

ENZIMI PECTOLITICO-GLICOSIDASICI ESOGENI IN MOSTI E VINI: ASPETTI ANALITICI E SENSORIALI

**Giorgio Nicolini
Giuseppe Versini
Anita Dalla Serra**

*Istituto Agrario,
S. Michele all'Adige
Trento - Italia*

L'ENOTECNICO

Organo ufficiale di stampa dell'Associazione Enologi Enotecnici Italiani
Direzione, redazione, amministrazione e pubblicità: 20149 Milano
Viale Murillo, 17 - Tel. (02) 40072460 - Sped. abb. post. Gr. III - 70%

Estratto da «L'Enotecnico», Anno XXIX - Nuova Serie - N. 10 - ottobre 1993

DOCUMENTO
TECNICO

Giorgio Nicolini
Giuseppe Versini
Anita Dalla Serra

*Istituto Agrario,
S. Michele all'Adige
Trento - Italia*



Giorgio Nicolini

ENZIMI PECTOLITICO-GLICOSIDASICI ESOGENI IN MOSTI E VINI: ASPETTI ANALITICI E SENSORIALI

Alcune formulazioni pectolitiche sperimentali e commerciali manifestanti attività glicosidasi sono state provate in mosti o vini di sei varietà a bacca bianca e di una a bacca rossa. Si riportano le variazioni riscontrate a carico dei componenti volatili e delle caratteristiche sensoriali dei vini.

Introduzione

L'esaltazione nei vini delle caratteristiche legate all'aroma primario delle uve al fine di una più puntuale tipicizzazione del prodotto vino è sempre stato uno degli obiettivi dei tecnici di cantina. Il raggiungimento di questo obiettivo è stato perseguito specialmente per i vini bianchi e, soprattutto, attraverso pratiche enologiche più o meno consolidate quali la macerazione a freddo od a temperatura ambiente – per l'estrazione di aromi tal qua-

li o di precursori dalle bucce – e la macerazione a caldo, quest'ultima al fine di favorire l'idrolisi acida dei precursori aromatici [Cordonnier et Bayonove, 1974; Usseglio Tomasset et Di Stefano, 1979; Usseglio Tomasset et Di Stefano, 1980; Versini et al., 1980; Wilson et al., 1986; Dubourdieu et al., 1986; Amati et al. 1987; Aurich et al., 1987; Baumes et al., 1988; Baumes et al., 1989]. Anche la corretta gestione delle diverse frazioni

di mosto ottenibili con varie modalità di pressatura [Versini et al., 1980; Cordonnier et Bayonove, 1980; Kinzer et Schreier, 1980] – sfruttando la naturale ripartizione nella bacca delle sostanze aromatiche [Bayonove et al., 1974; Gunata et al., 1985a; Versini et al., 1990; Park et al., 1991] – costituisce un valido strumento nelle mani del tecnico per la realizzazione del medesimo scopo, cui però si frappongono alcuni ostacoli. Primo tra tutti

Tab. 1a
Composti aromatici nei vini 1991; trattamento enzimatico effettuato sui mosti

Composti volatili liberi (µg/L)	Chardonnay			Traminer			Nosiola		
	T	P	L	T	P	L	T	P	L
Linalolo	4.6	6.1	13.0	23.0	96.6	100.8	4.4	8.5	16.6
α-Terpeneolo	<0.5	0.5	<0.5	6.5	18.4	27.0	1.1	1.2	2.1
Citronellolo	9.2	13.6	6.3	20.4	425.5	472.3	3.1	52.0	87.7
Geraniolo	3.8	4.7	5.5	83.6	880.5	826.2	8.9	56.5	53.8
Diendiolo (I)	15.4	18.5	16.8	108.1	110.3	101.3	13.6	6.9	16.7
Alcool Benzilico	96.0	269.6	357.7	70.0	422.2	468.9	142.2	323.0	327.0
4-Vinil-Guaiacolo	1.9	6.5	3.4	153.8	232.5	171.3	<0.5	15.9	13.5
Composti volatili legati µg/L	Chardonnay			Traminer			Nosiola		
	T	P	L	T	P	L	T	P	L
Linalolo	19.1	14.0	11.0	15.1	5.7	4.9	3.0	0.5	0.3
Nerolo	3.9	3.3	1.5	395.0	98.3	38.6	6.8	0.8	0.3
Geraniolo	8.9	2.5	2.6	1956.0	156.4	97.3	145.0	6.8	5.0
Ac. trans Geranico	5.3	1.8	1.4	327.0	156.0	44.8	11.6	2.7	0.6
Diendiolo (I)	<1.0	2.4	<1.0	12.4	7.6	8.8	2.1	2.2	2.0
8-OH-Linalolo trans	23.0	7.8	6.5	39.5	7.7	2.3	22.4	1.3	<1.0
8-OH-Linalolo cis	68.3	21.3	16.0	521.0	116.6	40.8	93.9	13.0	10.0
3-Cheto-α-Ionolo	106.0	74.0	58.0	146.8	90.0	51.2	126.6	27.4	30.4
Alcool Benzilico	96.3	49.1	19.0	155.4	40.2	16.1	66.2	5.7	10.8
Alcool β-Feniletlico	101.4	62.3	22.9	184.2	29.0	32.4	111.0	26.7	35.7

(Legenda: T=testimone; P=enzima sperimentale polverulento; L=enzima sperimentale liquido)

il fatto che i terpineoli – i composti aromatici delle uve a tutt'oggi i più noti – sono presenti in uve, mosti e vini – seppur con differenze varietali – in buona parte come forme non volatili e come tali di nessuna rilevanza sensoriale, almeno immediata. Tali forme, definite glicosidi, sono costituite da una parte terpenica (aglicone) ed una zuccherina rappresentata quest'ultima da glucosio e da disaccaridi, quali ramnosio-glucosio, arabinosio-glucosio ed apiosio-glucosio [Di Stefano, 1982; Williams et al., 1982; Brillouet et al., 1989; Voirin et al., 1990]. La capacità di idrolisi enzimatica propria dei mosti nei con-

fronti di questi composti è diversa per i diversi glicosidi e comunque piuttosto limitata [Gunata et al., 1985b; Aryan et al., 1987; Biron et al., 1988; Lecas et al., 1991], analogamente a quella nei confronti di altri glucosidi di sostanze volatili di più o meno marcata potenzialità sensoriale quali polialcoli terpenici, derivanti norisoprenici a 13 atomi di carbonio, acidi fenolici, alcoli benzilico e β-feniletlico e così via.

La possibilità pratica di interventi enzimatici esogeni mirati all'idrolisi scalare [Gunata et al., 1988] dei succitati glicosidi terpenici – ventilata da tempo ed applicata routinariamente a livello

di metodiche analitiche di laboratorio [Cordonnier et Bayonove, 1974; Williams et al., 1982] – sta concretizzandosi in questi ultimi anni, proponendosi come innovativo strumento di tecnica enologica, per altro non ancora normativamente ben regolamentato [Grossman et al., 1987; Grossman et Rapp, 1988; Cordonnier et al., 1989; Gunata et al., 1989; Canal Llaubères, 1990; Grossmann et al., 1990; Gunata et al., 1990; Abbott et al., 1991; Bayonove et al., 1992; Nicolini et al., 1993a].

Nel presente lavoro si riportano i risultati delle esperienze condotte su mosti e vini, sia bianchi che rossi,

Tab. 1b**Composti aromatici nei vini 1991; trattamento enzimatico effettuato sui mosti**

Composti volatili liberi µg/L	Moscato rosa			Riesling renano		
	T	P	L	T	P	L
Linalolo	495.0	852.5	777.0	198.0	265.5	236.0
α-Terpineolo	291.5	464.5	473.0	157.5	225.5	220.5
Citronellolo	205.0	607.5	621.0	4.3	18.8	19.5
Geraniolo	104.0	540.0	379.0	38.2	45.3	54.5
Diendiolo (I)	60.5	66.4	46.6	463.0	536.5	602.5
Alcool Benzilico	228.0	745.0	705.0	65.0	268.5	407.0
4-Vinil-Guaiacolo	1.7	4.2	7.4	49.0	128.0	104.0
Composti volatili legati µg/L	Moscato rosa			Riesling renano		
	T	P	L	T	P	L
Linalolo	102.0	130.0	107.0	25.0	17.0	7.9
Nerolo	655.0	455.0	390.0	6.5	2.3	0.9
Geraniolo	2212.5	934.0	827.0	51.5	9.2	2.5
Ac. trans Geranico	347.5	226.0	189.0	21.5	3.5	0.9
Diendiolo (I)	1.6	0.5	0.5	22.5	30.0	36.4
8-OH-Linalolo trans	90.0	55.7	51.0	41.0	13.5	7.6
8-OH-Linalolo cis	184.5	92.1	77.0	296.5	89.5	44.1
3-Cheto-α-Ionolo	60.5	25.3	29.0	90.0	49.0	43.0
Alcool Benzilico	175.0	130.0	103.5	140.5	30.6	14.8
Alcool β-Feniletilico	363.0	1100.0	542.0	290.0	135.0	134.0

(Legenda: T=testimone; P=enzima sperimentale polverulento; L=enzima sperimentale liquido)

nel triennio 1990-1992 con formulazioni pectolitico-glicosidiche sperimentali e commerciali, focalizzando l'attenzione alle variazioni riscontrabili attraverso l'analisi dei composti volatili essenzialmente terpenici e l'analisi sensoriale; le implicazioni a livello delle diverse frazioni del corredo fenolico dei vini sono oggetto di un'altra specifica nota [Nicolini et al., 1993b].

Materiali e metodi

Nel triennio 1990-1992 presso la Cantina di Microvinificazione dell'Istituto A-

grario di S. Michele all'Adige sono state condotte diverse esperienze di utilizzo di preparazioni enzimatiche a dichiarata attività pectolitica e glicosidica, sia sperimentali che commerciali.

Tali preparazioni sono state indagate, contro un testimone non trattato (T), o su masse omogenee di mosti bianchi e rossi di ca. 150L inoculate con lo stesso ceppo di lievito (Fermivin-Cryo, 20g/hL) oppure su minori quantità di vino successivamente filtrato sterile. I trattamenti sui mosti sono stati effettuati:

– per le varietà bianche utilizzate nel 1991 (*Traminer aromatico*, *Riesling rena-*

no, *Chardonnay*, *Nosiola*) dopo la fase di chiarifica, avvenuta spontaneamente ed in maniera soddisfacente a ca. 12°C senza l'aiuto di coadiuvanti;

– per la varietà rossa, *Moscato rosa* della succitata annata, in concomitanza con l'inoculo dei lieviti selezionati.

I trattamenti sui vini sono stati effettuati al travaso di fine fermentazione alcolica su *Traminer aromatico* e *Riesling renano* 1992, oppure al momento dell'imbottigliamento sterile come nel caso dei vini *Sauvignon bianco* 1991, *Traminer aromatico* 1990 e *Garganega* 1990. Si sono impiegati i do-

Tab. 2

Variazioni nel contenuto di alcune sostanze volatili in forma libera in seguito al trattamento dei vini con dosi crescenti di una formulazione enzimatica (P92) sperimentale ad attività glicosidasi

Sostanze volatili µg/L	Traminer aromatico 1992				Riesling renano 1992			
	Test	P92 1 g/hL	P92 3 g/hL	P92 5 g/hL	Test	P92 1 g/hL	P92 3 g/hL	P92 5 g/hL
Linalolo	19.5	29	35	68	67	67	79.5	73.5
Geraniolo	32.5	61.5	138	262.5	7.1	9.5	29.5	49.5
Alcool Benzilico	40	100	218	498	37.5	114.5	407.5	493

Tab. 3

Tests di differenza e di preferenza eseguiti su quattro coppie di vini Garganega 1990, ognuna delle quali costituita da un vino testimone non trattato testato contro lo stesso vino trattato con una formulazione pectolitica commerciale 1990 di provata attività collaterale glicosidasi (n.s. = non significativo, $p < 0.05$)

Vino	Duo-Trio test		Paired-difference test			Paired-preference test		
	risposte esatte	significa- tività	testimone	enzimato	significa- tività	testimone	enzimato	significa- tività
Garganega n°1	18/20	0.001	1	14	0.001	3	12	0.04
Garganega n° 2	15/20	0.03	3	12	0.02	5	10	n.s.
Garganega n° 3	17/20	0.005	2	13	0.005	4	11	n.s.
Garganega n° 4	16/20	0.01	2	13	0.005	6	9	n.s.

saggi consigliati, a seconda dei casi, dai rivenditori o dai produttori delle formulazioni enzimatiche le quali verranno da qui in avanti riportate con la seguente segnatura:

P = formulazione sperimentale polverulenta, preparazione 1991;

L = formulazione sperimentale liquida, preparazione 1991;

P92 = formulazione sperimentale polverulenta, preparazione 1992.

Sono stati utilizzati anche due diversi enzimi pectolitici commerciali reperibili sul mercato nel 1990.

L'analisi gascromatografica e sensoriale.

L'analisi dei composti volatili è stata condotta per H.R.G.C. secondo la metodica preparativa e strumentale già riportata in Versini et al. [1988a] e Nicolini et al. [1993a].

L'analisi sensoriale dei vi-

ni filtrati sterili è stata condotta da un panel di esperti costituito da membri del Gruppo di Analisi Sensoriale dell'Istituto Agrario di S. Michele, integrato da tecnici del settore enologico. I descrittori sensoriali, utilizzati nei test di profilo con scale non strutturate, sono stati scelti sulla base di:

- caratteri specifici per le varietà aromatiche, ad es. «rosa» per *Moscato rosa* e *Traminer*, nonché «speziato» come 4-vinil-guaiacolo (4VG) per il *Traminer* trentino [Versini, 1985; Versini et al., 1987; Aurich et al., 1987];

- standard di riferimento naturali (tè, origano, rosmarino) ed artificiali («rosa» = 500 µg/L di geraniolo in vino neutro; «speziato-4VG» secondo le modalità di preparazione riportate in Grando et al. [1993]);

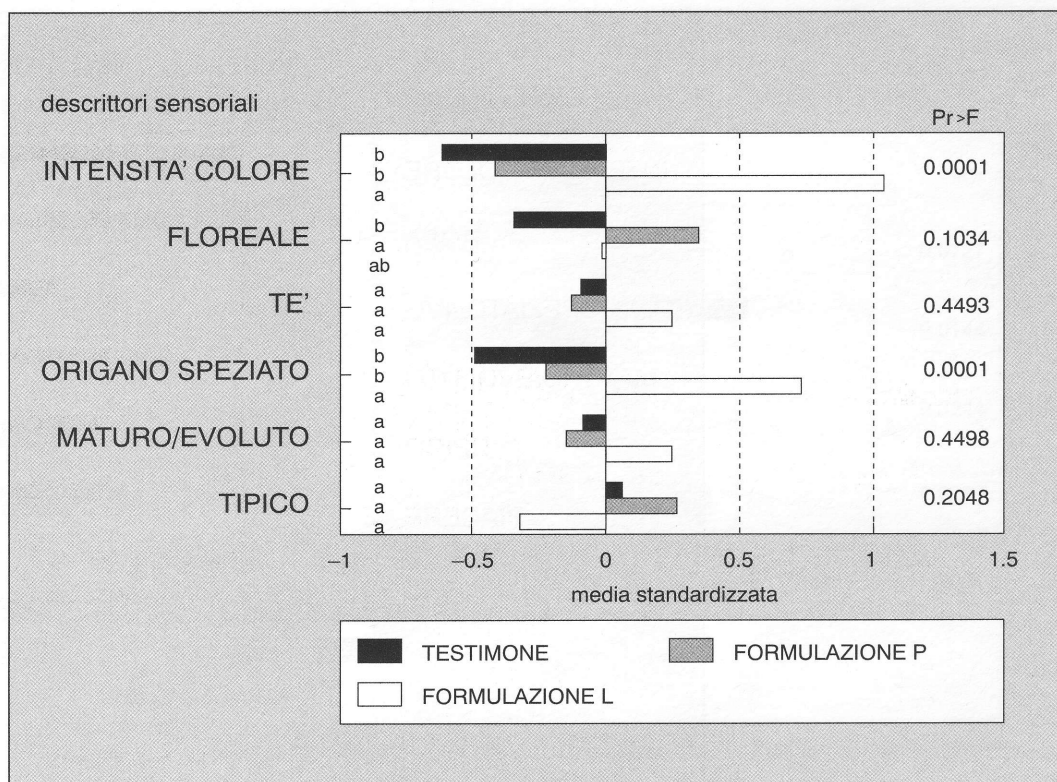
- descrittori sintetici tradizionali (maturità/evoluzione, tipicità, piacere).

I dati sono stati elaborati con le procedure statistiche GLM e Standard del pacchetto software S.A.S., su dati standardizzati al fine di limitare l'errore causato dal diverso modo con cui i singoli degustatori utilizzano la linea di giudizio sui descrittori.

Due distinti panel di degustatori sono stati invece coinvolti nei test di differenza: il primo in un duo-trio test, il secondo, più esperto ed in due momenti diversi, in un paired-difference test sulla base del descrittore «maggiore intensità olfattiva» ed in un paired-preference test. In tutt'e tre le occasioni sono stati utilizzati bicchieri neri al fine di escludere ogni interferenza non attribuibile all'olfatto. I risultati di tali test sono stati valutati secondo Roessler et al., [1978].

Fig. 1

Responsi dell'analisi sensoriale effettuata su vini Chardonnay 1991 (13 degustatori). Il trattamento con le due diverse formulazioni pectolitico-glicosidasiche è stato effettuato sui mosti



Le medie contraddistinte da uguale lettera minuscola, all'interno dello stesso descrittore, non sono significativamente differenti tra loro al test di Duncan; per ogni descrittore è riportato il livello di significatività al test F.

Variazione dei composti volatili

Trattamenti enzimatici effettuati sui mosti.

Dai dati di Tab. 1a-1b, si evince che le due formulazioni enzimatiche mostrano un'attività idrolitica a carico dei composti legati abbastanza simile, benché sostanzialmente più intensa per la formulazione liquida (L).

Secondo quanto riportato in bibliografia [Shoseyov et al., 1987; Cordonnier et al., 1989; Gunata et al., 1990], l'attività glucosidasica è parzialmente inibita in presenza di un residuo zuccherino; è il caso, verosimilmente, anche dei *Moscato rosa* di Tab. 1b che presentavano ancora 40-50 g/L di zuccheri residui. Un preciso bilancio di materia tra incremento delle forme libere e corrispondente calo delle

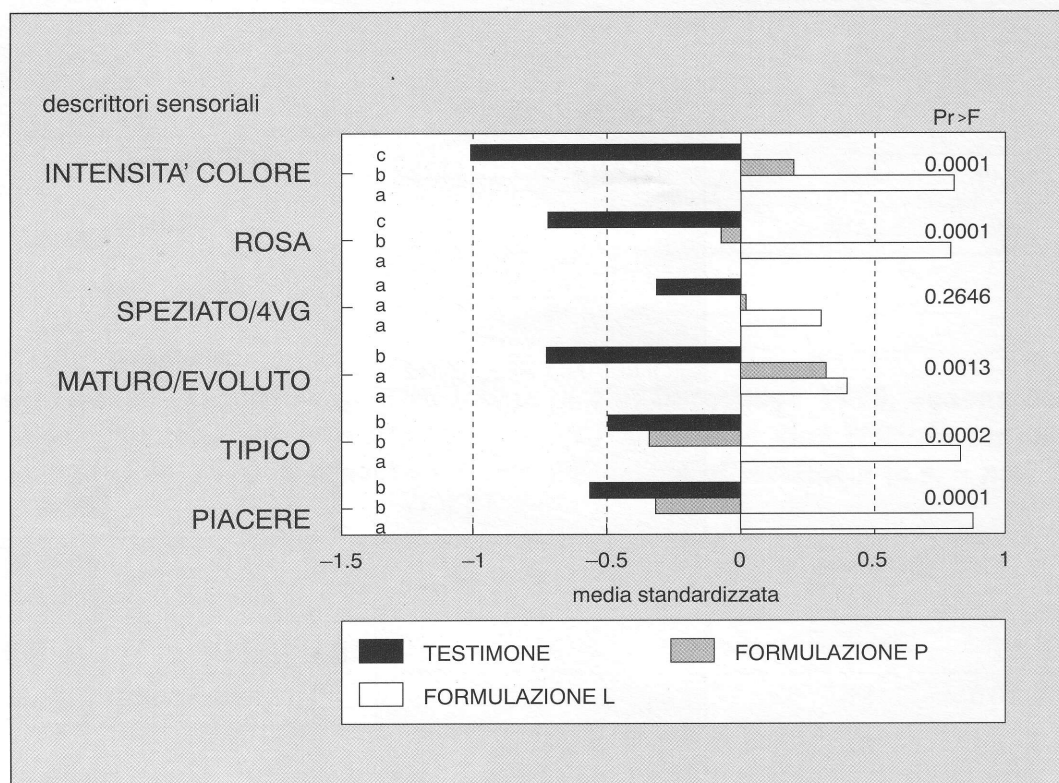
forme legate è comunque piuttosto difficile da realizzare, per l'esistenza sia di reazioni di trasformazione acido catalizzata [Williams et al., 1980; Usseglio Tomasset, 1987] che di metabolizzazione del substrato terpenico da parte dei lieviti. Di tali fenomeni sono testimonianza i lavori di Gramatica et al., [1982], Versini et al., [1990] e Di Stefano et al., [1992] sulla metabolizzazione del geraniolo e suo parziale ritrovamento sotto forme diverse tra cui essenzialmente citronellolo.

Tra i composti maggiormente sensibili all'idrolisi enzimatica, quello più importante – in considerazione del ruolo della sua forma libera sul piano sensoriale – è risultato essere il geraniolo; alla trasformazione di parte di questo in linalolo sono da attribuirsi gli incrementi della forma libera di quest'ultimo, la cui variazione

non è giustificata dal calo della corrispondente forma glicosidata. I contenuti di diendiolo (I) e degli ossidi furanici e piranici qui non riportati non sembrano essere modificati dai trattamenti enzimatici, mentre l'incremento dell'alcool benzilico libero, riportato anche da Gunata et al. [1992], non sembra giustificabile sulla base della sola idrolisi della corrispondente forma legata. Si può avanzare a riguardo l'ipotesi che non tutto l'alcool benzilico presente in forma legata sia realmente misurato dalla metodica analitica utilizzata, ossia che una parte di esso – presente in una forma non idrolizzabile nel corso della preparativa analitica e pertanto non rilevabile tra le sostanze volatili complessate – possa viceversa essere idrolizzata proprio dalle formulazioni enzimatiche oggetto del presente lavoro.

Fig. 2

Responsi dell'analisi sensoriale effettuata su vini Traminer aromatico 1991 (10 degustatori). Il trattamento con le due diverse formulazioni pectolitico-glicosidasiche è stato effettuato sui mosti



Le medie contraddistinte da uguale lettera minuscola, all'interno dello stesso descrittore, non sono significativamente differenti tra loro al test di Duncan; per ogni descrittore è riportato il livello di significatività al test F.

Va fatto rilevare che nel caso della varietà *Nosiola* – normalmente non considerata tra quelle ad aroma «floreale» – i trattamenti enzimatici applicati hanno determinato tenori di geraniolo libero molto prossimi o superiori alla soglia organolettica; le preparazioni utilizzate hanno cioè sfruttato la consistente «riserva aromatica floreale» costituita dal geraniolo complessato per la quale – assieme all'alto rapporto tra le forme complessate di geraniolo e nerolo – i vini di tale varietà sono analiticamente discriminabili rispetto a quelli di *Chardonnay*, *Pinot bianco* e *Pinot grigio* [Versini, 1993].

Gli incrementi di 4-vinil-guaiacolo (Tabb. 1a-1b) avvalorano quanto recentemente pubblicato [Dugelay et al. 1992] relativamente a diverse formulazioni commerciali con dichiarata attività pectolitica e cellulastica; questo

fenolo volatile, che normalmente viene considerato come un off-flavour, può tuttavia giocare un ruolo importante nella tipicità del *Traminer aromatico* del Trentino-Alto Adige [Versini, 1985]. L'esistenza di ceppi di lieviti, anche commerciali, con carattere Pof(+) o Pof(-), ossia in grado di decarbossilare o meno gli acidi cinnamici a fenoli volatili [Albagnac, 1975; Dubourdieu et al., 1989; Meaden e Taylor, 1991], può essere sfruttata al fine di dirigere o limitare la produzione di 4-vinil-guaiacolo [Grando et al., 1992].

Trattamenti enzimatici effettuati sui vini.

I dati di Tab. 2, relativi ad alcune sostanze volatili in forma libera, si riferiscono a vini di produzione industriale 1992 delle varietà *Riesling renano* e *Traminer aromatico* trattati con la for-

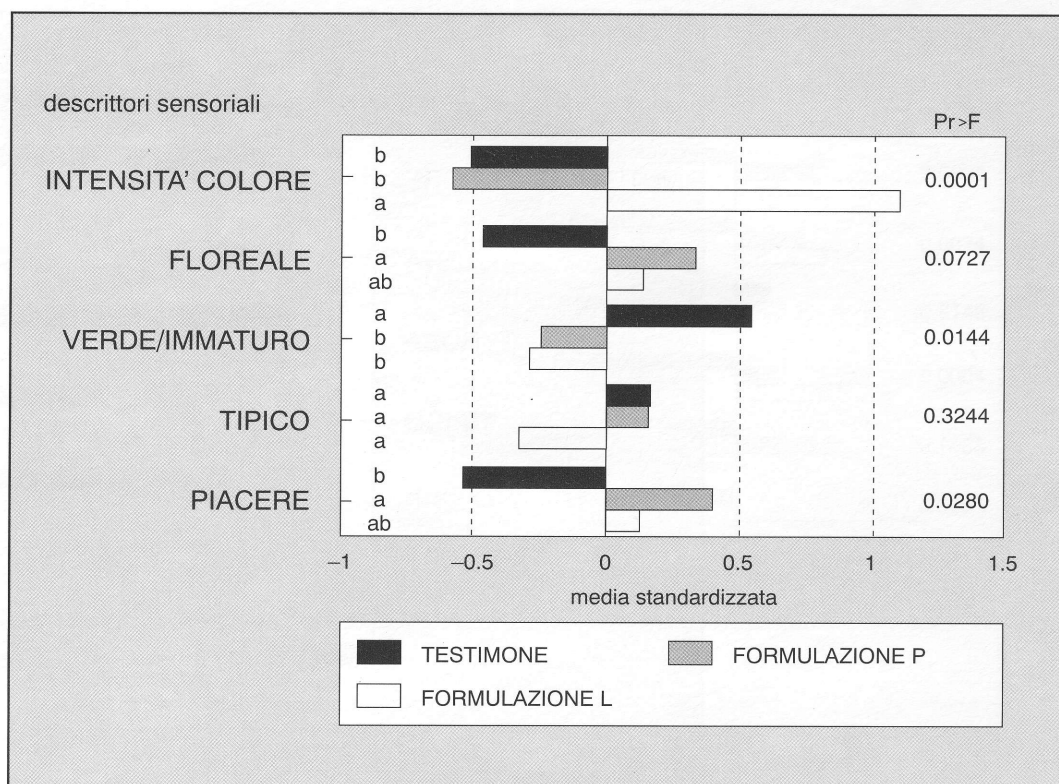
mulazione polverulenta P92 a dosaggi crescenti.

L'attività glicosidica esercitata dall'enzima è testimoniata in modo esemplificativo dall'andamento della concentrazione del geraniolo legato; nel caso del *Traminer* (445 µg/L nel vino test) esso infatti cala rispettivamente del 13%, 37% e 46% al crescere della dose di glicosidasi utilizzata, con decrementi percentuali comunque minori rispetto a quelli (92-95%) fatti registrare nel caso dei trattamenti effettuati con le formulazioni 1991 su mosto della stessa varietà (Tab. 1a).

I dati, non riportati, del *Riesling* sostanzialmente confermano l'andamento delle forme legate fin qui evidenziato, ovviamente su contenuti di terpeni complessati inferiori in questa varietà rispetto al *Traminer*. L'incremento delle forme libere (Tab. 2) del geraniolo e del linalolo, quest'ultimo an-

Fig. 3

Responsi dell'analisi sensoriale effettuata su vini Nosiola 1991 (10 degustatori). Il trattamento con le due diverse formulazioni pectolitico-glicosidiche è stato effettuato sui mosti



Le medie contraddistinte da uguale lettera minuscola, all'interno dello stesso descrittore, non sono significativamente differenti tra loro al test di Duncan; per ogni descrittore è riportato il livello di significatività al test F.

che di derivazione chimica dal primo, contribuisce a giustificare i risultati sensoriali di cui alle Figg. 6-7, senza darne tuttavia completa ragione in particolare nel caso del *Riesling renano* (Fig. 7). Come nel caso delle esperienze 1991 (Tabb. 1a-1b), l'incremento dell'alcool benzilico (Tab. 2) liberato in seguito ai trattamenti enzimatici è risultato superiore alla diminuzione della corrispondente forma legata, consigliando quindi ulteriori approfondimenti.

Due formulazioni pectolitiche commercializzate nel 1990 sono state testate in un vino della varietà *Traminer* della stessa annata. Solo una delle due preparazioni ha esercitato un'interessante attività glicosidica determinando, rispetto al testimone, un dimezzamento del geraniolo legato ed una crescita – anche sensorialmente percepita come incremento

della nota da «rosa» da parte di 10 panelists con un livello di significatività dello 0.0001 – di quello in forma libera da 10 a 150 µg/L. La formulazione più attiva è stata scelta per essere utilizzata successivamente anche su quattro vini prodotti su scala industriale nel 1990 da uve della varietà *Garganega* – notoriamente caratterizzata da un corredo aromatico limitato tale di farla annoverare tra le varietà neutre – con l'obiettivo di verificare le possibilità di modifica del quadro sensoriale. Solo di due dei quattro vini trattati, e dei relativi vini testimone, sono disponibili le analisi gascromatografiche degli aromi effettuate parallelamente al periodo in cui avveniva la degustazione; da esse si evince che l'idrolisi enzimatica si è manifestata secondo le modalità già viste, con dimezzamento dei con-

tenuti di nerolo e geraniolo legati, singolarmente presenti tuttavia in quantità molto limitate dell'ordine dei 2-11 µg/L. Sono state registrate anche variazioni nel contenuto di salicilato di metile in forma complessata, con riduzioni di 13-17 µg/L pari al 60-62% dei tenori con cui tale sostanza era presente nei vini testimone.

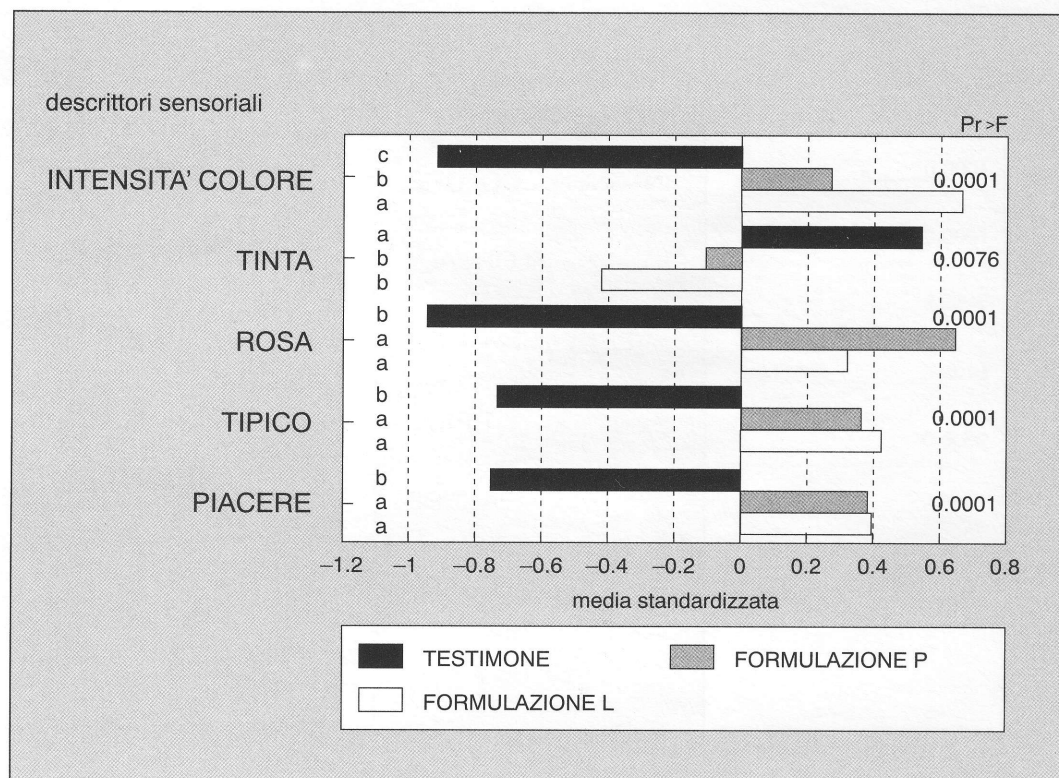
Variation dei caratteri sensoriali

Trattamenti enzimatici effettuati sui mosti.

I vini delle cinque varietà riportate in Tabb. 1a-1b sono stati oggetto di analisi con test di profilo. Da quanto riportato nelle Figg. 1-2-3-4-5 si evidenzia una tendenza, più rilevante per la formulazione L, all'incremento dell'intensità colorante dei vini in conseguenza dei trattamenti.

Fig. 4

Responsi dell'analisi sensoriale effettuata su vini Moscato rosa 1991 (15 degustatori). Il trattamento con le due diverse formulazioni pectolitico-glicosidasiche è stato effettuato sui mosti



Le medie contraddistinte da uguale lettera minuscola, all'interno dello stesso descrittore, non sono significativamente differenti tra loro al test di Duncan; per ogni descrittore è riportato il livello di significatività al test F.

Tale fatto concorda con i dati spettrofotometrici relativi agli stessi vini riportati in una specifica nota in corso di stampa [Nicolini et al., 1993b]; in essa tra l'altro si precisa come, seppur statisticamente riscontrabili sul piano sensoriale, tali variazioni non siano per lo più di reale rilevanza tecnologica. L'intensità con cui sono state percepite le note floreali e da rosa è aumentata in maniera statisticamente significativa al test di Duncan in tutte le 5 varietà degustate, benché il test F non risulti significativo ($p < 0.05$) per le due varietà *Chardonnay* (Fig. 1) e *Nosiola* (Fig. 3) che presentano il più basso contenuto di terpeni in forma libera. Come già ricordato, per quest'ultima varietà il tenore il geraniolo libero supera, nelle tesi P ed L, la soglia organolettica. In conseguenza dei trattamenti enzimatici,

nel *Riesling renano* (Fig. 5) è risultata accresciuta la percezione di una interessante nota olfattiva speziata che ricorda l'origano e il rosmarino mentre nello *Chardonnay* è comparso un sentore genericamente definito fenolico della cui origine non si è trovata una chiara spiegazione analitica. Per quanto riguarda il giudizio di tipicità, o questo è risultato positivamente influenzato per quelle varietà come *Traminer aromatico* (Fig. 2) e *Moscato rosa* (Fig. 4) in cui la nota floreale di rosa gioca un ruolo preponderante, oppure non è stato modificato in modo statisticamente significativo dai trattamenti.

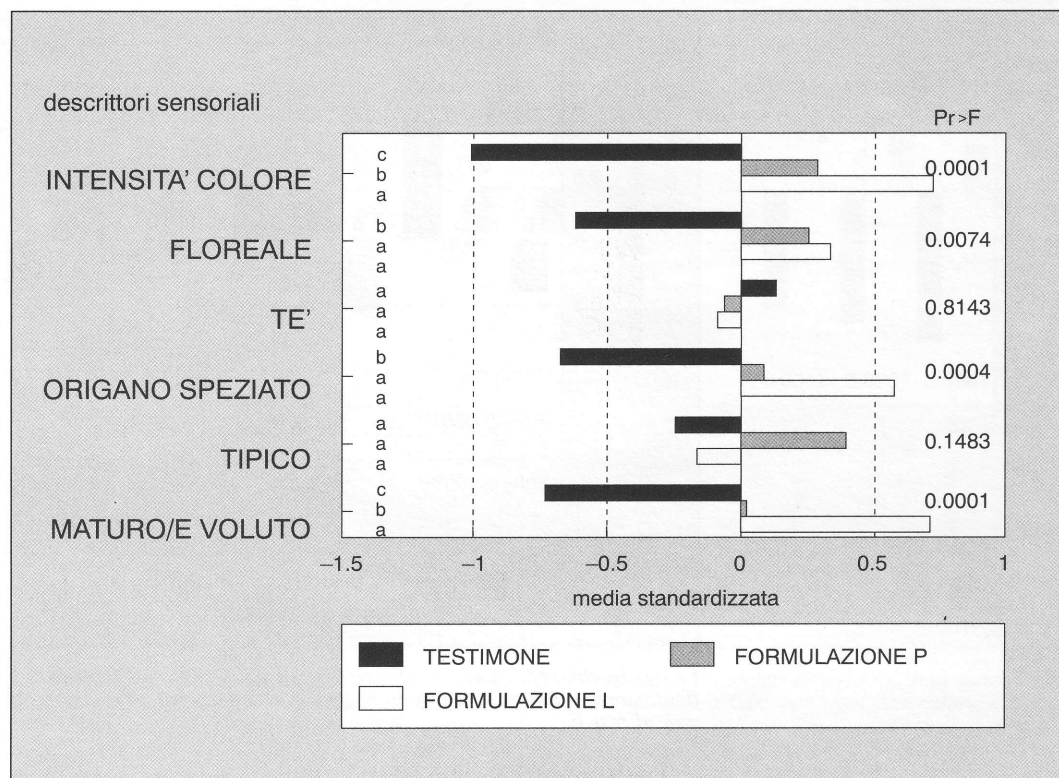
Talvolta i vini enzimati sono stati valutati come più maturi, più evoluti; solo nel caso della varietà *Nosiola* (Fig. 3) a tale fatto può essere attribuita una connotazione positiva, avendo con-

tribuito alla scomparsa di una evidente nota da «verde-immaturo».

Un sentore da «fungo» era stato riscontrato appena finita la fermentazione in alcuni dei vini trattati, ed in particolare con la formulazione P. Tuttavia già all'imbottigliamento – avvenuto nel febbraio successivo alla vendemmia – e poi al successivo momento della definizione dei descrittori sensoriali più appropriati, tale sentore non era stato più riscontrato, tanto da non renderne necessaria l'utilizzazione nel corso delle degustazioni. Qualcosa di residuale connesso con tale sensazione olfattiva potrebbe però spiegare i giudizi di tipicità e piacere del *Traminer* P che, pur presentando gli stessi contenuti di geraniolo e linalolo liberi del trattamento L, non viene premiato al pari di quest'ultimo (Fig. 2).

Fig. 5

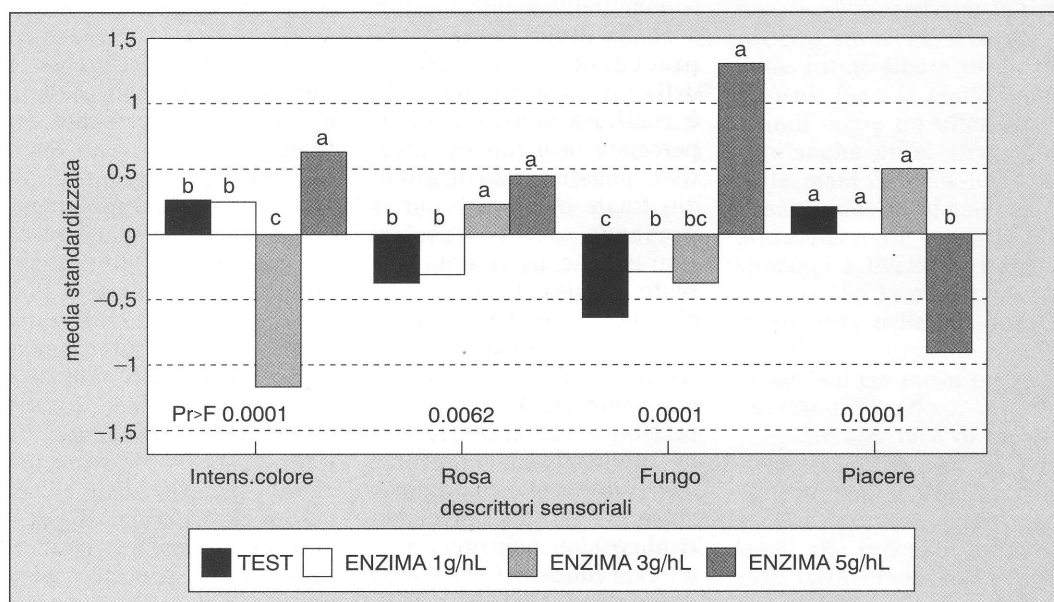
Responsi dell'analisi sensoriale effettuata su vini Riesling renano 1991 (11 degustatori). Il trattamento con le due diverse formulazioni pectolitico-glicosidasiche è stato effettuato sui mosti



Le medie contraddistinte da uguale lettera minuscola, all'interno dello stesso descrittore, non sono significativamente differenti tra loro al test di Duncan; per ogni descrittore è riportato il livello di significatività al test F.

Fig. 6

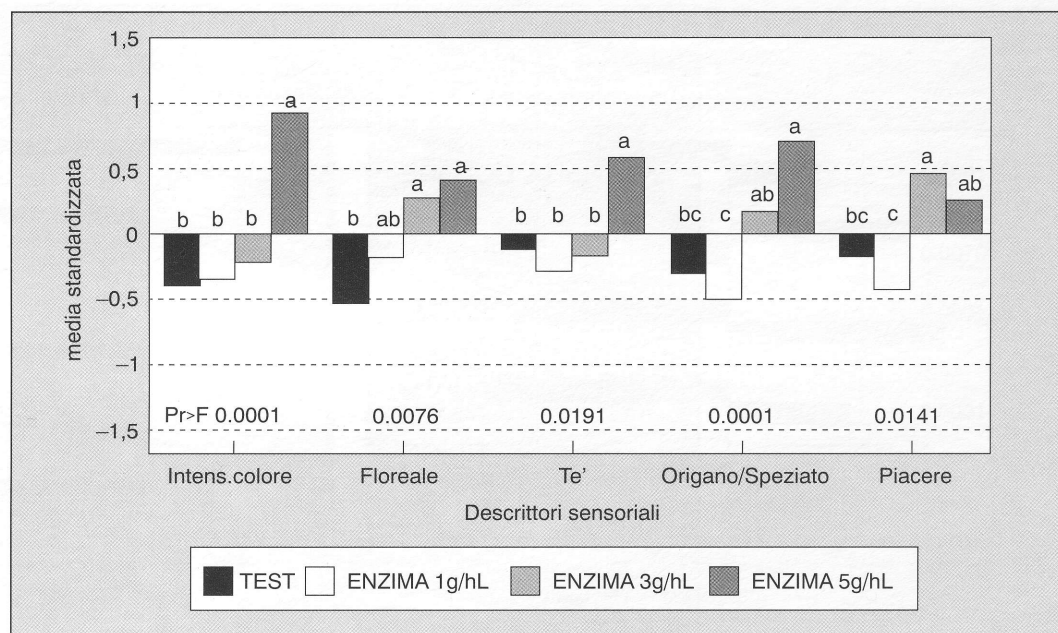
Responsi dell'analisi sensoriale su vino Traminer aromatico 1992 trattato con differenti dosaggi di una formulazione sperimentale pectolitico-glicosidica (18 degustatori)



Le medie contraddistinte da uguale lettera minuscola, all'interno dello stesso descrittore, non sono significativamente differenti tra loro al test di Duncan; per ogni descrittore è riportato il livello di significatività al test F.

Fig. 7

Responsi dell'analisi sensoriale su vino Riesling renano 1992 trattato con differenti dosaggi di una formulazione sperimentale pectolitico-glicosidasi-ca (16 degustatori)



Le medie contraddistinte da uguale lettera minuscola, all'interno dello stesso descrittore, non sono significativamente differenti tra loro al test di Duncan; per ogni descrittore è riportato il livello di significatività al test F.

Trattamenti enzimatici effettuati sui vini.

La supposizione appena avanzata appare avvalorata anche da quanto riportato in Fig. 6, relativamente agli effetti sensoriali determinati da dosaggi crescenti di enzima addizionati ad un vino *Traminer* 1992. Alla dose massima utilizzata di 5 g/hL – quantitativamente identica a quella utilizzata nell'anno precedente – la presenza della succitata nota da fungo è risultata sensorialmente percepita in modo significativo, penalizzando il giudizio finale di piacere pur in presenza della massima espressione della nota floreale di rosa. Con l'invecchiamento, tuttavia, la già notata tendenza di tale off-flavour al diminuire d'intensità sembrerebbe confermata. Non si può escludere che le formulazioni sperimentali disponibili nelle due annate abbiano agito o su precursori glicosidati non precisabili o favorendo la formazione di artefatti [Sefton e Williams, 1991] di rilevanza sensoriale ma di relativa poca stabilità nel tempo.

I dati sensoriali sono in discreto accordo con quanto riportato dall'analisi gascromatografica (Tab. 2) e da quella spettrofotometrica presentata nella già citata nota sull'argomento [Nicolini et al., 1993b].

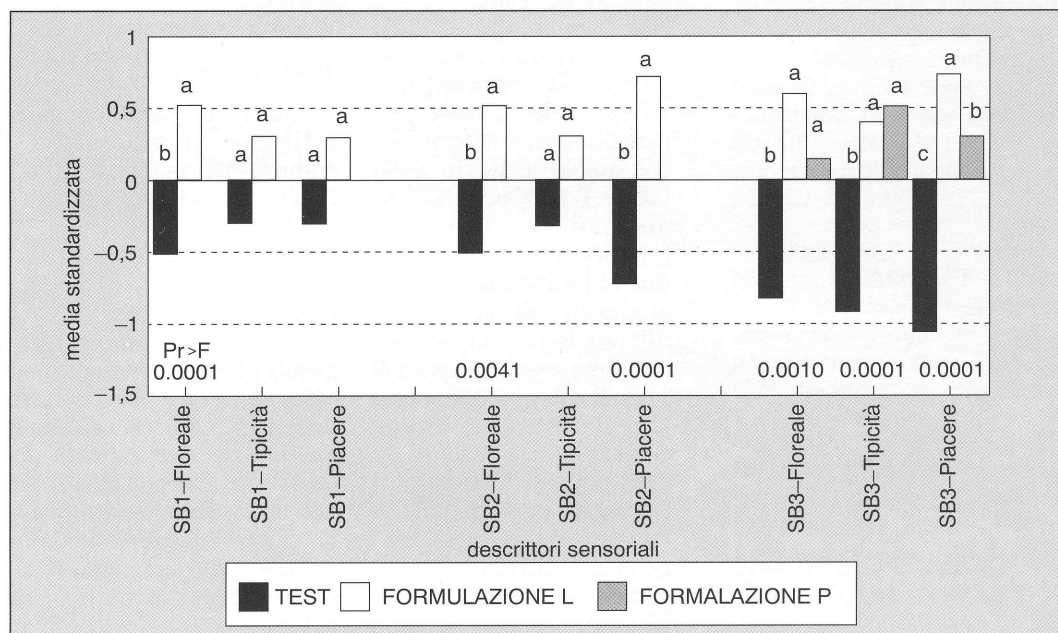
Nessuna sensazione olfattivamente anomala è apparsa nel caso del *Riesling renano* sottoposto agli stessi dosaggi del *Traminer*; in questa varietà (Fig. 7), a fianco dell'intensificarsi di una nota genericamente definita «floreale», sono risultate esaltate le sensazioni olfattive da «tè» e «origano/speziato», in particolare nel caso dei più alti dosaggi utilizzati. Il giudizio di piacere ha tendenzialmente premiato la maggior intensità olfattiva delle note floreali e speziate della tesi a 3 g/hL, essendo stata ritenuta forse eccessiva da parte del panel l'intensità delle stesse note o di quella da «tè» della tesi a 5 g/hL. Le variazioni sensoriali percepite possono essere solo parzialmente giustificate dai dati analitici dei terpeni liberi (Tab. 2), d'altro canto è ben

noto il ruolo che anche altre sostanze a struttura norisoprenoide [Schreier e Drawert, 1974; Strauss et al., 1987; Winterhalter et al., 1990; Gunata et al., 1992] – in buona parte glicosilate e come tali idrolizzabili – possono giocare nel profilo sensoriale e nelle note floreali del *Riesling*, così come – e specificatamente per la nota da tè – in altre varietà [Williams et al., 1991].

Anche tre diverse masse di vino *Sauvignon blanc* 1991 di differente origine sono state sottoposte a trattamento enzimatico (Fig. 8). In tutt'e tre i casi l'intensità olfattiva di una generica nota floreale globale dei vini enzimati è risultata significativamente accresciuta rispetto ai vini testimone. Tale fatto non sempre si è tradotto in un significativo miglioramento del giudizio di piacere, comunque i vini trattati non sono mai risultati penalizzati né sul piano del piacere né su quello della tipicità. L'incremento della nota floreale concorda

Fig. 8

Responsi dell'analisi sensoriale su vini Sauvignon blanc 1991 (7 degustatori). Il trattamento con le diverse formulazioni pectolitico-glicosidasiche è stato effettuato sui vini



Le medie contraddistinte da uguale lettera minuscola, all'interno dello stesso descrittore, non sono significativamente differenti tra loro al test di Duncan; qualora inferiore a 0.05 per ogni descrittore è riportato il livello di significatività al test F.

con quanto riportato da Williams et al. [1992] che, evidenziando tra l'altro le differenze chimico-sensoriali tra un'idrolisi chimica ed una enzimatica, nel caso della varietà *Sauvignon blanc* la definisce come «intermedia» nel genere *Vitis vinifera* tra le cv. «floreale» tipo *Moscato* o *Riesling* e quelle «non-floreale» come nel caso di *Chardonnay* e *Semillon*. Che i terpeni potessero giocare un ruolo nella componente floreale dell'aroma del *Sauvignon blanc* era stato evidenziato anche da Versini et al. [1988b].

Come già ricordato, una formulazione pectolitica commerciale è stata anche utilizzata in fase di preimbottigliamento su 4 vini della vendemmia 1990 di uve *Garganega*. I responsi dell'analisi sensoriale sono riportati in Tab. 3 ed indicano chiaramente che il trattamento enzimatico ha sempre portato a vini significativamente diversi dai testimoni e caratterizzati da maggior intensità olfattiva. In un solo

caso queste differenze si sono tradotte in un significativo giudizio di preferenza, probabilmente in conseguenza di un certo snaturamento rilevato da qualche degustatore nelle caratteristiche olfattive di tipicità dei vini. Sembra difficile poter imputare esclusivamente alla componente terpenica le differenze sensoriali percepite; infatti, anche dopo il trattamento enzimatico – regolarmente manifestatosi con la riduzione dei già bassissimi contenuti di terpeni complessati – le forme libere (esprese come somma di citronellolo, linalolo e geraniolo) non hanno superato la decina di microgrammi/litro. Un qualche ruolo a riguardo potrebbe essere stato giocato anche dal salicilato di metile la cui forma libera è utilizzata in profumeria come modificatore delle fragranze floreali [Bauer et al., 1990] e la cui soglia olfattiva in vini bianchi di buona complessità aromatica si colloca, sulla base delle nostre esperienze, attorno ai 30-50 µg/L con sentori dolciastrici e da medicinale.

Conclusioni

Le preparazioni enzimatiche sperimentali utilizzate nel presente lavoro, così come una delle due formulazioni pectolitiche commerciali provate, si sono indubbiamente dimostrate in grado di modificare il quadro aromatico, sia analitico che sensoriale, di diversi vini in particolare attraverso l'aumento delle forme libere di alcuni terpeni. Esse si configurano quindi come un ulteriore, e fors'anche utile, strumento nelle mani dell'Enologo per l'esaltazione di alcuni aromi primari dei vini con possibili vantaggi a livello di tipicità, a patto che si abbia precisa conoscenza delle caratteristiche di tale strumento e delle varietà sui cui mosti o vini si intende utilizzarlo.

Anche alla luce di quanto riportato in bibliografia, preme tuttavia ricordare alcuni aspetti operativi importanti legati alle succitate formulazioni enzimatiche con attività glicosidasica, al fine di poterne ottimizzare l'eventuale uso sfruttandone appieno le indubbie potenzialità:

- la loro attività glucosidica è in buona parte inibita da glucosio; tale fatto può consigliarne l'uso, almeno nel caso dei bianchi, direttamente sul vino.
- Nel caso del trattamento sui mosti può essere ragionevole accoppiare all'uso delle suddette preparazioni enzimatiche anche quello di lieviti a carattere Pof(-), per altro già disponibili sul mercato [Grando et al., 1993], al fine di limitare la possibile produzione di fenoli volatili; analoga precauzione potrebbe essere presa nel caso di rifermentazioni per la presa di spuma di vini enzimati.
- Tra i terpeni complessati il bersaglio principale dell'attività glicosidica esogena è risultato essere il geraniolo. L'aumento della sua forma libera non può essere un obiettivo generalizzato per tutte le varietà perché non in tutte esso gioca lo stesso ruolo «tipicizzante»; in alcune, addirittura, la comparsa di una seppur limitata aromaticità floreale potrebbe determinare uno scostamento eccessivo e non tollerato dall'idea di tipicità.
- L'idrolisi di tutte le forme terpeniche complessate va considerata con attenzione; tale fatto si tradurrebbe in una più rapida degradazione chimica delle forme libere e nella perdita di quella quota terpenica glicosidata che viene definita come «riserva aromatica» e che gioca un ruolo importante nelle fasi di maturazione ed invecchiamento di un vino.
- I terpeni non sono che una parte della componente aromatica dei vini e poco ancora si sa di certo - e trasponibile con sicurezza a livello operativo - su altri glicosidi e sulla loro potenziale rilevanza sensoriale, qualora idrolizzati.

Si ringraziano la Gist-Broccades S.p.A. ed il prof. Bayonove del Laboratoire des Aromes et Substances Natu-

relles dell'INRA di Montpellier per aver messo a disposizione le formulazioni pectolitico-glicosidasiche sperimentali utilizzate nel presente lavoro.

Riassunto

Alcune preparazioni pectolitiche sperimentali e commerciali manifestanti attività glicosidasica sono state provate in mosti o vini di varietà a bacca bianca (*Traminer aromatico*, *Riesling renano*, *Chardonnay*, *Nosiola*, *Sauvignon blanc* e *Garganega*) ed a bacca rossa (*Moscato rosa*). Il quadro terpenico dei vini è risultato quasi sempre modificato dai trattamenti effettuati - seppur con differenze tra le diverse formulazioni enzimatiche - con incremento delle forme libere, in particolare del geraniolo. Non tutte le differenze sensoriali statisticamente significative ritrovate tra vini test e vini trattati sono risultate spiegabili sulla base delle sole variazioni dei terpeni liberi. Pur con alcune attenzioni, le formulazioni enzimatiche provate possono costituire un interessante strumento nelle mani dell'Enologo per l'esaltazione dell'aromaticità varietale in vini *Traminer aromatico* e *Moscato rosa*; modificazioni nella tipicità possono verificarsi per vini di altre varietà a caratteristiche «non floreali».

Summary

Exogenous pectolytic and glycosidic enzymes in musts and wines: analytical and sensory assessment.

Some experimental and commercial pectinases with glycosidase activity were tested in musts or in wines of white (*Gewürztraminer*, *Rhine Riesling*, *Chardonnay*, *Nosiola*, *Sauvignon blanc* and *Garganega*) and red grapes (*Red Muscat*). Terpenes composition was modified - with differences between the various preparations - by the enzymic treatments, with increase of the free forms, par-

ticularly geraniol. The modifications of free terpenes don't explain completely the found significant sensory differences between test and treated wines. Although with precaution, the tested glycosidase can be an interesting possibility for winemakers to increase the variety flavour of *Gewürztraminer* and *Red Muscat* wines; changes in the typicality of other «non-floral» varieties wines can occur.

Riferimenti bibliografici

Abbott N.A., Coombe B.G., Williams P.J. (1991) - *The contribution of hydrolyzed flavor precursors to quality differences in Shiraz juice and wines: an investigation by sensory descriptive analysis* - Am. J. Enol. Vitic., (42,3):167-174.

Albagnac G. (1975) - *La décarboxylation des acides cinnamiques substitués par les levures* - Ann. Technol. Agric., (24,2): 133-141.

Amati A., Carnacini A., Zironi R. (1987) - *Influenza delle tecniche di vinificazione sui componenti volatili dei vini prodotti in ambienti temperati*. - Proc. Int. Symp. «The aromatic substances in grapes and wines». S. Michele a/A, Italy, June 25-27, 1987. Ed. by A. Scienza & G. Versini: 159-182.

Aryan A.P., Wilson B., Strauss C.R., Williams P.J. (1987) - *The properties of glycosidase of Vitis vinifera and a comparison of their β -glucosidase activity with that of exogenous enzymes. An assessment of possible applications in enology*. - Am. J. Enol. Vitic., (38,3): 182-188.

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*. Proc. Int. Symp. «The aromatic substances in grapes and wines». S. Michele a/A, Italy, June 25-27, 1987. Ed. A.

Scienza & G. Versini: 223-232.

Bauer K., Garbe D., Surburg H. (1990) – *Common fragrance and flavor materials. Preparation, properties and uses.* – 2nd revised edition, ISBN 0-89573-919-4 (VCH Publishers, New York, USA).

Baumes R., Bayonove C., Barillère J.M., Escudier J.L. Cordonnier R. (1988) – *La macération pelliculaire dans la vinification en blanc. Incidence sur la composante volatile des moûts* – Conn. Vigne Vin, (22, 3): 209-223.

Baumes R.L., Bayonove C.L., Barillère J.M., Samson A., Cordonnier R.E. (1989) – *La macération pelliculaire dans la vinification en blanc. Incidence sur la composante volatile des vins.* – Vitis, (28): 31-48.

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): 1321-1328.

Bayonove C., Gunata Y.Z., Sapis J.C., Baumes R.L., Dugelay I., Grassin C. (1992) – *Augmentation des arômes dans le vin et utilisation d'enzymes.* – Rev. des Œnologues, (64): 15-18.

Biron C., Cordonnier R., Glory O., Gunata Z., Sapis J.C. (1988) – *Étude, dans le raisin, de l'activité β -glucosidase.* – Conn. Vigne Vin, (22,2): 125-134.

Brillouet J., Gunata Z., Bitteur S., Cordonnier R., Bosso C. (1989) – *Terminal apiose, a new sugar constituent of grape juice glycosides.* – J. Agric. Food Chem. (37): 910-912.

Canal Llaubères R.M. (1990) – *Utilisation des enzymes dans les procédés d'extraction en œnologie.* – Rev. Franc. Œnologie, (122): 28-33.

Cordonnier R., Bayonove C. (1974) – *Mise en évidence dans la baie de raisin, variété Muscat d'Alexandrie, de monoterpènes liés rélévables par une ou plusieurs enzymes du fruit.* – C.R. Acad. Sci., Paris, Ser. D (278): 3387-3390.

Cordonnier R., Bayonove C. (1980) – *Estrazione e formazione di alcune componenti dell'aroma dei vini nel corso della fase prefermentativa della vinificazione.* – Atti Symp. di Enologia, S. Michele a/A, Trento, Italia: 57-86.

Cordonnier R.E., Gunata Y.Z., Baumes R.L., Bayonove C.L. (1989) – *Recherche d'un matériel enzymatique adapté à l'hydrolyse des précurseurs d'arome de nature glycosidique du raisin.* – Conn. Vigne Vin, (23, 1): 7-23

Di Stefano R. (1982) – *Presenza di precursori del linalolo nel Moscato bianco del Piemonte* – Vignevini (9, 7-8): 45-47.

Di Stefano R., Maggiorotto G., Gianotti S. (1992) – *Trasformazioni di nerolo e geraniolo indotte dai lieviti.* – Riv. Vitic. Enol., (1): 43-49.

Dubourdieu D., Ollivier Ch., Boidron J.N. (1986) – *Incidence des opérations prefermentaires sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins blanc secs.* – Conn. Vigne Vin, (20, 1): 53-76.

Dubourdieu D., Darriet P., Chatonnet P., Boidron J.N. (1989) – *Intervention de systèmes enzymatiques de Saccharomyces cerevisiae sur certains précurseurs d'arome du raisin.* – Actualités œnologiques 89, Proc. «4^e Symp. Int. d'Œnologie», Bordeaux, 15-17 June 1989, ed. P. Ribereau-Gayon & A. Lonvaud: 151-159.

Dugelay I., Gunata Z., Sapis J.C., Baumes R., Bayonove C. (1992) – *Formation of volatile phenols from cinnamic precursors during winemaking: the role of cinnamoyl esterase from commercial enzymic products.* Proc. Int. Conf. «Progress in flavour precursor studies. Analysis, generation, biotechnology». Würzburg, Germany, September 30 – October 2, 1992, ed. P. Schreier & P. Winterhalter, Allured Publish Corp., Carol Stream, USA, 1993: 189-193.

Gramatica P., Manitto P., Ranzi B.M., Delbianco A., Francavilla M. (1982) – *Stereospecific reduction of gera-*

niol to (R)-(-)-citronellol by Saccharomyces cerevisiae. Experientia, (38): 775-776.

Grando M.S., Versini G., Nicolini G. (1992) – *Use of Saccharomyces cerevisiae strains producing different volatile phenols content in Gewurztraminer wine.* Symp. Lallemand «Sensory contribution of yeasts to wine». Weissenkirchen/Wachau, Austria, May 21-24, 1992.

Grando M.S., Versini G., Nicolini G., Mattivi F. (1993) – *Selective use of wine yeast strains having different volatile phenols production.* – Vitis, (32): 43-50.

Grossmann M., Rapp A., Rieth W. (1987) – *Enzymatische Freisetzung gebundener Aromastoffe in Wein.* – Dtsch. Lebensm.-Rdsch., (83, 1): 7-12.

Grossmann M., Rapp A. (1988) – *Steigerung des sortentypischen Weibuketts nach Enzymbehandlung.* – Dtsch. Lebensm.-Rdsch., (84, 2): 35-37.

Grossmann M., Sukran I., Rapp A. (1990) – *Einfluss keltertechnischer Massnahmen auf das Sortebukett.* – Weinwirtschaft Technik, (8): 13-16.

Gunata Y.Z., Bayonove C.L., Baumes R.L., Cordonnier R.E. (1985a) – *The aroma of grapes. Localisation and evolution of free and bound fractions of some grape aroma components c.v. Muscat during first development and maturation.* – J. Sci. Food Agric., (36): 857-862.

Gunata Y.Z., Bayonove C.L., Baumes R.L., Cordonnier R.E. (1985b) – *The aroma of grapes. I. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components.* – J. Chromatography, (331): 83-90.

Gunata Z., Bitteur S., Brillouet J.M., Bayonove C., Cordonnier R. (1988) – *Sequential enzymic hydrolysis of potentially aromatic glycosides from grape.* – Carbohydr. Res., (184): 139-149.

Gunata Z., Bitteur S., Brilouet J.M., Bayonove C., Cordonnier R. (1989) - *Hydrolyse enzymatique des glycosides terpeniques precursors d'arome du raisin*. - Actua-lités œnologiques 89, Proc. «4° Symp. Int. d'œnologie», Bordeaux, 15-17 June 1989, ed. P. Ribereau-Gayon & A. Lonvaud: 146-150.

Gunata Z., Dugelay I., Sapis J.C., Bayonove C. (1990) - *Action des glycosidases exogènes au cours de la vini-fication: libération de l'arome a partir de précurseurs glyco-sidiques* - J. Int. Sciences Vigne Vin, (24, 3): 133-144.

Gunata Y.Z., Dugelay I., Sapis J.C., Baumes R., Bayonove C.L. (1992) - *Role of enzymes in the use of the fla-vour potential from grape gly-cosides in winemaking*. - Proc. Int. Conf. «Progress in flavour precursor studies. Analysis, generation, biotech-nology». Wurzburg, Germany, September 30 - October 2, 1992, ed. P. Schreier & P. Winterhalter, Allured Publish Corp., Carol Stream, USA, 1993: 219-234.

Lecas M., Gunata Z.Y., Sapis J.C., Bayonove C.L. (1991) - *Purification and partial characterization of β -glu-cosidase from grape*. - Phyto-chemistry, (30, 2): 451-454.

Kinzer G., Schreier P. (1980) - *Influence of different pressing systems on the com-position of volatile consti-tuents in unfermented grape musts and wines*. - Am. J. Enol. Vitic., (31): 7-13.

Meaden P.G., Taylor N.R. (1991) - *Cloning of a yeast gene which causes phenolic off-flavours in beer*. - J. Inst. Brew., (97): 353-357.

Nicolini G., Gunata Y.Z., Versini G., Dugelay I., Matti-vi F. (1993a) - *Use of glyco-sidase enzymes in musts: ef-fects on the chemical and sen-sory characters of the wines*. - C.R. Symp. Int. «Connaiss-ance aromatique des cepages et qualité des vins». 9-10 Fe-vrier 1993, Montpellier, Fran-ce (in print).

Nicolini G., Mattivi F., Versini G. (1993b) - *Uso di glicosidasi esogene in mosti e*

vini ed attività enzimatiche collaterali. - Riv. Vitic. Enol., (in print).

Park S.K., Morrison J.C., Adams D.O., Noble A.C. (1991) - *Distribution of free and glycosidically bound mo-noterpenes in the skin and mesocarp of Muscat of Alexandria grapes during de-velopment*. - J. Agric. Food Chem., (39): 514-518.

Roessler E.B., Pangborn R.M., Sidel J.L., Stone M. (1978) - *Expanded statistical tables for estimating signifi-cance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests* - J. Food Science, (43): 940-947.

Schreier P., Drawert F. (1974) - *Gaschromatographi-sch-massenspektrometrische untersuchung fluchtiger inhaltstoffe des weines. 1 Un-polare verbindungen des wei-naromas*. - Z. Lebensm. Un-ters. Forsch., (154): 273-278.

Shoseyov O., Bravdo B., Ikan R., Chet I. (1987) - *Mo-noterpene glucoside hydrolysis by a β -glucosidase from im-mobilized Aspegillus niger*. - Proc. Int. Symp. «The aroma-tic substances in grapes and wines». S. Michele a/A, Italy, June 25-27, 1987, Ed. by A. Scienza & G. Versini: 63-69.

Sefton M.A., Williams P.J. (1991) - *Generation of oxida-tion artifacts during the hy-drolysis of norisoprenoid gly-cosides by fungal enzyme pre-parations* - J. Agric. Food Chem., (39): 1994-1997.

Strauss C.R., Wilson B., Anderson R., Williams P.J. (1987) - *Development of pre-cursors of C13 norisoprenoid flavorants in Riesling grapes*. - Am. J. Enol. Vitic., (38, 1): 23-27.

Usseglio Tomasset L., Di Stefano R. (1979) - *Osserva-zioni sui costituenti terpenici delle uve e dei vini aromatici*. - Vigne-vini, (6, 10): 33-38.

Usseglio Tomasset L., Di Stefano R. (1980) - *Profilo aromatico del Moscato bianco del Piemonte*. - Riv. Vitic. Enol. (33, 2): 58-68.

Usseglio Tomasset L. (1987) - *Il quadro aromatico*

delle uve e dei vini aromatici - Proc. Int. Symp. «The aromatic substances in grapes and wines». S. Michele a/A, Italy, June 25-27, 1987. Ed. by A. Scienza & G. Versini: 113-131.

Versini G., Inama S., Sartori G. (1980) - *Indagine ga-scromatografica in colonna capillare dei costituenti terpe-nici del Riesling renano del Trentino Alto Adige: distribu-zione nell'acino, passaggio nel mosto e presenza nel vino a seconda di diverse tecniche di vinificazione, considerazio-ni organolettiche*. - Atti Symp. di Enologia, S. Michele a/A, Trento, Italia: 309-334.

Versini G. (1985) - *Sull'aroma del vino «Trami-ner aromatico» o «Gewürztra-miner»*. Vigne-vini, (12, 1-2): 57-65.

Versini G., Dalla Serra A., Dell'Eva M., Stefanini M., Inama S. (1987) - *Caratteri-stiche aromatiche dell'uva e del vino Moscato rosa*. - Proc. Int. Symp. «The aroma-tic substances in grapes and wines». S. Michele a/A, Italy, June 25-27, 1987. Ed. by A. Scienza & G. Versini: 399-410.

Versini G., Dalla Serra A., Dell'Eva M., Scienza A., Rapp A. (1988a) - *Evidence of some glycosidically bound new monoterpenes and noriso-prenoids in grapes* - «Biofla-vour '87», P. Schreier ed., W. de Gruyter, Berlin-New York: 161-170.

Versini G., Scienza A., Dell'Eva M., Dalla Serra A., Romano F. (1988b) - *Presen-za ed interesse di sostanze monoterpeniche e norisopreni-che in uve da cloni Chardon-nay e Sauvignon bianco nel Trentino*. - Atti Acc. It. Vite Vino, (40): 121-134.

Versini G., Dalla Serra A., Scienza A., Barchetti P. (1990) - *Particolarità compo-sitive dell'uva e del vino Tra-miner aromatico*. Atti Symp. «Gewürztraminer - Traminer aromatico», Bolzano, Italy, May 18-19, 1990: 59-71.

Versini G. (1993) - *New methods for the evaluation of genuineness of grape deriva-*

tes. - Proc. 10th Int. Oenol. Symp., May 3-5, 1993, Mon-treux, Switzerland, Intern. As-soc. Winery Technol. and Ma-nagement: 440-450.

Voirin S.G., Baumes R.L., Bitteur S.M., Gunata Z.Y., Bayonove C.L. (1990) - *No-vel monoterpene disaccharide glycosides of Vitis vinifera grapes*. - J. Agric. Food Chem., (38): 1373-1378.

Williams P.J., Strauss C.R., Wilson B. (1980) - *Hydroxy-lated linalood derivatives as pre-cursors of volatile mono-terpenes of Muscat grapes*. - J. Agric. Food Chem., (28): 766-771.

Williams P.J., Strauss C.R., Wilson B., Massy-Westropp R.A. (1982) - *Novel monoter-pene disaccharide glycosides of Vitis vinifera grapes and wines* - Phytochemistry, (21): 2013-2020.

Williams P.J., Sefton M.A., Francis I.L., (1991) - *Glycosi-dic precursors of varietal gra-pe and wine flavor*. - ACS Symp. Series 490, «Flavor precursors. Thermal and anzy-matic conversions». - New York, USA, August 25-30, 1991, Ed. R. Teranishi & G.R. Takeoka & M. Guntert, 1992:74-86.

Williams P.J., Francis I.L., Sefton M.A. (1992) - *Sensory and chemical analysis of hy-drolysed flavour precursors from Sauvignon blanc grapes*. - Proc. Int. Conf. «Progress in flavour precursor studies. Analysis, generation, biotech-nology». Wurzburg, Germany, September 30 - October 2, 1992, ed. P. Schreier & P. Winterhaltr, Allured Publish Corp., Carol Stream, USA, 1993: 235-242.

Wilson B., Strauss C.R., Williams P.J. (1986) - *The di-stribution of free and glycosi-dically-bound monoterpenes among skin, juice, and pulp fractions of some white grape varieties*. - Am. J. Enol. Vi-tic., (37, 2): 107-111.

Winterhalter P., Sefton M.A., Williams P.J. (1990) - *Volatile C13-norisoprenoid compounds in Riesling wine are generated from multiple precursors*. - Am. J. Enol. Vi-tic., (41, 4): 277-283.