in Wein, Dtsch. Lebensm. Rdsch., 83/1, 7-12.
- 11) Grossmann M., Rapp A., 1988; «Steigerung des sortentypischen Weinbuketts nach Enzymbehandlung», Dtsch. Lebensm. Rdsch., 84/2, 35 - 37.
- 12) Gunata Y.Z., 1984; «Recherches sur la fraction liée de nature glycosidique de l'arome du raisin: importance des terpénylglycosides; action de glucosidases» Tesi Univ. Sc. et Techn., du Langüedoc.
- 13) Mandery H., 1983; «Gaschromatographisch-massenspektrometrische Untersuchung flüchtiger Inhaltsstoffe des Traubenmost- und Weinaromas: Auswirkung der Süßung auf die Aromazusammensetzung» Dissertation, Universität Karlsruhe.
- 14) Marais J., 1987; «Terpene concentrations and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. Gewürztraminer as affected by grape maturity and cellar practices». Vitis, 26, 231 - 245.
- 15) Marais J., Rapp A., 1988; «Effect of skin-contact time and temperature on juice and wine composition and wine quality». S. Afr. J. Enol. Vitic., 9, 22 - 30.
- 16) Paisarnrat S., Abmid C., 1985; «Bioconversion of geraniol by a cell suspension culture of Muscat grapes: development and metabolic pathways» in «Topics in flavour research» R. C. Berger, S. Nitz e P. Schreier ed., H. Eichhorn; Marzling-Hangenhain, pp 321 - 333.
- 17) Rapp A., Güntert M., Ullemeyer H., 1985; «Über Veränderung der Aromastoffe während der Flaschenlagerung von Weißweinen der Rebsorte Riesling - Z. Lebensm. Unters. Forsch., 180, 109 - 116.
- 18) Rapp A., Knipser W., Engel L., 1980; «Identifizierung von 3,7-Dimethyl-Octa-1,7-dien-3,6-diol im Trauben- und Weinroma von Muskatsorten» Vitis 19, 226 - 229.
- 19) Rapp A., Knipser W., Engel L. L., Hastrich H., 1981; «Neuere Ergebnisse über die Aromastoffe verschiedener Weine» Proceed. 6 Intern. Oenol. Symposium; 28 - 30 April 1981 - Mainz, p 137 - 147.
- 20) Rapp A., Mandery H., 1986; «Wine aroma». Experientia, 42, 873 - 884.
- 21) Rapp A., Rieth W., Ullemeyer H., 1985; «Untersuchungen über den Einfluß der Entsäuerung mit Calciumcarbonat auf die flüchtigen Inhaltsstoffe von Traubenmost und Wein» Vitis, 24, 241 - 256.
- 22) Scienza A., Versini G., Mattivi F., 1989; «Il profilo aromatico ed antocianico dell'uva e del vino di Moscato rosa» Atti Accad. Ital. Vite e Vino, XLI, 159 - 182.
- 23) Schreier P., Drawert F., Junker A., 1976; «Gaschromatographisch massenspektrometrische Differenzierung der Traubenaromastoffe verschiedener Rebsorten von *Vitis Vinifera*». Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 4, 154 - 157.
- 24) Strauss C.R., Wilson B., Gooley P.R., Williams P.J., 1986; «Role of monoterpenes in grape and wine flavor» in «Biogenesis of aromas» - ACS Symposium series n 317 - T. H. Parment and R. Croteau eds. - Am. Chem. Soc.-Washington-pp 222 - 242.
- 25) Strauss C. R., Gooley P.R., Wilson B., Williams P.J., 1987; «Application of droplet countercurrent chromatography to the analysis of conjugated forms of terpenoids, phenols and other constituents of grape juice». J. Agr. Food Chem., 35, 519 - 524.
- 26) Versini G., 1980; «Applicazione delle colonne capillari in enologia», Atti 3 Congresso Nazionale di Chimica Analitica, Siena, 103 - 105.
- 27) Versini G., 1985; «Sull'aroma del vino «Traminer aromatico» o Gewürztraminer» Vignevini, XII, 57 - 65.
- 28) Versini G., Dalla Serra A., Dell'Eva M., Stefanini M., Inama S., 1987; «Caratteristiche aromatiche dell'uva e del vino Moscato rosa» in «Atti Simposio: Le sostanze aromatiche dell'uva e del vino», S. Michele all'Adige, Manfrini ed. 1989, Rovereto - pp. 399 - 410.
- 29) Versini G., Dalla Serra A., Dell'Eva M., Scienza A., Rapp A., 1988; «Evidence of some glycosidically bound new monoterpenes and norisoprenoids in grapes». In «Bioflavour 87»; Schreier P.ed.; de Gruyter: Berlin, New York, pp 161 - 170.
- 30) Versini G., Dalla Serra A., Rapp A., 1989; «Profilo aromatico dell'uva e del vino Teroldego Rotaliano», Atti Convegno «Il Teroldego Rotaliano» - 1/2 sett. 1989 - S. Michele all'Adige, 69 - 81.
- 31) Versini G., Inama S., Peratoner F., 1984; «Risultati biennali dell'applicazione di una breve macerazione su vinaccia e di variazione di pH, sulla componente aromatica e sull'esame organolettico dei vini Müller Thurgau e Traminer Aromatico in prove di cantina». Incontro - dibattito S.R.E.A. - aprile 1984 - Istituto Agrario Provinciale, S. Michele all'Adige.
- 32) Versini G., Rapp A., Volkmann C., Scienza A., 1989; «Flavour compounds of clones from different grape varieties». 5th Intern. Symp. on grape breeding - 12/16 Sept. 1989. St. Martin/Pfalz, FRG; Vitis, special issue, 513 - 524.
- 33) Versini G., Scienza A., Dell'Eva M., Dalla Serra A., Romano F., 1988; «Presenza ed interesse di sostanze monoterpeniche e norisopreniche in uve da cloni Chardonnay e Sauvignon Blanc nel Trentino» - Atti Accad. Ital. Vite e Vino, XL, 121 - 134.
- 34) Versini G. et al., 1990, dati non pubblicati.
- 35) Wilson B., Strauss C.R., Williams P. J., 1986; «The distribution of free and glycosidically-bound monoterpenes among skin, juice and pulp fractions of some white grape varieties». Am. J. Enol. Vitic., 37/2, 107-111.