

DOCUMENTO  
TECNICOP. Piombino  
A. Genovese

\*Paola Piombino  
\*Rita Pessina  
\*Alessandro Genovese  
\*\*Jean-Luc Le Quééré  
\*Luigi Moio

\* Università degli Studi di  
Foggia, Dipartimento di Scienze  
degli Alimenti, Foggia

\*\* UMR Arômes INRA-ENESAD,  
INRA Dijon Cedex, France

## GLI ODORI DI FRUTTI DI BOSCO DELL'AROMA DEL VINO. PARTE II: ANALISI STRUMENTALE

Vini con evidenti note odorose di frutti di bosco, sono stati analizzati mediante GC/O e GC/MS, allo scopo di identificare le molecole volatili coinvolte nell'espressione di tali specifiche note fruttate. Più molecole sono risultate responsabili di odori di frutti di bosco, cinque delle quali sembrano svolgere un ruolo di maggiore impatto olfattivo nei vini rossi.

### Introduzione

Sebbene le caratteristiche sensoriali del vino siano fortemente influenzate dalla varietà di uva impiegata e dalla sua origine geografica (Noble, 1988; Moio et al., 1993), numerosi studi dimostrano che le note aromatiche di frutti rossi partecipano in modo significativo, talvolta dominante, al profilo aromatico di svariati vini rossi ottenuti da differenti vitigni a bacca nera e di diversa origine geografica (Williams et al. 1982;

Amerine and Roessler 1983; Guinard and Cliff 1987; Heymann and Noble 1987; McDaniel et al. 1987; Abbott et al. 1991; Aubry 1999; Monteleone and Carlucci 2001).

Pochi sono, invece, gli studi chimico-fisici finalizzati a stabilire l'origine molecolare delle note aromatiche di frutti rossi nel vino (Moio and Etievant 1995; Aubry 1999).

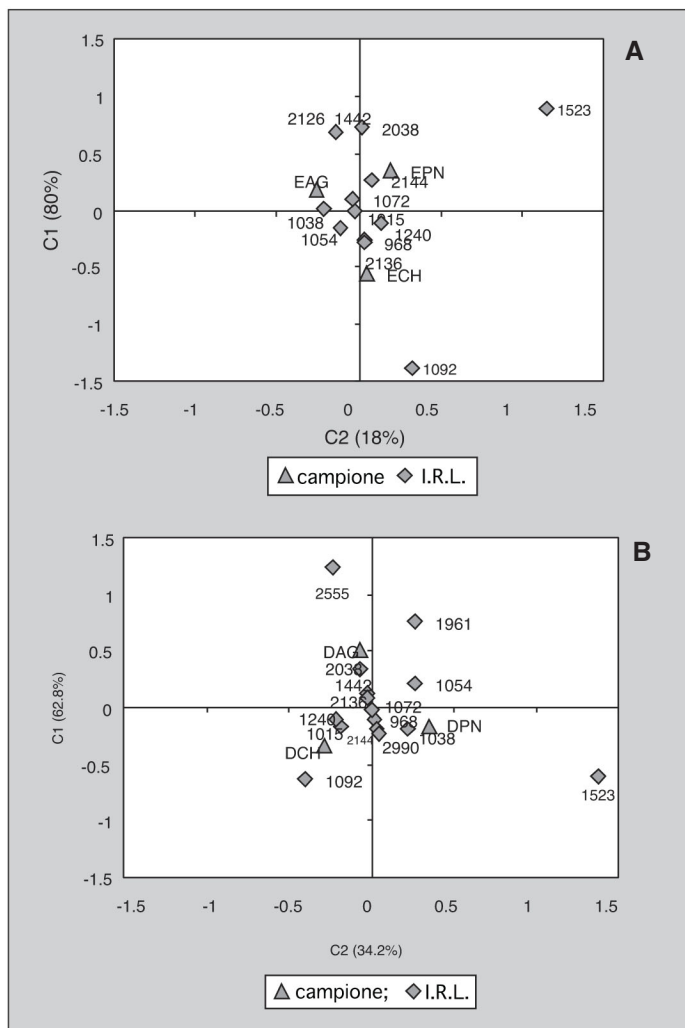
In questo lavoro sono stati presi in considerazione 20 vini rossi monovarietali ottenuti da uve Pinot noir e Agliani-

co, entrambi caratterizzati da note odorose di frutti rossi (Aubry 1999; Monteleone and Carlucci 2001), allo scopo di identificare le molecole volatili coinvolte nell'espressione del carattere aromatico frutti di bosco del vino.

Tra i campioni sottoposti ad analisi sono stati inseriti anche due vini bianchi ottenuti dalla cultivar Chardonnay allo scopo di valutare se i descrittori d'aroma frutti rossi fossero associabili esclusivamente ai vini rossi.



**Fig. 1 - Analisi delle corrispondenze delle zone odorose di frutti rossi rilevate durante l'analisi olfattometrica degli estratti ottenuti con i metodi di estrazione 1 e 2**



(Fig. A: ECH: Chardonnay; EPN: Pinot noir; EAG: Aglianico).  
(Fig. B: DCH: Chardonnay; DPN: Pinot noir; DAG: Aglianico).

## Materiali e metodi

**Campioni.** La selezione dei campioni maggiormente caratterizzati da odori di frutti rossi è stata eseguita secondo quanto riportato da Piombino et al. (2004). Sono stati sottoposti ad analisi 3 campioni di vino (1 Pinot noir, 1 Aglianico ed 1 Chardonnay).

**Preparazione degli estratti.** Metodo I: estrazione liquido-liquido con  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ .

Tre campioni di 200 mL di ciascun vino sono stati posti in una beuta da 500 mL (Moio et al. 1995) contenente un agitatore magnetico e

saturata con  $\text{N}_2$  gassoso, adizionati con 0,5 mL di BHA (2g/L $\text{EtOH}$ ) e quindi estratti con 5 mL di  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  distillato.

La beuta saturata di azoto e tappata è stata sottoposta ad agitazione magnetica a 500 rpm e mantenuta in un bagno di ghiaccio fuso alla temperatura costante di 0°C per 3h.

Alla fine dell'estrazione la beuta è stata capovolta e lasciata decantare a temperatura ambiente per 1h, al termine dalla quale è stato possibile recuperare la fase organica (~1,5 mL).

L'estratto così ottenuto è stato disidratato con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , filtrato ed infine conservato a -18°C.

Metodo II: demixione-distillazione-microestrazione con  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ .

171 g di  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  e 47,31 g di  $\text{H}_2\text{NaPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sono stati introdotti come agenti demixanti in una beuta da 500 mL (Moio et al., 1995), insieme a 1 mL di BHA (2g/L $\text{EtOH}$ ) e 375 g di vino. La beuta saturata di azoto è stata rapidamente chiusa, posta a 25°C e sottoposta ad agitazione magnetica fino al completo dissolvimento dei sali demixanti. Dopo 1h il demixato è stato recuperato (~15 mL) e conservato a -18°C.

Il demixato è stato filtrato su lana di vetro e sottoposto ad una distillazione sotto vuoto in due stadi (I:  $10^{-2}$  mbar per 45 min; II:  $10^{-4}$  mbar per 1h) allo scopo di allontanare la frazione non volatile costituita principalmente da pigmenti e sali. Il distillato totale così ottenuto (~15 mL) è stato conservato a -18°C.

5 mL di ciascun distillato sono stati posti in una bottiglia da 25 mL, diluiti con 20 mL di una soluzione salina acquosa di  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (263 g/L) e dopo aggiunta di 0,5 mL di  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  distillato, sottoposti ad agitazione magnetica per 30 min. Dopo separazione delle due fasi, la fase organica è stata disidratata con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , filtrata e conservata a -18°C fino al momento delle analisi gas-cromatografiche.

**Gas-cromatografia/Olfattometria (GC/O).** Le analisi sono state eseguite utilizzando un gas-cromatografo serie 6890 Agilent Technologies, munito di iniettore split-splitless, rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID) e porta sniffing umidificata posti a 250°C, e di colonna capillare in silice fusa DBWax (30 m, 0,32 mm i.d., spessore del film = 0,5 mm; J&W Scientific Inc.). Un flusso di idrogeno di 50 cm/s è stato impiegato come gas di trasporto (modalità flusso costante).

La temperatura del forno è stata così programmata: 40°C → 240°C (5°C/min),

240°C (10 min). 2  $\mu\text{L}$  di ogni campione sono stati iniettati senza previa concentrazione.

L'analisi olfattometrica, eseguita applicando il metodo delle frequenze di citazione, è stata condotta da una giuria composta da 10 persone (5 donne, 5 uomini, età media di 41 anni) reclutate tra la popolazione dijonese. L'intera giuria è stata sottoposta alla verifica delle capacità olfattive mediante test di sensibilità e di riconoscimento (Rouby et al. 1997). Ogni giudice ha eseguito 6 sedute di misura corrispondenti all'analisi olfattometrica di altrettanti campioni (quadrato latino), precedute da 3 sniffing di addestramento.

Gli indici di ritenzione lineare (L.R.I.) corrispondenti alle molecole rilevate dal FID e agli odori percepiti all'analisi olfattometrica sono stati calcolati secondo il metodo riportato da Van den Dool & Kratz (1963), utilizzando come riferimento una soluzione di idrocarburi (C10 → C30).

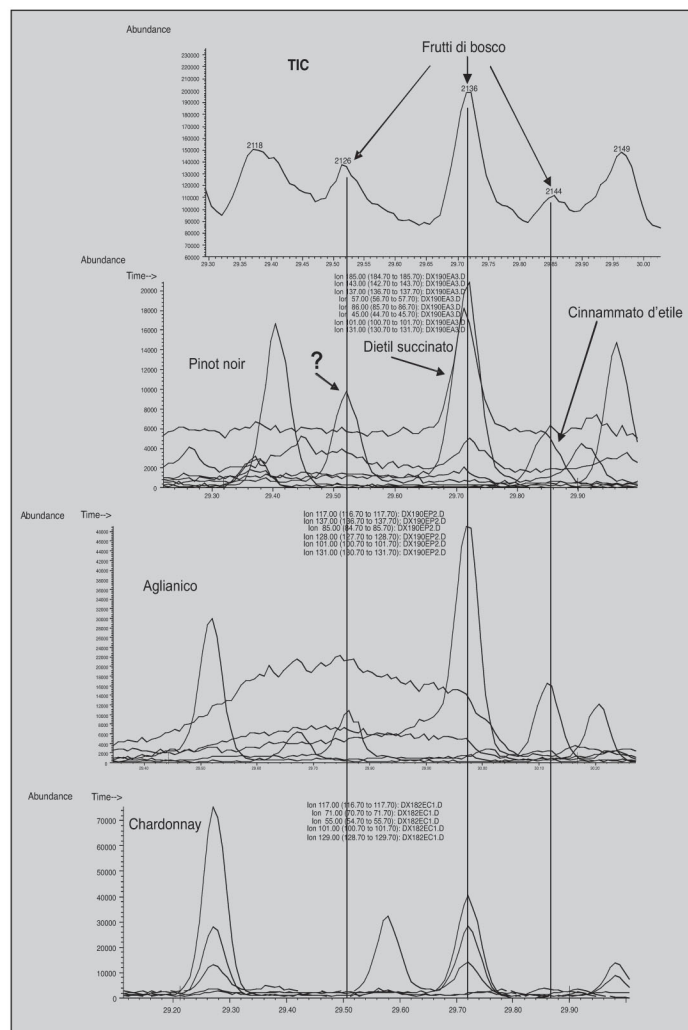
Il trattamento statistico delle frequenze di citazione è stato eseguito mediante Analisi delle Corrispondenze (CA) con il pacchetto statistico JMP versione 4.0 (SAS Institute).

**Gas-cromatografia/Spettrometria di massa (GC/MS).** Le analisi sono state eseguite mediante un spettrometro di massa serie 5973 direttamente interfacciato con un gas-cromatografo serie 6890 (Agilent Technologies).

Lo spettrometro era munito di sorgente ionica ad impatto elettronico EI-(70 eV) e di un analizzatore quadrupolo. Come carrier gas è stato utilizzato l' $\text{He}$  nella modalità flusso costante (42 cm/s). Le condizioni di lavoro impiegate corrispondono a quelle descritte per l'analisi GC/O. L'identificazione delle molecole è stata eseguita sulla base degli IRL e confrontando gli spettri di massa sperimentali con quelli riportati nelle banche dati Wiley® e NIST '98.



**Fig. 2. Profilo cromatografico della zona del TIC in corrispondenza della quale sono stati percepiti gli odori associati agli I.R.L. 2126, 2136, 2144**



La molecola con IRL=2126 non è presente nell'estratto di Chardonnay.

## Risultati e discussione

I dati ottenuti dall'analisi olfattometrica sono stati sottoposti ad Analisi delle Corrispondenze (CA) prendendo in considerazione i numeri di citazione (frequenze  $\geq 20\%$ ) corrispondenti alle zone odorose descritte con almeno un attributo di frutti rossi.

Dalle frequenze di citazione (Tab. 1) sono state costruite le matrici di contingenza (estratti vs. citazioni) a partire dalle quali è stata eseguita l'analisi delle corrispondenze che ha fornito le carte degli odori di frutti rossi relative ai due metodi di estrazione (Fig. 1A e B).

L'analisi delle corrispondenze è una tecnica multiva-

riata che ha obiettivi simili a quelli della PCA (Analisi dei Componenti Principali): entrambe riducono la dimensionalità dei dati, tuttavia la prima consente una distinzione più fine delle singolarità. (McEwan & Schlich, 1991/92). Per tale motivo la CA si rivela particolarmente adatta al confronto di profili cromatografici quantitativi e/o olfattometrici, essendo in grado di mettere in evidenza in modo estremamente significativo la presenza di un composto (anche a bassa concentrazione) e/o di un odore (anche lieve) caratteristici di uno specifico prodotto. Questo tipo di rappresentazione si interpreta sulla base della distanza esistente tra due variabili (campione-composto): l'importanza di un punto aumenta all'aumentare della sua distanza dall'origine delle componenti.

Nel piano riportato in Fig. 1A (metodo di estrazione 1), l'asse verticale rappresenta l'80% e l'asse orizzontale il 18% dell'informazione contenuta nella matrice di contingenza iniziale. I due vini rossi Pinot noir (EPN) ed Aglianico (EAG) occupano la metà superiore della carta, contrariamente allo Chardonnay (ECH) che è posizionato nella metà inferiore marginalmente alla nube di punti.

Il solo indice di ritenzione posizionato lungo la direzione del vino bianco è il 1092 corrispondente all'isobutano- lo e descritto con il termine fruttato. Nel caso degli estratti ottenuti da Pinot noir ed Aglianico, la posizione degli indici 1442 (etil ottanoato), 2038 (furaneolo), 2144 (cinnamato d'etile), 1038 (etil butirrato) e 2126 (non identificato) indica che il contributo olfattivo dovuto alle molecole corrispondenti è più correlabile ai vini ottenuti da uve a bacca nera.

La molecola responsabile dell'odore percepito all'IRL = 2126 (fragola, lampone, ciliegia, caramello vaniglia) è tuttora in fase di identificazione e la sua presenza appare particolarmente interessante in quanto essa è stata rilevata mediante GC/MS esclusi-

sivamente negli estratti di Aglianico e Pinot noir (Fig. 2).

L'etil butirrato (1038) è un composto riportato in letteratura come una delle molecole chiave dell'aroma di diversi frutti di bosco: fragola (Larsen et al., 1992), lampone (Roberts e Acree, 1996) e ribes nero (Latrasse et al., 1982).

In corrispondenza dell'indice 2144 è stato identificato il cinnamato di etile, descritto con i termini frutta esotica, marmellata, prugna secca, fragola. Questo estere è uno dei composti (etil diidrocinnamato, cinnamato d'etile, metil antranilato e etil antranilato) che Moio & Etievant (1995) hanno indicato come possibili responsabili delle tipiche note fruttate del Pinot noir prodotto in Borgogna. Questa ipotesi è stata confermata strumentalmente ma non è stata supportata dai risultati ottenuti mediante analisi sensoriale da Aubry (1999), che eseguendo test discriminanti tra vini Pinot noir addizionati e non con i quattro esteri indagati, non ha riscontrato differenze significative. Tuttavia, nell'esecuzione di tali test non sono stati valutati vini addizionati simultaneamente con i quattro esteri, trascurando così eventuali effetti sinergici tra le molecole esaminate.

L'odore dovuto al 3-idrossibutirrato d'etile (1523), descritto con gli attributi fragola, frutti di bosco, fruttato, agrumi, è stato percepito soltanto durante l'analisi olfattometrica dell'estratto di Pinot noir suggerendo un possibile ruolo come marcatore aromatico di questo vino. Un ruolo importante è stato già attribuito a questo composto, esso è stato infatti indicato come composto aromatico chiave del succo d'uva "muscadine" e descritto come caratterizzato da un odore di marshmallow (caramella soffice e gommosa aromatizzata alla frutta), "muscadine" (Baek et al., 1997).

Il furaneolo (2038) è ritenuto il composto chiave dell'aroma della fragola (Larsen & Poll., 1992) ed è stato



**Tab. 1 - Numero di citazioni corrispondenti alle zone odorose di frutti rossi rilevate negli estratti ottenuti con i metodi di estrazione 1 (ECH: Chardonnay; EPN: Pinot noir; AEG: Aglianico) e 2 (DCH: Chardonnay; DPN: Pinot noir; DAG: Aglianico)**

I.R.L.		Composto	Descrittore riportato in letteratura	Descrittore sperimentale	n° Citazioni metodo 1					n° Citazioni metodo 2				
Metodo 1	Metodo 2				ECH	EPN	EAG	Tot	%	DCH	DPN	DAG	Tot	%
968	968	isobutirrato di etile	fragola (a), fruttato (b)	frutta, arancia, fragola	5	3	3	11	37	6	6	5	17	57
1015	1015	isobutil acetato	fruttato (a, b)	fruttato, mela, caramella, alla fragola	9	9	9	27	90	8	5	5	18	60
1038	1038	etil butirrato	Fruttato (a), caramella alla fragola (b)	fragola, frutti di bosco, fruttato	6	5	8	19	63	4	6	3	13	43
1054	1054	etil-2-metilbutirrato	fruttato (a,b)	fruttato, ananas, fragola, aroma alla frutta	8	5	7	20	67	2	5	5	12	40
1072	1072	etil isovalerato	fragola (a), ribes nero - frutti rossi (b)	fragola, mela, sciroppo alla frutta	4	5	5	14	47	6	6	6	18	60
1092	1092	isobutanolo	vino (a), alcool (b)	fruttato	5	0	0	5	17	8	3	1	12	40
1240	1240	etil esanoato	frutto della passione (a), mela verde (b)	fruttato, caramella alla frutta	8	7	5	20	67	7	4	5	16	53
1422	1422	etil ottanoato	fruttato, brandy (a)	fragola, ananas, agrumi	0	3	3	6	20	3	3	4	10	33
1523	1523	etil-3-idrossibutirrato	fruttato - uva (a), "muscadine" - "marshmallow" (b)	fragola, frutti di bosco, fruttato, agrumi	0	3	0	3	10	0	4	0	4	13
	1961	maltolo	tostato (a), caramello (b)	fragrante, fragole cotte, marmellata						0	2	4	6	20
2038	2038	furaneolo	fragola - caramello (a), "cotton candy" (b)	caramello, fragola	0	4	3	7	23	4	4	8	16	53
2126	NI			fragola, lampone, ciliegia, caramello, vaniglia	0	3	3	6	20					
2136	2136	dietil succinato	gradevole (a)	sciroppo di frutta, lampone, mela	7	4	4	15	50	4	4	5	13	43
2144	2144	cinnammato d'etile	prugna secca (a), fragola (b)	marmellata, prugna, lampone frutti di bosco	2	4	3	9	30	3	3	2	8	27
	2555	NI		vaniglia, fragola, dolce						0	0	6	6	20
	2990	NI		vaniglia, dolce, caramella ai frutti di bosco						5	5	3	13	43

(a) *Flavors & Fragrances*, 2002; (b) *Ferreira et al.*, 2002

identificato per la prima volta da Rapp et al. (1980) nelle uve di viti americane (*Vitis labrusca*, *Vitis rotundifolia*) e ad esso è stata attribuita la responsabilità del tipico aroma evocante la fragola di queste uve. Successivamente il furaneolo è stato identificato da diversi autori anche nelle uve e nei vini di *Vitis vinifera*: nel Merlot e nel Cabernet Sauvignon (Kosteridis et al., 2000), in alcuni vini spagnoli tra cui il Rioja (Ferreira et al., 2001) e nel vino Grenache (Lopez et al., 1999).

Sulla mappa riportata in Figura 1B, relativa allo sniffing dell'estratto ottenuto con il metodo di estrazione 2, è rappresentato il 97% della varianza (asse verticale F1: 62.8%; asse orizzontale F2: 34.2%).

I tre campioni di vino rappresentati dai punti DAG (Aglianico), DPN (Pinot

noir) e DCH (Chardonnay), occupano differenti zone della carta. La molecola maggiormente correlabile al vino bianco Chardonnay è anche in questo caso l'isobutanolo (1092), confermando il risultato ottenuto dall'analisi olfattometrica degli estratti ottenuti con il metodo di estrazione 1.

Anche per quanto riguarda i due vini rossi viene confermata l'importanza del butirrato d'etile (1038), del cinnammato dietile (2144) e del 3-idrossibutirrato d'etile (1523) in modo particolare per il Pinot noir, dell'ottanoato d'etile (1442) e soprattutto del furaneolo (2038) per l'Aglianico.

Il metodo di estrazione 2 ha inoltre messo in evidenza il contributo del 2-metilbutirrato d'etile (1054), del maltolo (1961) e di un composto non identificato con

I.R.L.=2555.

Le restanti molecole, occupando una posizione centrale nei piani risultano giocare un ruolo pressoché equivalente negli estratti dei tre vini.

## Considerazioni conclusive

Differenti molecole volatili sono risultate coinvolte nella espressione delle note odorose di frutti di bosco nel vino. Tali note odorose sono state percepite sia durante l'analisi olfattometrica di estratti ottenuti dai vini rossi Aglianico e Pinot noir, sia nell'estratto ottenuto da vino bianco Chardonnay. Tuttavia, l'Analisi delle Corrispondenze ha consentito di mettere in evidenza alcune tra le molecole responsabili di tali odori, maggiormente correlabili ai vini rossi. I tre esteri etil butirrato,

etil ottanoato e cinnammato d'etile, insieme al furaneolo hanno dimostrato una maggiore correlazione con gli estratti di Pinot noir e di Aglianico ottenuti con entrambi i metodi di estrazione applicati.

Il metodo di estrazione costituito da demixione seguita da distillazione e microestrazione, ha consentito di mettere in evidenza l'importante ruolo aromatico svolto dal furaneolo, in modo particolare nel caso del vino Aglianico (odore più intenso presente nel corrispondente aroma-gramma, non mostrato).

L'odore dovuto al 3-idrossibutirrato d'etile, descritto con i termini fragola, frutti di bosco, fruttato, agrumi, essendo stato percepito soltanto negli estratti di Pinot noir potrebbe costituire un marcatore aromatico di questo vino.

Ulteriori indagini sono in



corso allo scopo di identificare la molecola caratterizzata dall'indice 2126 e descritta con i termini fragola, lampone, ciliegia, caramello e vaniglia, che essendo risultata totalmente assente negli estratti ottenuti dal vino bianco, potrebbe svolgere un importante ruolo nell'espressione delle note di frutti rossi nei vini ottenuti da uve a bacca nera.

Test di omissione su soluzioni modello ricostituite e su vini potrebbero meglio chiarire l'impatto olfattivo di ciascun composto e fornire informazioni utili sulle interazioni sinergiche tra molecole odorose e tra componenti della frazione volatile e non volatile del vino. ■

## Riassunto

Vini selezionati perché caratterizzati da dominanti note odorose di frutti do bosco, sono stati analizzati mediante gas-cromatografia/olfattometria e gas-cromatografia/spettrometria di massa, allo scopo di identificare le molecole volatili coinvolte nell'espressione di tali specifiche note fruttate.

I dati ottenuti dall'analisi olfattometrica eseguita con la tecnica delle frequenze di citazione, sono stati sottoposti ad Analisi delle Corrispondenze (CA). Le carte così ottenute hanno consentito di mettere in evidenza che più molecole sono coinvolte nell'espressione delle note odorose di frutti di bosco nel vino, la maggior parte delle quali sono state rilevate anche nel vino bianco.

Cinque di questi composti volatili sembrano svolgere un ruolo olfattivo più importante nei vini rossi: etil butirato, etil ottanoato, furaneolo, cinnammato d'etile ed un composto tuttora in corso di identificazione (I.R.L. = 2126), la cui presenza è stata rilevata esclusivamente nei due vini rossi.

Il 3-idrossi etilbutirato essendo specifico del profilo olfattometrico del Pinot noir potrebbe svolgere un ruolo chiave nel tipico aroma di frutti rossi di questo vino.

## Abstract

Wines selected because characterized by dominant berry odours, were analysed both by gas-chromatography/olfactometry and gas-chromatography/mass spectrometry, to investigate the molecular origin of berry odours. Data were analysed by Correspondence Analysis (CA).

Results showed that more compounds are involved in the berry character of wine, and the odors due to most of them were detected also in the white wine. The olfactory role played by some of these compounds seems to be more important in red wines. These compounds are ethyl butyrate, ethyl octanoate, furaneol, ethyl cinamate and an unknown compound characterised by the L.R.I.=2126. This last was identified only in red wine extracts. The ethyl-3-hydroxybutyrate resulted specifically associated to the Pinot noir, than it could be a key odorant involved in the typical berry fruits flavour of this wine.

## Ringraziamenti

*Il lavoro è stato svolto nell'ambito del programma di ricerca POM – misura 2 – B35.*

*Si ringraziano il Mipaf e l'Assessorato all'Agricoltura della Regione Campania per il sostegno finanziario.*

## Bibliografia

- Abbott, N.A., B.G. Coombe, & P.J. Williams. The contribution of hydrolyzed flavor precursors to quality differences in Shiraz juice and wines: an investigation by sensory descriptive analysis. *American Journal of Enology and Viticulture*. 42: 167-174 (1991).
- Amerine, M.A., & E.B. Roessler. *Wines. Their Sensory Evaluation*. 432 pp. Freeman and Co., New York (1983).
- Aubry, V. Contribution à la connaissance aromatique des vins de Pinot noir de Bourgogne par des méthodes instrumentales et sensorielles. Tesi di dottorato, Université de Bourgogne (1999).
- Baek, H.H., K.R. Cadwallar,

E. Marroquin, & J.N. Silva. Identification of predominant aroma compounds in muscadine grape juice. *Journal of Foods Science*. 62: 249-252 (1997).

Ferreira, V., M. Aznar, R. Lopez, & J. Cacho. Quantitative gas-chromatography-olfactometry carried out at different dilutions of an extract. Key differences in the odour profiles of four high-quality Spanish aged red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 4818-4824 (2001).

Guinard, J.X., & M. Cliff. Descriptive analysis of Pinot noir wines from Carneros, Napa, and Sonoma. *American Journal of Enology and Viticulture*. 38: 211-215 (1987).

Hayman, H., & A.C. Noble. Descriptive analysis of commercial Cabernet Sauvignon wines from California. *American Journal of Enology and Viticulture*. 38(1): 41-44 (1987).

Kotseridis, Y., A. Razungles, A. Bertrand, and R. Baumes. Differentiation of the aromas of Merlot and Cabernet Sauvignon wines using sensory and instrumental analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48: 5383-5388 (2000).

Larsen, M., & L. Poll. Odour threshold of some important aroma compounds in strawberries. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*. 195:120-123 (1992).

Latrasse, A., J. Riguard, & J. Sarris. L'arome du cassis (*Ribes nigrum* L.). Odeur principale et notes secondaires. *Science des Aliments*. 2 : 145-162 (1982).

Lopez R., V. Ferreira, P. Hernandez, & J.F. Cacho. Identification of impact odorants of young red wines made with Merlot, Cabernet Sauvignon and Grenache grape varieties: a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79, 1461 (1999).

McDaniel, M., L.A. Henderson, B.Y. Watson jr., & D. Heatherbell. Sensory panel training and screening for descriptive analysis of the aroma of Pinot noir wine fermented by several strains of malolactic bacteria. *Journal of Sensory Studies*. 2:149-167 (1987).

McEwan, J.A., & Schlich, P. Correspondence analysis in sensory evaluation. *Food Quality and Preference*. 3: 23-36 (1991).

Moio, L., & P.X. Etiévant. Ethyl anthranilate, ethyl cinamate, 2,3-dihydrocinnamate, and methyl anthranilate: four important odorants identified in

Pinot noir wines of Burgundy. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46(3): 392-398 (1995).

Moio, L., P. Schlich, S. Isanchou, P.X. Etiévant, and M. Feuillat. 1993. Description de la typicité aromatique de vins de Bourgogne issus du cépage Chardonnay. *J. Int. Sci. Vigne Vin*. 27: 179-189.

Monteleone, E., & A. Carlucci. Il profilo sensoriale dei vini ottenuti da uve autoctone dell'Italia meridionale: un nuovo metodo sperimentale per l'analisi descrittiva delle proprietà aromatiche. *Proceedings 2° Workshop Miglioramento e valorizzazione dei vini ottenuti da uve autoctone dell'Italia meridionale attraverso lo studio ed il controllo delle variabili critiche che ne determinano la tipicità sensoriale*. Foggia, Italy. pp. 141-152 (2001).

Noble, A.C. Analysis of wines sensory properties. In *Wine analysis*. H.F. Linsens & J.F. Jackson, Berlin, Springer. pp. 10-28. (1988).

P. Piombino, S. Nicklaus, Y. Le Fur, L. Moio and J-L Le Quére. A Strategy to Select Products Presenting Given Flavour Characteristics: an Application to Wine. *American Journal of Enology and Viticulture* ((2003 in press).

Rapp, A., W. Knipser, L. Engel, H. Ullemeyer, & W. Heilmann. [A typical aroma compounds in grapes and wines from interspecies hybrid vines. I. Strawberry note.] *Fremdkomponenten im Aroma von Trauben und Weinen interspezifischer Rebsorten. I. Die Erdbeernote*. *Vitis*. 19: 13-23 (1980).

Roberts, D., & T.E. Acree. Effects of heating and cream addition on fresh raspberry aroma using a Retronasal Aroma Simulator and gas chromatography olfactometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44: 3919-3925 (1996).

Rouby, C., B. Gautier, C. Chevalier, and D. Dubois. 1997. Connaissance et reconnaissance d'une série olfactive chez l'enfant préscolaire. In *L'odorat chez l'enfant: perspectives croisées*. B. Schaal (Eds.), pp. 152-171. Vendôme: Presses Universitaires de France.

Williams, A.A., C.R. Baines, & G.M. Arnold. Towards the objective assessment of sensory quality in less expensive red wines. *Sensory Quality*. 322-329 (1982).

