

G. NICOLINI – G. VERSINI – E. AMADEI

**CARATTERISTICHE QUALITATIVE
DEL VINO MÜLLER-THURGAU DEL TRENINO
IN RELAZIONE AD INTERVENTI
DI TECNICA ENOLOGICA**

Estratto da:
«Rivista di Viticoltura e di Enologia»
Anno XLIX - N. 2 / 1996

Caratteristiche qualitative del vino Müller-Thurgau del Trentino in relazione ad interventi di tecnica enologica

Quality characteristics of Müller-Thurgau wines from Trentino in relation to winemaking techniques

G. Nicolini, G. Versini, E. Amadei*

Istituto Agrario - Dipartimento Laboratorio Analisi e Ricerca - Via E. Mach, 1 - 38010 S. Michele all'Adige (Trento) - Italia

* DISTAM - Sez. Industrie Agrarie - Università degli Studi - Via Celoria, 2 - 20133 Milano - Italia

(ricevuto il 12.06.95, accettato il 28.09.95)

Riassunto

Quale parte del progetto di ricerca sul *Müller-Thurgau* trentino, vengono qui verificate le conseguenze sulle caratteristiche aromatiche del vino stesso determinate dall'applicazione di tecniche enologiche diverse, quali la macerazione (a freddo, a temperatura ambiente, in presenza di enzimi pectolitici), la liquefazione enzimatica delle bucce, l'uso di enzimi glicosidasi nei vini.

Le tecniche macerative hanno determinato, a livello di mosto, aumenti della resa in pressatura e di aminoacidi liberi; a livello di vino si sono osservati principalmente incrementi di linalolo (libero e legato), ho-diendiolo (I) e di 1-esanolo, senza univoche differenze tra le tecniche applicate. Viceversa, diminuzioni sono state rilevate per il *trans* 3-esen-1-olo. L'analisi sensoriale ha premiato la macerazione a freddo e, secondariamente, la macerazione con enzimi pectolitici.

La liquefazione enzimatica delle bucce ha permesso l'ottenimento di una maggiore resa in mosto, con contenuti aromatici interessanti ma sostanzialmente non dissimili da quelli delle tecniche macerative più usuali. Nell'abbattimento del contenuto polifenolico, l'iperossidazione del mosto è risultata più efficace del PVPP.

I trattamenti del vino con diverse glicosidasi hanno spesso dato incrementi della intensità olfattiva dei vini, tuttavia hanno causato riduzioni nel contenuto di acetati e di esteri, esanoato di etile in particolare. L'uso di glicosidasi non appare comunque particolarmente funzionale all'incremento di tipicità del *Müller-Thurgau* trentino.

Il quadro aromatico di vini sperimentali è stato messo a confronto con quello di vini prodotti su scala industriale nella stessa regione, mostrando un grado di comparabilità molto buono.

Benché la variabilità enologicamente inducibile sia risultata minore di quella legata alle zone di coltivazione, il suo sfruttamento è comunque realizzabile e consigliabile.

Summary

This work, included in a wide research project about the *Müller-Thurgau* growing in Trentino (north-eastern Italy), aims at verifying the effects on the wine aroma characteristics brought about by different oenological techniques, such as the skin-contact (at cold and at room temperature or with pectolitic enzymes), the enzymic liquefaction of skins and the use of glycosidases in wines. Pomace contact caused an increase of the linalool (free and bound), ho-diendiol (I) and 1-hexanol contents, without univocal differences among the maceration conditions applied. Decreases were observed instead

for the *trans* 3-hexen-1-ol. Cold maceration and, secondly, maceration with pectolytic enzymes obtained the best scores in the sensory analysis.

The enzymic liquefaction of skins resulted in a higher yield in must, with interesting aroma contents but not particularly different from those obtainable with the traditional conditions of pomace contact. Hyperoxidation of must was more effective than PVPP in lowering the polyphenolic contents of the relevant wines.

The use of different glycosidases in wines often resulted in an intenser nose of the treated wines, but caused a decrease in acetates and ethyl esters, particularly ethyl hexanoate. This enzymic technique does not seem to be particularly effective for the aim of increasing the typicality of *Müller-Thurgau* from Trentino.

The aromatic constituents of experimental wines had been compared with those of *Müller-Thurgau* commercial wines, produced in industrial scale from grapes of the same region; the two mean aroma profiles were very consistent to each other.

Although the oenologically caused variability resulted lower than the one connected with the grape growing area, its exploitation is however feasible and advisable.

Parole chiave: Müller-Thurgau, macerazione, liquefazione enzimatica, glicosidasi, composti aromatici.

Key words: Müller-Thurgau, skin contact, enzymic liquefaction, glycosidase, aroma compounds.

Introduzione

In una recente nota sono stati riportati i risultati di uno studio mirato essenzialmente alla caratterizzazione compositiva dei mosti e dei vini *Müller-Thurgau* prodotti in Trentino nella vendemmia 1993 (Nicolini *et al.* 1995a).

Le informazioni ivi riportate rappresentano solo un primo stadio chimico-analitico dell'approfondimento in corso sulla varietà *Müller-Thurgau*, inserendosi in un contesto poliennale di più largo respiro che prende in considerazione aspetti di natura più strettamente enologica, non disgiunti da altri di natura pedo-climatica che mostrano una particolare sensibilità di questa varietà al sito di coltivazione, più generalmente al "terroir" (Falcetti *et al.*, 1994; Nicolini *et al.*, 1995b).

I risultati citati hanno evidenziato che i mosti di *Müller-Thurgau* sono piuttosto poveri di aminoacidi liberi, con la netta prevalenza di arginina e prolina, e basso è anche il livello di ammonio; la situazione di tali azotati è stata successivamente confermata, con marcata tendenza al ribasso, anche nell'anno 1994 (Amadei, 1995) e, nel contesto produttivo locale, essa sembrerebbe costituire una caratteristica "varietale".

Per quanto riguarda i vini, è emerso che essi hanno un profilo terpenico delle forme libere caratterizzato dalla dominanza di ho-diendiolo (I), linalolo, ho-trienolo ed ossido di linalolo piranico *trans*, mentre molto limitati sono i tenori di geraniolo ed ho-diendiolo (II); visti alla luce di un contributo sensorialmente rilevante all'aroma floreale, solo i tenori medi di linalolo ed ho-trienolo liberi, dell'alcool β -feniletilico e del 4-vinilfenolo – quest'ultimo sempre prevalente sul 4-vinilguaiacolo – possono essere di qualche utilità.

Tra i composti prefermentativi, una presenza tendenzialmente elevata – cui si è attribuito carattere di tipicità varietale – è stata registrata per il n-esanolo ed il *trans* 3-esen-1-olo; tra i fermentativi, alcool β -feniletilico da una parte ed acetato di isoamile e n-propanolo dall'altra hanno evidenziato correlazioni altamente significative, ma di segno rispettivamente negativo e positivo, con la somma degli aminoacidi liberi dei mosti.

Il peculiare profilo dei terpeni in forma glicosidica, generalmente più stabili delle forme libere, ha mostrato la pratica possibilità di giungere alla discriminazione di vini *Müller-Thurgau* da vini *Riesling renano* (Nicolini *et al.*, 1995a).

Tutti gli aspetti caratterizzanti i vini monovarietali prodotti in scala sperimentale nella vendemmia 1993 hanno trovato sostanziale e successiva convalida sia nei corrispondenti vini della vendemmia 1994, sia in vini commerciali trentini (Amadei, 1995); ulteriore conferma dei profili aromatici è venuta anche dall'analisi di vini commerciali altoatesini 1994 e del Palatinato tedesco, quest'ultime provenienze mostrando entrambe contenuti di composti varietali in quantità generalmente più rilevante rispetto ai vini trentini (Ver-sini *et al.*, 1995).

Nel presente lavoro si discutono, in particolare, le conseguenze di differenti interventi enologici, attuabili con le normali dotazioni di cantina, in fase pre- o post-fermentativa, il tutto nell'ottica di contribuire all'esaltazione delle caratteristiche aromatiche tipicizzanti i vini varietali; si riferirà quindi degli effetti di diverse tecniche macerative nonché delle conseguenze dei trattamenti sui vini con glicosidasi esogene.

Alcuni dati serviranno inoltre a discutere della validità delle vinificazioni condotte su scala sperimentale rispetto a quelle effettuate su scala industriale.

Materiali e metodi

Vinificazione standard

Per le prove testimone è stata utilizzata la seguente tecnica di vinificazione standard:

- conferimento dell'uva in cassette e conservazione in cella frigo per circa 12 ore alla temperatura di 10-12 °C;
- pigiadiraspatura e pressatura delle uve fredde, con pressione di esercizio di 2.5 bar e due cicli di pressatura (durata del processo 10-15 min.); immediata solfitazione del mosto torbido con 50 mg/L di SO₂ sotto forma di metabisolfito di potassio;
- decantazione statica senza ausilio di coadiuvanti di chiarifica;
- sfecciatura e successivo inoculo dei mosti, alla temperatura di 16-17 °C, con 20 g/hL di lieviti secchi *Sacch. cerevisiae r.f. bayanus*;
- fermentazione in serbatoi di acciaio inossidabile 304 in ambiente termocontrollato a 20 °C, con temperatura di fermentazione massima di 24 °C al 2-3° giorno dall'inoculo;
- a fine fermentazione alcolica, travaso, solfitazione con 30 mg/L di SO₂, aggiunta di 30 g/hL di bentonite e sosta in cella frigo per circa 2 mesi a 5 °C - con un ulteriore travaso e solfitazione - fino al momento dell'imbottigliamento sterile effettuato previa filtrazione brillantante a cartoni (Seitz Supra 250) e sterilizzante con membrana da 0.45 µm.

Macerazioni pre-fermentative

Nel corso della vendemmia 1993, da ognuno degli appezzamenti siglati 06MN e 07CE sono stati raccolti circa 800 kg di uve. Su di esse, in confronto con la vinificazione testimone effettuata secondo quanto riportato nel paragrafo precedente, sono state eseguite delle prove di vinificazione con le differenti modalità di macerazione pre-fermentativa del pigiadiraspato non solfitato riportate in tab. 1. Le modalità di macerazione sono state scelte in considerazione della reale possibilità di applicazione delle stesse nel contesto enologico trentino; anche la rilevante quantità di uva utilizzata per tesi, 200 kg circa, è scaturita dalla volontà di avvicinarsi quanto più possibile alla realtà di scala industriale. Tutte le operazioni di vinificazione successive alla fase di macerazione hanno seguito la tecnica di vinificazione standard.

Tabella 1: Tecniche di macerazione pre-fermentativa utilizzate (senza SO₂ durante la macerazione; * = macerazione in presenza di un enzima pectolitico commerciale, 5 g/hL).

Table 1: Skin-contact conditions (without SO₂ during the skin-contact phase; * = skin-contact with 5 g/hL of commercial pectic enzyme).

zona produzione uva grape growing area	TEST (no macerazione/ no skin-contact)	FREDDO	CALDO	PECTO (*)
06MN	vinificazione standard standard vinification	9-12° C x 21 h	18-24° C x 3.5 h	15-16° C x 4 h
07CE	vinificazione standard standard vinification	14-12° C x 21 h	18-24° C x 3.5 h	18° C x 4 h

“Liquefazione” del pigiadiraspato

Su 300 kg di uve *Müller-Thurgau*, rispetto ad un testimone standard non macerato (tesi siglata TEST), è stata effettuata una prova di macerazione particolarmente spinta utilizzando una miscela di due enzimi pectolitici commerciali – ognuno alla dose di 5 g/hL – di cui uno dichiarato per uso enologico e l'altro destinato alla fase di liquefazione nella produzione dei succhi di frutta limpidi. La temperatura del pigiadiraspato è stata 13-14 °C per le 4 ore di macerazione previste. Il contenuto polifenolico del macerato, che dopo pressatura era ragionevole attendersi elevato, è stato ridotto attraverso due modalità alternative:

- 1) con due successivi trattamenti iperossidativi (0.5 g O₂/L mosto) (tesi IPEROX);
- 2) con la dose massima legale concessa (80 g/hL) di polivinilpolipirrolidone (tesi PVPP).

A tali trattamenti è seguita una prolungata decantazione statica a freddo (temperatura inferiore ai 10 °C) condotta in cella frigo assieme alla vinificazione testimone. Tutte e tre le tesi (TEST, IPEROX, PVPP) sono state addizionate di 0.5 mg/L di tiamina e 0.2 g/L di fosfato biammonico in pre-fermentazione per contrastare il probabile impoverimento di nutrienti e fattori di crescita per i lieviti conseguente ai tempi ed all'entità dei trattamenti effettuati. Le uve utilizzate per la prova presentavano un livello di sanità non ottimale a causa di attacchi botritici stimabili visivamente sul 15%; è stato utilizzato, alla dose di 20 g/hL, il lievito *Fermivin-Cryo* (Gist-Brocades S.A.).

Glicosidasi su vini 1992

Otto vini *Müller-Thurgau* sono stati addizionati di una glicosidasi commerciale (enz. A; 5 g/hL) ad un anno dalla vendemmia. L'obiettivo di tale trattamento è stato quello di verificare la possibilità di esaltazione aromatica, o forse “di recupero”, di vini il cui flavour si presentava precocemente invecchiato, come spesso accade per il *Müller-Thurgau*. L'approfondimento analitico è stato effettuato solo a livello degustativo da un panel di 15 assaggiatori. L'elaborazione è stata effettuata con la procedura Anova ed il test di Duncan del pacchetto software SAS, utilizzando come fonte di variazione per ogni coppia degli 8 vini (testimone e enzimato) il trattamento ed il degustatore.

Glicosidasi su vini 1993

Su due *Müller-Thurgau* (siglati 04MN e 21CE) – ed in confronto col testimone non trattato (TEST) – al momento dell'imbottigliamento sono state effettuate aggiunte con 3 diverse glicosidasi commerciali siglate: A, alla dose di 5 g/hL; B, alla dose di 5 g/hL; C, alla dose di 15 g/hL. I dosaggi sono stati scelti sulla base di quelli massimi dichiarati

da ogni singola ditta produttrice; nel caso dell'enzima C essi sono tripli di quelli della concorrenza anche per i dosaggi minimi. Le conseguenze dei succitati trattamenti sono state indagate esclusivamente per via gascromatografica circa 4 mesi dopo l'enzimaggio.

Confronto tra vini sperimentali e vini commerciali

Sono stati utilizzati 22 vini della vendemmia 1994, analizzati nel dicembre dello stesso anno, di cui:

- 14 prodotti su scala semi-industriale, secondo la trafila standard, a partire da uve di diversa provenienza sul territorio provinciale;
- 8 prodotti su scala industriale, campionati in diverse cantine del Trentino circa un mese dopo i travasi di fine fermentazione alcoolica.

Metodiche chimico-analitiche

Per quanto riguarda le analisi degli aminoacidi, dei composti aromatici e degli acidi cinnamici sono state seguite le metodiche dettagliatamente riportate in Nicolini *et al.*, (1995a) e Nicolini *et al.*, (1991). Le analisi spettrofotometriche sono state condotte, per le diverse classi di composti fenolici, secondo le metodiche messe a punto da Di Stefano (Di Stefano *et al.*, 1989); polifenoli totali e catechine reattive alla p-dimetilammino cinnamaldeide sono espresse come mg/L di (+) cat., mentre le proantocianidine totali sono espresse come mg/L di cianidina. Le assorbanze nell'UV (dopo diluizione 1/10) e nel visibile (sul campione t.q.) sono state condotte su p.o. di 10 mm.

Le analisi di rame, ferro e zinco sono state ottenute per assorbimento atomico in fiamma, previa opportuna diluizione (10-20 volte) del mosto, limitatamente all'analisi del rame.

Analisi sensoriale e costituzione del panel

Nella valutazione sensoriale dei vini sono state utilizzate schede non strutturate riportanti sia descrittori sintetici di uso comune (intensità olfattiva, tipicità, piacere) che descrittori più specifici, i cui corrispondenti standard di riferimento (in vino bianco neutro) sono qui di seguito riportati:

- fruttato: - acetato di isoamile (3-1.5 mg/L)
 - acetato di isoamile (3 mg/L) + acetato di β -feniletile (0.8 mg/L)
- floreale/rosa: - alcool β -feniletilico (60-30-15 mg/L)
 - acetato di β -feniletile (0.8 mg/L)
- floreale/aromatico: - linalolo (0.5-0.1-0.05 mg/L)

Come standard per la definizione della nota olfattiva "verde-gradevole" sono stati scelti - dopo una specifica degustazione e di comune accordo tra i panelists - alcuni vini Müller-Thurgau ritenuti particolarmente rappresentativi. Nelle degustazioni sono stati coinvolti principalmente gli enotecnici produttori di vino Trentino Müller-Thurgau DOC, tutti peraltro già avvezzi ai metodi moderni di analisi sensoriale. Tale scelta è legata all'opportunità di oggettivare il riferimento alla "tipicità" del vino.

Risultati e discussione

Tecniche macerative

Come si evince dalla tab. 2, rispetto alle vinificazioni testimone, le diverse tecniche di macerazione hanno sempre determinato incrementi percentuali di resa in mosto torbido dell'ordine del 2-5%, non discostandosi da quelli che anche le cantine di produzione riscontrano nella loro pratica quotidiana; tali incrementi, leggermente maggiori nelle tesi

Tabella 2: Alcuni parametri analitici relativi ai mosti.

Table 2: Some analytical parameters of the musts.

	06MN TEST	06MN FREDDO	06MN CALDO	06MN PECTO	07CE TEST	07CE FREDDO	07CE CALDO	07CE PECTO
Resa in mosto <i>yield in must (L/kg) x100</i>	61,8	66,5	66,7	67,0	63,8	66,3	65,6	69,0
di cui / of which:								
Sgrondo / <i>free run juice (%)</i>	64,3	71,0	71,0	71,4	68,6	73,0	68,3	72,8
Pressato / <i>press juice (%)</i>	35,7	29,0	29,0	28,6	31,4	27,0	31,7	27,2
Rame / <i>copper (mg/L)</i>	9,15	4,40	4,35	6,30	8,10	4,40	4,85	7,30
Ferro / <i>iron (mg/L)</i>	0,85	0,56	0,40	0,27	1,10	0,70	0,73	0,73
Zinco / <i>zinc (mg/L)</i>	0,26	0,26	0,28	0,26	0,29	0,27	0,30	0,28
Aminoacidi liberi <i>free amino acids (mg/L)</i>	1229	1424	1370	1394	1099	1233	1246	1213
Ammonio / <i>ammonia (mg/L)</i>	26	22	32	25	45	37	45	40

enzimate con pectolitici, sono legati essenzialmente all'aumento delle frazioni ottenibili per semplice sgrondo dal pigiadirasato.

I mosti defecati hanno fatto registrare per quanto riguarda rame, ferro e zinco i valori riportati in tab. 2; in relazione ai primi due cationi, si può osservare come i macerati vadano in fermentazione sempre con tenori più bassi rispetto al testimone, e ciò in particolare per il rame nel caso delle tesi FREDDO e CALDO.

Le tesi macerate hanno manifestato incrementi dell'ordine del 10-16% circa a carico degli aminoacidi liberi del mosto defecato, senza sostanziali differenze tra le tre modalità di macerazione testate. Viste alla luce della variabilità nella dotazione aminoacidica legata a fattori climatici, di concimazione, di epoca di raccolta, di sanità delle uve etc. (Rapp, 1989), le variazioni notate possono essere valutate come di poco conto, tuttavia — anche in considerazione dei già citati bassi livelli di azotati mediamente ritrovati nei Müller-Thurgau trentini (Versini *et al.*, 1995) — esse potrebbero non essere del tutto ininfluenti sul piano enologico, almeno in linea generale, anche se nel caso specifico non risultano influenzare il tenore di 2-feniletanolo ed acetati.

Tra i composti aromatici varietali in forma libera (tab. 3) si nota un incremento rilevante solo nel caso dell'ho-diendiolo (I); gli altri terpenoli non mostrano variazioni o queste sono sostanzialmente ininfluenti, ad eccezione — forse — del linalolo, i cui incrementi nei macerati potrebbero, in particolare per la tesi CALDO nella serie 07CE, arrivare a rilevanza sensoriale.

Tra i composti varietali in forma legata (tab. 4) si può notare la tendenza all'incremento del linalolo nei macerati, con differenze rispetto al testimone anche superiori ai 20 µg/L. Incrementi di tale ordine di grandezza possono essere ritenuti interessanti per garantire ai vini una relativamente più duratura aromaticità e tipicità floreale. Non si riscontrano ulteriori variazioni degne di rilevanza tecnologica e sensoriale in questa classe di composti. Le variazioni del 3-cheto- α -ionolo — unico rappresentante valutato della classe dei nor-isoprenoidi — benché in qualche caso percentualmente rilevanti (circa + 60%), non appaiono univoche nelle due repliche (06MN e 07CE); da esse comunque — senza la possibilità di legare questo composto di nessuna autonoma rilevanza organolettica ad altri della sua classe più significativi dal punto di vista sensoriale — non è possibile trarre indicazioni applicative.

Tabella 3: Composti volatili dei vini.

Table 3: Volatile compounds in the wines.

Composti in forma libera / free forms (µg/L)	06MN TEST	06MN FREDDO	06MN CALDO	06MN PECTO	07CE TEST	07CE FREDDO	07CE CALDO	07CE PECTO
metanolo/methanol (mg/L)	18,3	27,1	31,0	51,7	26,3	37,4	33,4	64,5
1-propanolo/1-propanol (mg/L)	26,0	25,7	33,0	35,8	26,8	27,3	25,5	29,6
2-metil-1-propanolo/2-methyl-1-propanol (mg/L)	42,4	71,7	96,0	97,5	54,0	72,1	53,8	58,7
2-metil-1-butanolo/2-methyl-1-butanol (mg/L)	40,4	46,0	37,0	28,2	34,0	34,4	44,5	26,5
3-metil-1-butanolo/3-methyl-1-butanol (mg/L)	189,0	222,0	207,0	161,6	178,0	195,5	205,0	161,7
alcooli superiori/higher alcohols (mg/L)	297,8	365,4	373,0	323,1	292,8	329,3	328,8	276,5
acetaldeide/acetaldehyde (mg/L)	43,0	40,0	42,6	42,5	39,3	32,5	34,6	33,9
acetato di etile/ethyl acetate (mg/L)	32,0	23,7	24,6	33,3	33,0	27,7	19,5	31,6
acetato di isobutile/isobutyl acetate	44	56	80	115	50	66	33	82
acetato di isoamile/isoamyl acetate	1544	1219	1436	1613	1207	1492	911	1339
acetato di esile/hexyl acetate	293	285	285	489	310	344	167	484
acetato di 2-feniletile/2-phenylethyl acetate	314	229	220	278	362	354	276	459
esteri acetici/acetates	2196	1788	2021	2494	1930	2256	1387	2364
butirrato di etile/ethyl butyrate	133	137	149	177	149	200	143	183
esaonato di etile/ethyl hexanoate	545	482	486	617	523	610	427	761
ottanoato di etile/ethyl octanoate	717	588	671	760	620	707	579	807
decanoato di etile/ethyl decanoate	160	123	133	221	134	146	95	198
esteri etilici/ethyl esters	1554	1330	1439	1775	1425	1663	1244	1950
acido esanoico/hexanoic acid	2644	2259	2251	2814	2709	2579	2336	3153
acido ottanoico/octanoic acid	5256	4550	4622	5869	5730	5227	4568	6332
acido decanoico/decanoic acid	1871	1543	1467	2087	1846	1738	1362	2338
acidi grassi/fatty acids	9771	8352	8341	10770	10285	9544	8266	11823
1-esanolo/1-hexanol	2153	3609	3218	2799	2364	3593	3652	2922
trans 3-esen-1-olo/trans 3-hexen-1-ol	211,0	95,7	121,1	110,8	126,5	86,0	126,4	85,0
cis 3-esen-1-olo/cis 3-hexen-1-ol	44,0	25,8	27,9	53,8	49,4	29,6	37,8	61,4
alcol benzilico/benzyl alcohol	54,4	55,4	54,6	71,6	45,9	66,6	41,4	39,8
2-feniletanolo/2-phenylethanol	43284	42380	33563	20800	37332	35262	56362	34927
4-vinilfenolo/4-vinylphenol	60	76	216	170	56	426	394	85
4-vinilguaiacolo/4-vinylguaiacol	10	12	46	59	5	65	53	9
linaolo/linalool	35,5	36,7	43,6	39,1	58,9	76,0	83,6	69,6
α-terpineolo/α-terpineol	10,0	9,5	7,3	10,4	16,8	19,6	21,1	16,3
geraniolo/geraniol	7,5	7,7	4,6	13,1	17,2	18,1	7,9	8,9
ho-diendiolo (I)/ho-diendiol (I)	556	658	654	556	792	985	1292	1058
ho-diendiolo (II)/ho-diendiol (II)	5,0	8,6	3,0	9,1	16,5	11,9	13,1	10,7
ossido di linalolo fur. cis/cis fur. linalool oxide	1,1	2,6	n.d.	1,6	3,0	6,0	1,3	3,0
ossido di linalolo pir. trans/trans pyr. linalool oxide	23,0	24,6	24,1	28,1	40,0	54,8	51,5	52,7
ossido di linalolo pir. cis/cis pyr. linalool oxide	1,4	2,2	2,5	3,1	4,2	6,8	7,4	6,4
ho-trienolo/ho-trienol	8,1	7,9	9,6	8,2	16,2	50,9	41,6	25,3

Tra i composti liberi di origine pre-fermentativa (tab. 3) è da rilevare l'aumento – operativamente ininfluenza – del contenuto di metanolo nelle tesi comunque macerate, con incrementi percentualmente maggiori per la tesi PECTO. L'esanol fa registrare incrementi tali da avvicinarlo ai livelli di soglia organolettica (Meilgaard, 1975) in particolare per le tesi FREDDO e CALDO nel caso del vino 07CE e per quella FREDDO dello 06MN; i valori relativi ai vini 06MN concordano più di quelli 07CE – anche per le temperature realmente utilizzate, maggiormente confrontabili rispetto a quelle operativamente realizzate sui mosti 07CE – con quanto riportato da Ramey *et al.* (1986) su *Chardonnay* a differenti temperature di macerazione.

Tabella 4: Composti aromatici in forma legata nei vini.

Table 4: Aroma compounds in bound form in the wines.

Composti in forma legata / bound forms ($\mu\text{g/L}$)	06MN TEST	06MN FREDDO	06MN CALDO	06MN PECTO	07CE TEST	07CE FREDDO	07CE CALDO	07CE PECTO
ossido di linalolo fur. trans/trans fur. linalool oxide	28,6	26,6	40,9	33,9	56,9	67,3	94,6	53,0
ossido di linalolo fur. cis/cis fur. linalool oxide	5,2	8,3	8,1	9,5	11,0	10,2	12,7	9,9
ossido di linalolo pir. trans/trans pyr. linalool oxide	7,2	6,1	11,8	9,4	11,0	14,2	20,0	10,4
ossido di linalolo pir. cis/cis pyr. linalool oxide	1,5	1,6	2,1	1,9	1,5	1,6	1,7	1,2
linalolo/linalool	30,4	32,6	47,5	39,8	33,7	55,4	57,4	37,4
α -terpineolo/ α -terpineol	2,9	3,1	4,4	4,0	3,1	3,9	4,1	2,4
geraniolo/geraniol	23,0	21,8	33,5	32,9	25,0	23,6	24,8	18,1
ho-diendiolo (I)/ho-diendiol (I)	49,4	47,0	71,0	65,5	117,6	112,0	106,5	96,2
ho-diendiolo (II)/ho-diendiol (II)	2,8	2,6	2,9	3,7	4,0	3,7	2,4	3,4
8-OH-linalolo trans/trans 8-OH-linalool	25,7	23,7	36,5	35,8	21,4	47,2	41,6	40,9
8-OH-linalolo cis/cis 8-OH-linalool	53,8	53,2	73,6	77,4	45,0	77,4	62,7	71,4
8-OH-geraniolo/8-OH-geraniol	20,2	24,6	34,9	38,1	16,7	16,9	16,3	14,6
ho-trienolo/ho-trienol	1,0	1,1	2,0	1,3	1,1	5,2	3,6	1,3
p-ment-1-ene-7,8-diolo/p-menth-1-ene-7,8-diol	2,4	4,4	0,3	3,3	2,3	7,0	4,6	3,2
3-cheto- α -ionolo/3-oxo- α -ionol	99,1	93,9	154,9	163,5	128,2	96,6	130,8	100,4
alcol benzilico/benzyl alcohol	171,1	153,5	205,1	207,0	215,7	230,0	237,4	233,9
2-feniletanolo/2-phenylethanol	194,1	132,5	176,6	197,2	359,7	220,8	236,7	247,9
1-esanolo/1-hexanol	77,3	93,9	103,7	105,0	91,4	107,5	112,7	93,2
trans 3-esen-1-olo/trans 3-hexen-1-ol	1,8	1,7	1,8	2,2	1,9	1,4	1,6	2,0
cis 3-esen-1-olo/cis 3-hexen-1-ol	9,1	8,9	10,0	11,7	11,5	8,9	10,7	11,7

Il *trans* 3-esenolo nei macerati risulta, viceversa, essere tendenzialmente più basso; tale fatto non concorda con gli incrementi riportati — sia per il *trans* che per il *cis* — da Baumes *et al.* (1989) per vini macerati di *Chardonnay*, *Chenin blanc* e, benché non statisticamente significativi, anche di *Bourboulenc*. L'isomero *cis* si muove parallelamente nelle due repliche, calando nelle tesi FREDDO e CALDO ed aumentando nella tesi con l'enzimaggio. Le variazioni da noi registrate non inficiano la possibilità di considerare i due isomeri come indici della corrispondenza varietale, ipotesi già avanzata da Herraiz *et al.*, (1990) ed anche da noi condivisa (Nicolini *et al.*, 1995b), specialmente alla luce dell'ampia casistica riportata da Amadei (1995) e da Rapp *et al.*, (1993). Tuttavia deve essere messo in evidenza come tali parametri vadano utilizzati con attenzione.

Tra le forme complessate (tab. 4) si osservano incrementi percentualmente rilevanti, dell'ordine del 30%, dell'esanolo in seguito alla macerazione, mentre i due isomeri del 3-esen-1-olo rimangono praticamente invariati.

Tra i composti di origine fermentativa (tab. 3) non sono emerse differenze di particolare rilievo nelle tesi macerate rispetto alle vinificazioni testimone: nella produzione di esteri, sia acetici che etilici, si evidenzia la tesi PECTO, che mostra incrementi sia rispetto al testimone (14-22%) che rispetto alle altre tesi macerate. Tale fatto è probabilmente imputabile ad una tendenziale maggiore limpidezza raggiunta dal mosto PECTO.

Gli acidi grassi volatili indicano lo stesso andamento tra le diverse tesi macerate e rispetto al test, in entrambe le prove: essi infatti calano nelle tesi FREDDO e CALDO — come anche riportato da Rapp *et al.* (1985) e da Baumes *et al.* (1989) — ed aumentano nella tesi PECTO. Quest'ultimo incremento è in accordo con il corrispondente aumento nel contenuto di esteri etilici.

La macerazione, comunque effettuata, ha incrementato la dotazione in polifenoli totali dei vini (tab. 5); le tesi FREDDO e CALDO in particolare hanno determinato gli incrementi percentuali più rilevanti (+ 21%; 07CE) ed analoga tendenza si registra per le stesse tesi — benché con variazioni percentuali di molto maggiori e che vedono addirittura superare il raddoppio dei contenuti originari — anche per le catechine reattive alla

Tabella 5: Polifenoli (mg/L) ed assorbanze misurate nei vini.

Table 5: Polyphenolic compounds (mg/L) and adsorbances of the wines.

	06MN TEST	06MN FREDDO	06MN CALDO	06MN PECTO	07CE TEST	07CE FREDDO	07CE CALDO	07CE PECTO
polifenoli totali/total polyphenols (cat.)	97	114	111	109	99	120	120	106
proantocianidine totali/total proanthocyanidins (cian.)	10	10	12	9	8	9	11	11
catechine/catechins (cat.)	28	39	46	35	30	68	55	55
do 320 nm (dil. 1:10; 10mm)	0,558	0,585	0,588	0,578	0,531	0,573	0,564	0,562
do 420 nm (t.q.; 10mm)	0,034	0,053	0,56	0,058	0,038	0,043	0,049	0,05
acido caftarico/caftaric acid	3,66	4,26	4,76	2,13	3,67	5,84	5,26	4,33
acido caffeico/caffeic acid	1,59	1,41	1,42	2,41	1,66	1,71	1,73	2,28
acido p-cumarico/p-coumaric acid	0,55	0,60	0,67	1,11	0,59	0,58	0,64	1,15
acido ferulico/ferulic acid	0,13	0,19	0,21	0,15	0,09	0,16	0,12	0,08

p-dimetil ammino cinnamaldeide. Pur a fronte di rese in mosto leggermente superiori, gli incrementi polifenolici registrati per le tesi PECTO sembrerebbero tendenzialmente inferiori rispetto alle altre tesi macerate.

Benché le variazioni tra le tesi macerate siano piuttosto limitate, si potrebbe avanzare l'ipotesi che alla riduzione del corredo polifenolico delle tesi PECTO abbiano contribuito attività enzimatiche collaterali, forse esterasiche od ossidasiche; in tal senso sembrerebbero spingere anche i dati in leggero calo, rispetto agli altri macerati, dell'assorbanza a 320nm – grossolano indice degli acidi idrossicinnamici – e quelli in crescita a 420 nm, in accordo con quanto ritrovato su altri trattamenti enzimatici da Nicolini *et al.* (1994). L'esistenza di un'attività esterasica nella formulazione pectolitica utilizzata trova ulteriore conferma osservando il calo dell'acido caftarico rispetto agli altri macerati e l'aumento del corrispondente acido caffeico libero nonché dell'acido p-cumarico.

Valutando comunque globalmente i dati relativi ai polifenoli, da essi emerge che non è tanto il "come" si effettui la macerazione a condizionare i contenuti finali, quanto piuttosto il fatto stesso di macerare oppure no.

Da queste ultime osservazioni, congiuntamente a quanto già rilevato per i composti aromatici, sembra scaturire l'opportunità di attuare sui mosti una tecnica di vinificazione che preveda una qualche fase di macerazione, eventualmente tenendo separate le frazioni di sgrondo da quelle di pressatura, alle quali ultime far subire chiarifiche mirate alla riduzione della dotazione polifenolica. In effetti le frazioni di mosto di pressatura hanno fatto registrare, limitatamente ai campioni disponibili e rispetto allo sgrondo, incrementi nel contenuto polifenolico anche superiori al 20%.

Gli incrementi nei contenuti di composti cinnamici non sembrerebbero essere tali da destare soverchie preoccupazioni, anche in considerazione dell'esistenza di prodotti chiarificanti polimerici noti (PVPP) e meno noti (PVI) (Mattivi *et al.*, 1994) di buona specificità per i suddetti composti.

I dati dell'analisi sensoriale – condotta da 14 degustatori, sulla base di una scheda non strutturata riportante i descrittori segnalati in ascissa della fig. 1 – sono stati sottoposti ad analisi di varianza (software SAS) utilizzando come fonti di variazione il degustatore, la tecnica di macerazione, le due masse d'uva di partenza e le interazioni di primo grado. In fig. 1 si riporta la significatività al test F ed al test di Duncan, limitatamente alle sole note significative.

Solamente per quattro dei descrittori utilizzati sono emerse differenze significative; in particolare, la tesi PECTO ha manifestato una marcata nota fruttata, mentre le tesi FREDDO e CALDO sono state giudicate più "verdi". Tale nota "verde" ha contribuito indiscutibilmente e positivamente al giudizio di tipicità per la tesi FREDDO, così come probabilmente è avvenuto anche per la tesi CALDO la quale, però, non caratterizzandosi

né per il fruttato né per il floreale, non arriva a differenziarsi significativamente dal TEST. Nella tipicità probabilmente copre un certo ruolo anche il fruttato, parametro cui va attribuita la responsabilità del significativo giudizio dato per la tesi PECTO. Si ritiene che proprio da un giusto equilibrio tra le componenti fruttate, verdi e floreali – per le quali ultime, benché a livelli di non significatività statistica, sembra apparire un trend positivo in relazione alle tesi FREDDO e PECTO – sia scaturito il giudizio finale di piacere che sostanzialmente premia la tesi FREDDO e, meno sicuramente, la tesi PECTO. Va comunque rimarcato che, comunque sia stata effettuata la fase di macerazione, questa non ha mai dato risultati qualitativamente inferiori di quelli della tesi TEST, della quale ha probabilmente contribuito, benché in modo non statisticamente significativo, a ridurre la sensazione acida.

Si può rilevare, come ultimo punto, che i vini caratterizzati da più marcate note “verdi” (tesi FREDDO e CALDO) hanno mostrato principalmente i più rilevanti contenuti di esanolo, ma anche, a livello di mosto, i più bassi contenuti di rame. In considerazione del ruolo di complessante che il catione metallico riveste nei confronti dell’acido solfidrico formantesi in fermentazione, ed inoltre ricordando come ai composti solforati sia frequentemente attribuita la capacità di sinergizzare con le note “verdi”, i livelli di rame dei mosti ed i responsi dell’analisi sensoriale sembrano muoversi in discreto accordo.

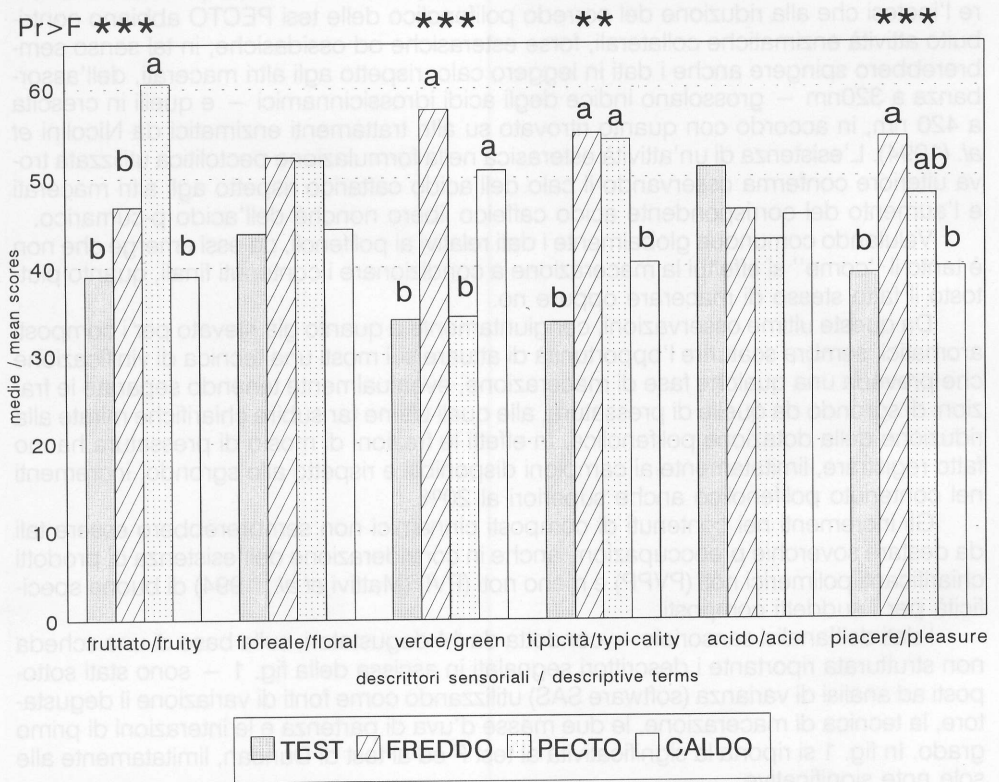


Fig. 1: Effetti sensoriali dei diversi trattamenti macerativi prefermentativi (13 degustatori x 4 tecniche di vinificazione x 2 zone di produzione dell’uva; Anova, test F, test di Duncan).

Fig. 1: Sensorial consequences of the different skin-contact treatments: (13 panelists x 4 treatments x 2 grape growing areas; Anova, F test, Duncan's test).

(Legenda: * = $\alpha < 0.05$; ** = $\alpha < 0.01$; *** = $\alpha < 0.001$)

Prove di "liquefazione" del pigiadiraspato

In seguito alla "liquefazione" in fase macerativa, le bucce sono risultate estremamente pulite e, valutate visivamente, non manifestavano traccia degli strati cellulari di polpa che normalmente restano ad esse aderenti. Alla pressatura lo sgrondo del mosto macerato è risultato piuttosto difficoltoso, tuttavia la resa in mosto ottenuta dopo macerazione è stata particolarmente elevata (73%) e superiore di circa il 10% rispetto al testimone.

Nel caso della tesi IPEROX, l'immissione delle riportate dosi sicuramente eccedentarie di ossigeno ha portato il livello disciolto di tale gas (misurato con ossimetro WTW Oxy 196 equipaggiato con elettrodo di Clark ed agitatore) a 30 mg/L in ambedue le fasi ossidative. Tra la prima e la seconda ossidazione si è atteso il pressoché totale consumo dell'ossigeno, avvenuto in 3 ore alla temperatura di 18 °C; l'azzeramento dell'ossigeno della seconda sovrasaturazione ha richiesto invece un tempo praticamente triplo.

Da tale esperienza sono ricavabili le seguenti osservazioni, valutate sui macerati rispetto al testimone:

- a) la dotazione aminoacidica del mosto di partenza – valutata rispetto alla casistica nota per la varietà (Nicolini *et al.*, 1995a) – è risultata essere particolarmente povera (614 mg/L); le diminuzioni dei contenuti riportati per le due tesi (IPEROX: 400 mg/L; PVPP: 525 mg/L) si ritiene possano essere ascritte ad inquinamenti da parte della flora indigena che, nella fase macerativa in assenza di solforosa, potrebbe essersi moltiplicata riducendo tali azotati.
- b) Il contenuto di metanolo (tab. 6) in seguito alla macerazione è aumentato in modo decisamente marcato, molto prossimo al 50%.
- c) L'incremento dell'1-esanolo e la diminuzione del *trans* 3-esen-1-olo (tab. 6) confermano quanto pocanzi riportato per le altre tecniche macerative.
- d) Molto limitate sono le variazioni nel corredo terpenico libero (tab. 6).
- e) I terpeni in forma legata (tab. 7) manifestano in genere il classico incremento conseguente alle macerazioni (geraniolo, dioli in genere, 2-feniletanolo, benzilico), tuttavia l'evoluzione di alcuni di essi (linalolo, ossidi di linalolo, 3-cheto- α -ionolo) necessita di ulteriori approfondimenti. La tendenza incrementante di linalolo e geraniolo potrebbe essere interessante ai fini di una futura liberazione naturale o enzimaticamente inducibile.
- f) Incrementi notevoli ha fatto registrare il calcio (tab. 8), per i sali del quale la previsione di stabilità in soluzione e nel lungo periodo è sempre piuttosto aleatoria qualora si superi il limite indicativo degli 80 mg/L, cui per altro il testimone era già molto vicino.
- g) Pur a fronte del massiccio incremento di resa nei macerati, sia i trattamenti ossidativi che l'uso del PVPP hanno drasticamente contenuto il tenore polifenolico dei vini finiti, addirittura facendo registrare valori dei diversi indici ben al di sotto di quelli del TEST (tab. 8). I dati disponibili in relazione alla dotazione di acidi idrossi cinnamiltartarici indicano come l'efficienza del trattamento di iperossidazione dei mosti sia stata notevolmente maggiore di quella di un trattamento con 80 g/hL di PVPP. La tesi IPEROX, infatti, ha fatto registrare una riduzione di oltre il 90% del contenuto di acido catarico del testimone rispetto al dimezzamento ottenuto col PVPP ed ha inoltre ridotto dell'80% il tenore del caffeico libero, che invece non è risultato significativamente modificato rispetto al testimone dal trattamento con PVPP.
- h) L'assorbanza a 420 nm nella tesi IPEROX è risultata comunque piuttosto elevata (tab. 8); si ritiene che il valore raggiunto non sia di per sé tale da penalizzare un eventuale giudizio di commerciabilità o di utilizzazione, specialmente se il prodotto ottenuto fosse considerato come "concia aromatica" in interventi di taglio tra vini. Gli incrementi aromatici ottenuti, comunque, non sono risultati sostanzialmente più rilevanti di quelli ottenibili con tecniche macerative più tradizionali.

Tabella 6: Composti volatili dei vini.

Table 6: Volatile compounds in the wines.

Composti in forma libera / free forms ($\mu\text{g/L}$)	TEST	IPEROX	PVPP
metanolo/ <i>methanol</i> (mg/L)	51,0	74,8	76,4
1-propanolo/ <i>1-propanol</i> (mg/L)	8,4	7,8	8,3
2-metil-1-propanolo/ <i>2-methyl-1-propanol</i> (mg/L)	85,0	40,0	47,0
2-metil-1-butanolo/ <i>2-methyl-1-butanol</i> (mg/L)	52,7	41,0	48,0
3-metil-1-butanolo/ <i>3-methyl-1-butanol</i> (mg/L)	280,3	207,8	243,6
alcooli superiori/ <i>higher alcohols</i> (mg/L)	426,4	296,6	346,9
acetaldeide/ <i>acetaldehyde</i> (mg/L)	28,3	42,0	31,5
acetato di etile/ <i>ethyl acetate</i> (mg/L)	21,7	25,7	26,7
acetato di isobutile/ <i>isobutyl acetate</i>	54	61	54
acetato di isoamile/ <i>isoamyl acetate</i>	2123	2480	1983
acetato di esile/ <i>hexyl acetate</i>	184	477	264
acetato di 2-feniletile/ <i>2-phenylethyl acetate</i>	411	680	403
esteri acetici/ <i>acetates</i>	2773	3697	2704
butirrato di etile/ <i>ethyl butyrate</i>	115	126	116
esaonato di etile/ <i>ethyl hexanoate</i>	419	463	400
ottanoato di etile/ <i>ethyl octanoate</i>	441	596	408
decanoato di etile/ <i>ethyl decanoate</i>	45	123	57
esteri etilici/ <i>ethyl esters</i>	1020	1308	981
acido esanoico/ <i>hexanoic acid</i>	2476	2388	2076
acido ottanoico/ <i>octanoic acid</i>	5074	5257	4265
acido decanoico/ <i>decanoic acid</i>	1095	2169	1216
acidi grassi/ <i>fatty acids</i>	8645	9814	7557
1-esanolo/ <i>1-hexanol</i>	2425	3224	2616
trans 3-esen-1-olo/ <i>trans 3-hexen-1-ol</i>	242,5	72,2	117,3
cis 3-esen-1-olo/ <i>cis 3-hexen-1-ol</i>	66,0	50,2	74,0
alcol benzilico/ <i>benzyl alcohol</i>	23,7	17,7	40,5
2-feniletanolo/ <i>2-phenylethanol</i>	63134	70678	60882
4-vinilfenolo/ <i>4-vinylphenol</i>	263	174	82
4-vinilguaiacolo/ <i>4-vinylguaiacol</i>	38	28	19
linaolo/ <i>linalool</i>	37,0	41,9	39,2
α -terpineolo/ <i>α-terpineol</i>	11,6	11,3	12,2
geraniolo/ <i>geraniol</i>	4,2	11,3	6,5
ho-diendiolo (I)/ <i>ho-diendiol (I)</i>	340	418	380
ho-diendiolo (II)/ <i>ho-diendiol (II)</i>	7,9	7,2	4,8
ossido di linalolo fur. cis/ <i>cis fur. linalool oxide</i>	3,8	1,8	4,5
ossido di linalolo pir. trans/ <i>trans pyr. linalool oxide</i>	9,5	5,9	8,8
ossido di linalolo pir. cis/ <i>cis pyr. linalool oxide</i>	2,9	4,1	3,3
ho-trienolo/ <i>ho-trienol</i>	30,2	16,3	22,8

(Legenda: **TEST** = vinificazione standard, no macerazione/*standard vinification, no skin-contact*; **IPEROX** = macerazione con enzimi da "liquefazione" (14 °C x 4 h) e iperossigenazione del mosto, sedimentazione a freddo/*skin-contact with enzyme for "liquefaction" (14 °C x 4 h) and hyperoxidation of must, cold settling*; **PVPP** = macerazione (vedi iperox) e PVPP 80 g/hL su mosto, sedimentazione a freddo/*skin-contact (see iperox) and cold settling of must with PVPP 80 g/hL*.)

Tabella 7: Composti aromatici in forma legata nei vini.

Table 7: Aroma compounds in bound form in the wines.

Composti in forma legata / bound forms ($\mu\text{g/L}$)	TEST	IPEROX	PVPP
ossido di linalolo fur. <i>trans/trans fur. linalool oxide</i>	16,8	25,8	18,7
ossido di linalolo fur. <i>cis/cis fur. linalool oxide</i>	5,6	5,4	5,7
ossido di linalolo pir. <i>trans/trans pyr. linalool oxide</i>	5,8	8,6	6,3
ossido di linalolo pir. <i>cis/cis pyr. linalool oxide</i>	1,0	1,8	2,0
<i>linalolo/linalool</i>	28,1	52,4	36,8
<i>α-terpineolo/α-terpineol</i>	4,8	8,1	5,8
<i>geraniolo/geraniol</i>	25,8	43,1	41,8
<i>ho-diendiolo (I)/ho-diendiol (I)</i>	39,2	75,2	77,1
<i>ho-diendiolo (II)/ho-diendiol (II)</i>	2,1	3,3	2,3
<i>8-OH-linalolo trans/trans 8-OH-linalool</i>	38,6	38,2	47,0
<i>8-OH-linalolo cis/cis 8-OH-linalool</i>	71,0	92,7	97,8
<i>8-OH-geraniolo/8-OH-geraniol</i>	45,9	48,5	53,3
<i>ho-trienolo/ho-trienol</i>	1,1	1,7	2,8
<i>p-ment-1-ene-7,8-diolo/p-menth-1-ene-7,8-diol</i>	0,8	2,2	0,4
<i>3-cheto-α-ionolo/3-oxo-α-ionol</i>	136,4	183,6	136,3
<i>alcool benzilico/benzyl alcohol</i>	163,5	236,2	212,4
<i>2-feniletanolo/2-phenylethanol</i>	182,6	360,1	330,0
<i>1-esanolo/1-hexanol</i>	126,0	140,0	132,0
<i>trans 3-esen-1-olo/trans 3-hexen-1-ol</i>	5,1	3,6	4,7
<i>cis 3-esen-1-olo/cis 3-hexen-1-ol</i>	25,4	23,8	27,2

(Legenda: **TEST** = vinificazione standard, no macerazione/standard vinification, no skin-contact; **IPEROX** = macerazione con enzimi da "liquefazione" (14 °C x 4 h) e iperossigenazione del mosto, sedimentazione a freddo/skin-contact with enzyme for "liquefaction" (14 °C x 4 h) and hyperoxidation of must, cold settling; **PVPP** = macerazione (vedi iperox) e PVPP 80 g/hL) su mosto, sedimentazione a freddo/skin-contact (see iperox) and cold settling of must with PVPP 80 g/hL.

Tabella 8: Cationi, polifenoli ed assorbanze sui vini (Legenda: vedi Tab. 6).

Table 8: Cations, polyphenols and adsorbances of the wines (Legenda: see Tab. 6).

	TEST	IPEROX	PVPP
<i>potassio/potassium</i>	750	720	730
<i>calcio/calium</i>	79	99	95
<i>do 420 nm (t.q.; 10mm)</i>	0,035	0,082	0,039
<i>do 320 nm (dil. 1:10; 10mm)</i>	0,548	0,466	0,519
<i>do 280 nm (dil. 1:10; 10mm)</i>	0,633	0,573	0,622
<i>polifenoli tot./total polyphenols (cat.)</i>	101	64	76
<i>proantocianidine tot./total proanthocyanidins (cian.)</i>	11	2	4
<i>catechine/catechins (cat.)</i>	32	4	12
<i>acido caftarico/caftaric acid</i>	5,72	0,48	2,79
<i>acido caffeico/caffeic acid</i>	1,79	0,35	1,81

Trattamenti con glicosidasi esogene - vini 1993

Una rapida valutazione dei dati (fig. 2) consente di osservare come, rispetto ai vini testimone, le variazioni conseguenti ai trattamenti siano, in termini di aumento della componente terpenica libera, inesistenti o di relativa poca entità, pur in un contesto di incremento. Tra le tre formulazioni, l'enzima siglato A sembrerebbe a questo riguardo il più efficiente nella liberazione del geraniolo dalla corrispondente forma legata. La variazio-

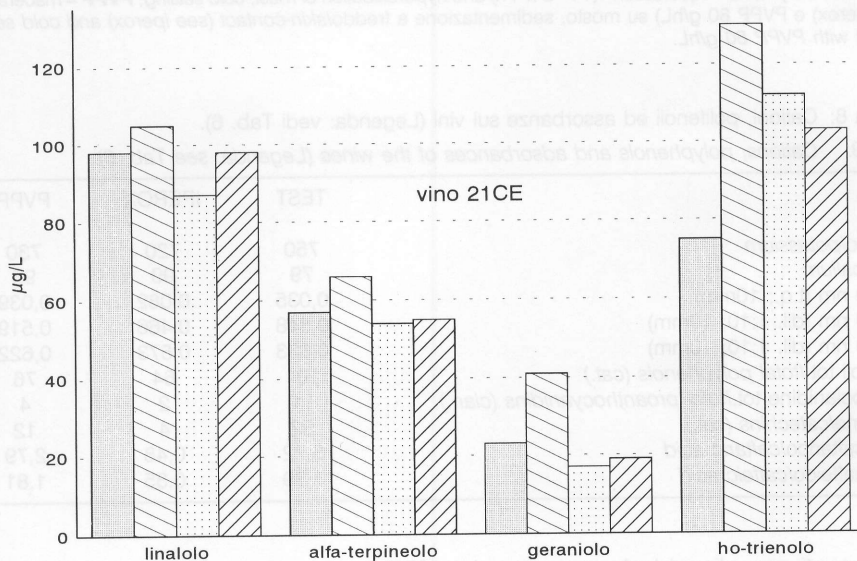
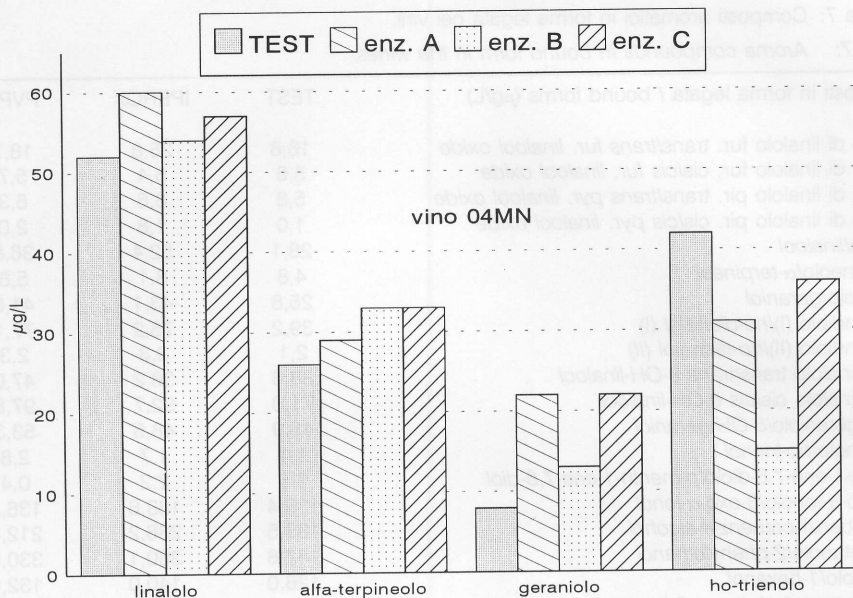


Fig. 2: Variazioni nel contenuto di linalolo, α -terpineolo, geraniolo ed ho-trienolo liberi di vini (04MN e 21CE) Müller-Thurgau 1993 trattati con tre diverse glicosidasi (enz. A; enz. B; enz. C).

Fig. 2: Effects of 3 different exogenous glycosidases (enz. A; enz. B; enz. C) on the free linalool, α -terpineol, geraniol and ho-trienol content in wines (04MN and 21CE) Müller-Thurgau 1993.

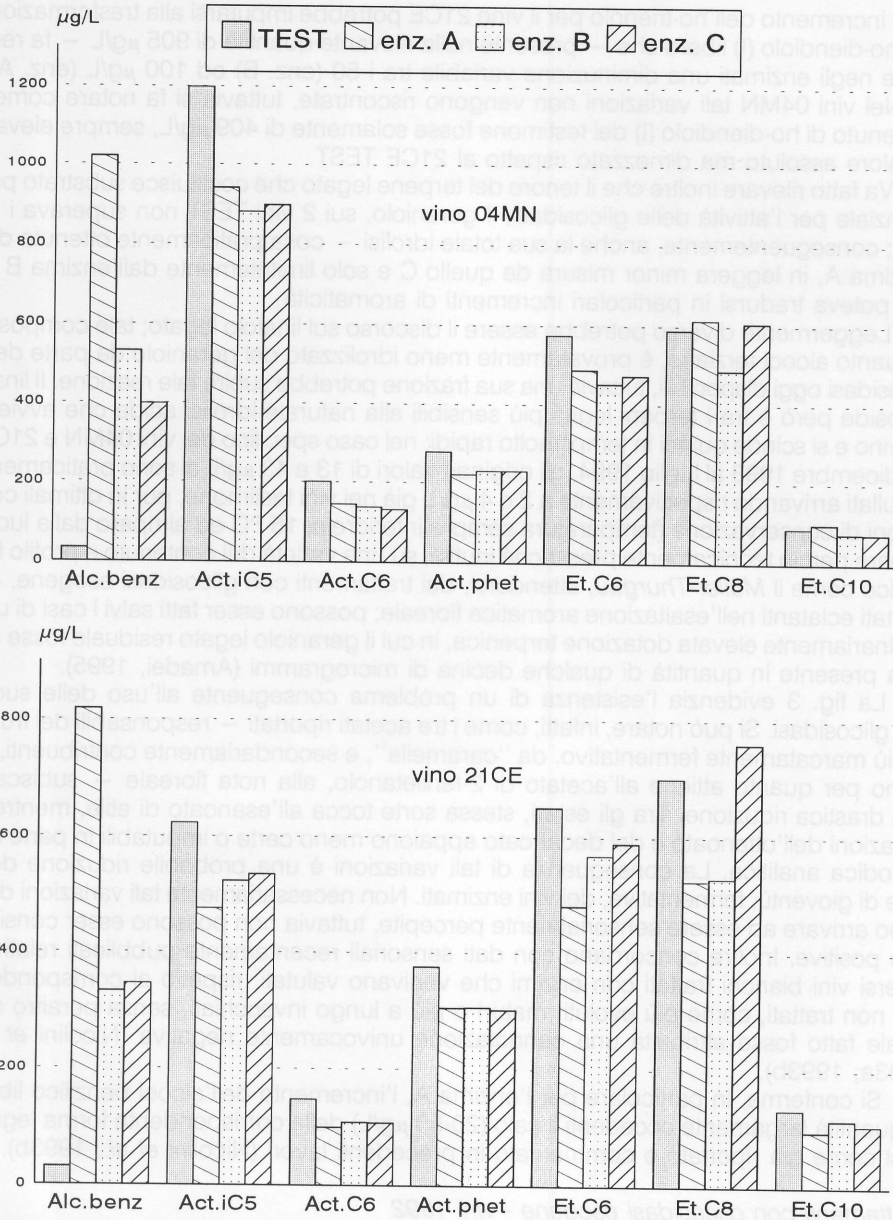


Fig. 3: Variazioni nel contenuto di alcuni composti volatili in vini (04MN e 21CE) Müller-Thurgau 1993 trattati con tre diverse glicosidasi (enz. A; enz. B; enz. C).

Fig. 3: Effects of 3 different exogenous glycosidases (enz. A; enz. B; enz. C) on the content of some volatile compounds in wines (04MN and 21CE) Müller-Thurgau 1993.

(Legenda: **Alc.benz.** = alcool benzilico/benzyl alcohol; **Act.iC5** = acetato di isoamile/isoamyl acetate; **Act.C6** = acetato di esile/hexyl acetate; **Act.phet.** = acetato di β-feniletile/2-phenethyl acetate; **Et.C6** = esanoato di etile/ethyl hexanoate; **Et.C8** = ottanoato di etile/ethyl octanoate; **Et.C10** = decanoato di etile/ethyl decanoate)

ne in incremento dell'ho-trienolo per il vino 21CE potrebbe imputarsi alla trasformazione dell'ho-diendiolo (I) libero che — presente nella rilevante quantità di 905 $\mu\text{g/L}$ — fa registrare negli enzimati una diminuzione variabile tra i 50 (enz. B) ed 100 $\mu\text{g/L}$ (enz. A e C). Nei vini 04MN tali variazioni non vengono riscontrate, tuttavia si fa notare come il contenuto di ho-diendiolo (I) del testimone fosse solamente di 409 $\mu\text{g/L}$, sempre elevato in valore assoluto ma dimezzato rispetto al 21CE TEST.

Va fatto rilevare inoltre che il tenore del terpene legato che costituisce substrato preferenziale per l'attività delle glicosidasi, il geraniolo, sui 2 vini TEST non superava i 15 $\mu\text{g/L}$; conseguentemente, anche la sua totale idrolisi — cosa praticamente ottenuta dall'enzima A, in leggera minor misura da quello C e solo limitatamente dall'enzima B — non poteva tradursi in particolari incrementi di aromaticità.

Leggermente diverso potrebbe essere il discorso sul linalolo legato; tale composto, in quanto alcool terziario, è provatamente meno idrolizzato del geraniolo da parte delle glicosidasi oggi disponibili, tuttavia una sua frazione potrebbe subire tale reazione. Il linalilglicoside però è tra i terpeni legati più sensibili alla naturale idrolisi acida che avviene nel vino e si scinde quindi in tempi molto rapidi; nel caso specifico dei vini 04MN e 21CE, dal dicembre 1993 al luglio 1994, gli originari valori di 13 e 43 $\mu\text{g/L}$ si sono praticamente annullati arrivando rispettivamente a 2 e 4 $\mu\text{g/L}$ già nei vini testimone, pur in ottimali condizioni di conservazione (temperatura sempre inferiore ai 15 °C ed al riparo dalla luce). Appare perciò tecnicamente pressoché inutile, su una varietà dal contenuto e profilo terpenico come il *Müller-Thurgau*, attendersi, dai trattamenti con glicosidasi esogene, dei risultati eclatanti nell'esaltazione aromatica floreale; possono esser fatti salvi i casi di una originariamente elevata dotazione terpenica, in cui il geraniolo legato residuale fosse ancora presente in quantità di qualche decina di microgrammi (Amadei, 1995).

La fig. 3 evidenzia l'esistenza di un problema conseguente all'uso delle succinate glicosidasi. Si può notare, infatti, come i tre acetati riportati — responsabili del fruttoato più marcatamente fermentativo, da "caramella", e secondariamente contribuenti, almeno per quanto attiene all'acetato di 2-feniletanolo, alla nota floreale — subiscano una drastica riduzione. Tra gli esteri, stessa sorte tocca all'esanoato di etile, mentre le variazioni dell'ottanoato e del decanoato appaiono meno certe o imputabili in parte alla metodica analitica. La conseguenza di tali variazioni è una probabile riduzione delle note di gioventù, fermentative, dei vini enzimati. Non necessariamente tali variazioni debbono arrivare ad essere sensorialmente percepite, tuttavia non possono esser considerate positive. Inoltre concordano con dati sensoriali recentemente pubblicati relativi a diversi vini bianchi trattati con enzimi che venivano valutati, rispetto ai corrispondenti vini non trattati, come più evoluti, maturi o più a lungo invecchiati, senza peraltro che a tale fatto fosse attribuita una connotazione univocamente negativa (Nicolini *et al.*, 1993a; 1993b).

Si conferma, in particolare per l'enzima A, l'incremento dell'alcool benzilico libero in quantità largamente eccedenti il calo (20-50 $\mu\text{g/L}$) della corrispondente forma legata, così come già riportato e commentato in precedenti lavori (Nicolini *et al.*, 1993b).

Trattamenti con glicosidasi esogene - vini 1992

Otto vini *Müller-Thurgau* del 1992 — dal flavour precocemente invecchiato — sono stati trattati con la glicosidasi A e sono stati valutati, rispetto ai non trattati, sulla base dei soli due descrittori "intensità olfattiva" e "tipicità". Come si evince dalla fig. 4, per quattro di essi i degustatori hanno rilevato significativi incrementi d'intensità olfattiva, ma solo in un caso a tali incrementi è corrisposto anche un significativo giudizio di maggior tipicità. Per altri due vini trattati (v1; v3) il giudizio di tipicità è stato molto prossimo alla significatività. Interessante è notare che non sempre all'aumentare dell'intensità olfattiva è corrisposto un aumentato giudizio di tipicità.

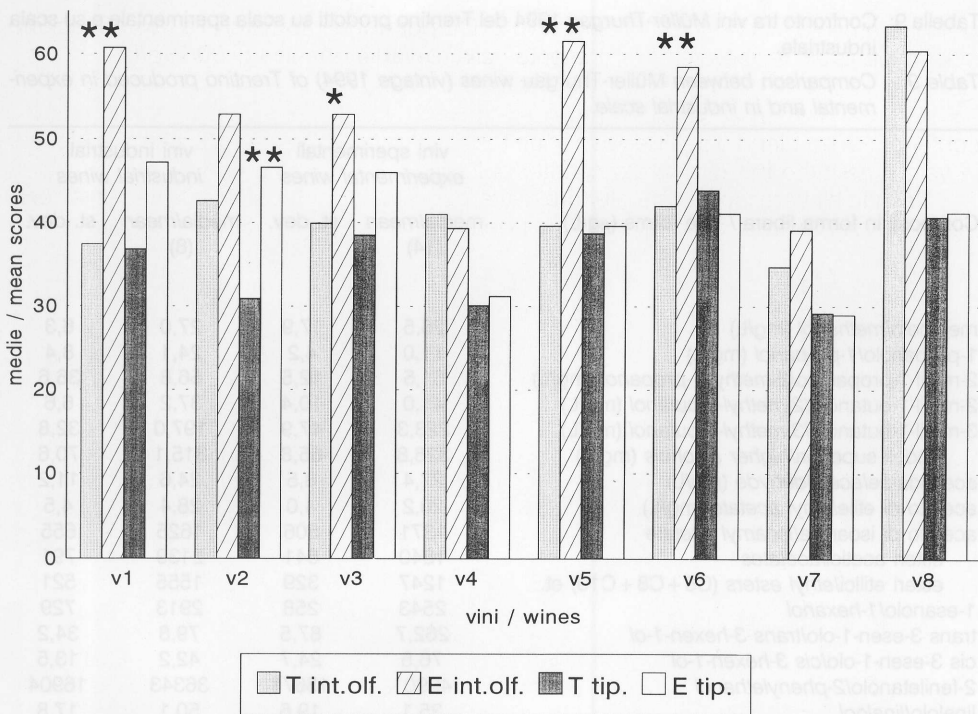


Fig. 4: Effetti sensoriali del trattamento con enzima glicosidasi (enz. A) su 8 vini Müller-Thurgau 1992 (15 degustatori, Anova, test F, test di Duncan).

Fig. 4: Glycosidase enzyme (enz. A) in 8 Müller-Thurgau wines, vintage 1992; sensorial consequences (15 panelists, Anova, F test, Duncan's test).

(Legenda: **T** = test; **E** = enzimato/with enzyme; **int.of.** = intensità olfattiva/nose intensity; **tip.** = tipicità/typicality; * = $\alpha < 0.05$; ** = $\alpha < 0.01$).

I dati ottenuti dimostrano la non generalizzabilità dell'efficacia dei trattamenti glicosidasi sul Müller-Thurgau, almeno ai fini dell'esaltazione della sua tipica aromaticità; indicano comunque anche come – in qualche caso – sia possibile aumentare l'intensità olfattiva, con ciò contribuendo ad una probabilmente più facile "vendibilità" di un vino aromaticamente un po' "stanco". Non è tuttavia chiaro quali siano i composti responsabili dei registrati incrementi di "intensità olfattiva".

Confronto tra vini sperimentali e vini commerciali

Tra i composti terpenici varietali, sia liberi che complessati, non si osservano differenze di rilievo tra i vini sperimentali e quelli prodotti su scala industriale (tab. 9); la leggera differenza nel contenuto di linalolo libero è in buona parte compensata dai dati relativi alla sua frazione complessata e da quelli dell'alfa-terpineolo libero, uno dei composti in cui il linalolo tende a convertirsi più rapidamente. È ragionevole pensare che i vini industriali – conservati dalla fine della fermentazione alcolica a temperatura sicuramente più elevata rispetto ai 5 °C cui sono stati conservati i vini sperimentali – abbiano subito un'idrolisi acida del linalolo legato tendenzialmente più rapida. Per il resto, il profilo aromatico varietale dei vini sperimentali è del tutto sovrapponibile a quello dei vini commerciali.

Tabella 9: Confronto tra vini Müller-Thurgau 1994 del Trentino prodotti su scala sperimentale e su scala industriale.

Table 9: Comparison between Müller-Thurgau wines (vintage 1994) of Trentino produced in experimental and in industrial scale.

Composti in forma libera / free forms ($\mu\text{g/L}$)	vini sperimentali experimental wines		vini industriali industrial wines	
	media/mean (14)	st. dev.	media/mean (8)	st. dev.
metanolo/methanol (mg/L)	26,5	17,9	27,0	6,3
1-propanolo/1-propanol (mg/L)	11,0	4,2	24,1	8,4
2-metil-1-propanolo/2-methyl-1-propanol (mg/L)	51,5	12,5	56,8	36,6
2-metil-1-butanolo/2-methyl-1-butanol (mg/L)	41,0	10,4	37,2	6,6
3-metil-1-butanolo/3-methyl-1-butanol (mg/L)	223,3	47,9	197,0	32,8
alcooli superiori/higher alcohols (mg/L)	326,8	65,8	315,1	70,6
acetaldeide/acetaldehyde (mg/L)	27,4	8,5	24,6	11,2
acetato di etile/ethyl acetate (mg/L)	20,2	4,0	28,4	4,5
acetato di isoamile/isoamyl acetate	1371	506	1625	655
esteri acetici/acetates	1840	641	2139	791
esteri etilici/ethyl esters (C6+C8+C10) et.	1247	329	1555	521
1-esanolo/1-hexanol	2543	258	2913	729
trans 3-esen-1-olo/trans 3-hexen-1-ol	262,7	87,5	79,8	34,2
cis 3-esen-1-olo/cis 3-hexen-1-ol	76,5	24,7	42,2	13,5
2-feniletanolo/2-phenylethanol	42901	13671	36343	16904
linalolo/linalool	35,1	19,6	50,1	17,8
α -terpineolo/ α -terpineol	11,9	3,7	22,5	5,5
geraniolo/geraniol	8,9	3,0	12,3	7,7
ho-diendiolo (I)/ho-diendiol (I)	244,4	121,6	249,6	74,6
ho-diendiolo (II)/ho-diendiol (II)	5,1	5,3	4,5	2,7
4-vinilfenolo/4-vinylphenol	305,7	292,3	84,1	85,0
4-vinilguaiacolo/4-vinyguaiacol	94,8	56,1	36,1	32,8
ossido di linalolo pir. trans/trans pyr. linalool oxide	14,6	7,9	9,2	2,9
ho-trienolo/ho-trienol	37,8	21,8	19,2	12,0
Composti in forma legata / bound forms ($\mu\text{g/L}$)				
ossido di linalolo fur. trans/trans fur. linalool oxide	28,4	15,9	18,0	8,3
ossido di linalolo fur. cis/cis fur. linalool oxide	6,6	3,5	7,5	3,2
ossido di linalolo pir. trans/trans pyr. linalool oxide	6,8	3,9	4,3	1,7
ossido di linalolo pir. cis/cis pyr. linalool oxide	1,6	1,1	1,3	0,5
linalolo/linalool	26,0	17,7	11,2	8,5
α -terpineolo/ α -terpineol	3,2	2,5	3,0	1,5
geraniolo/geraniol	17,9	9,1	14,9	5,7
ho-diendiolo (I)/ho-diendiol (I)	36,8	21,2	20,0	10,7
ho-diendiolo (II)/ho-diendiol (II)	3,2	2,7	1,4	1,2
8-OH-linalolo trans/trans 8-OH-linalool	23,0	8,7	21,5	5,6
8-OH-linalolo cis/cis 8-OH-linalool	34,0	10,8	49,1	24,5
8-OH-geraniolo/8-OH-geraniol	18,9	9,0	15,4	4,7
p-ment-1-ene-7,8-diolo/p-menth-1-ene-7,8-diol	1,9	1,4	5,1	6,3
3-cheto- α -ionolo/3-oxo- α -ionol	62,1	19,7	74,4	23,4
1-esanolo/1-hexanol	55,1	39,3	68,5	26,9
trans 3-esen-1-olo/trans 3-hexen-1-ol	1,5	1,5	2,1	1,4
cis 3-esen-1-olo/cis 3-hexen-1-ol	10,3	6,6	13,8	6,7

Qualche diversità è emersa, tra le forme libere, per i composti prefermentativi; il livello di esanolo è risultato leggermente più elevato (+ 13%) nei vini industriali mentre più basso è quello dei 2 isomeri del 3-esen-1-olo, in particolare della forma *trans*. Come già osservato in relazione al *Müller-Thurgau* (Nicolini *et al.*, 1995a) ma anche a vini *Chardonnay* base spumante (Lunelli, 1993), l'elevato contenuto di *trans* 3-esen-1-olo nei vini sperimentali è probabilmente riconducibile ai differenti tempi e temperature cui decorrono le trasformazioni enzimatiche prefermentative in relazione alle condizioni tecnologiche applicate (Cordonnier et Bayonove, 1980). Nel contesto sperimentale, il tempo intercorrente tra la pigiadiraspatura e le solfitazione è decisamente breve ed inoltre decorre ad una temperatura – già a partire dalle uve – piuttosto bassa, attorno ai 10 °C, che potrebbe condizionare le reazioni enzimatiche coinvolte. È interessante notare, comunque, che il rapporto *trans/cis* 3-esen-1-olo resta superiore all'unità anche nei vini commerciali, benché determinato da contenuti minori rispetto a quelli dei vini sperimentali.

Comparando i composti di origine fermentativa, rispetto ai vini commerciali, in quelli sperimentali si osserva un tenore mediamente più limitato di esteri, sia acetici (-14%) che etilici (-20%), ed uno più elevato di fenoli volatili. Alla luce delle diverse modalità di conservazione intercorse precedentemente al momento di analisi tra le due tipologie di vino – in particolare relativamente alla temperatura – nonché dei normali decorsi temporali in diminuzione degli acetati e dei fenoli volatili, si ritiene che le differenze riscontrate per le citate classi di composti siano parzialmente e rispettivamente sotto- e sovra-stimate.

Anche le pressioni di esercizio utilizzate in fase di pressatura – solitamente più elevate nelle situazioni industriali rispetto a quelle applicate su scala semi-industriale – possono contribuire a spiegare le differenze a carico di esteri ed acetati tra vini sperimentali e commerciali (Kinzer et Schreier, 1980).

Le limitate divergenze globalmente trovate tra vini sperimentali e industriali – tecnologicamente indotte, spiegabili e gestibili – non inficiano quanto già considerato come caratteristico per i vini monovarietali di *Müller-Thurgau* (Nicolini *et al.*, 1995a). Quanto presentato in questa sede conferma la validità delle esperienze condotte su scala-semi industriale nel fornire corrette informazioni nel campo della ricerca enologica, che siano anche estendibili, qualora adeguatamente interpretate, alla fase di produzione industriale.

Conclusioni

Le sperimentazioni condotte hanno permesso di valutare la praticabilità o meno di una migliore caratterizzazione aromatica dei vini *Müller-Thurgau* ottenibile attraverso l'uso di tecniche di vinificazione, dal costo relativamente contenuto ed alla portata della dotazione tecnologica attualmente presente nelle cantine.

Le tecniche di macerazione pre-fermentativa applicate hanno consentito di ottenere, sui mosti, incrementi di azotati facilmente assimilabili dell'ordine del 10-16% circa, senza sostanziali differenze tra le tre modalità di macerazione.

Tra i composti aromatici si sono riscontrati incrementi a carico dell'ho-diendiolo (I) libero, del linalolo (in entrambe le forme) e dell'esanolo, che si avvicina alla soglia organolettica. La macerazione, comunque eseguita, ha incrementato del 7-21% la dotazione di polifenoli totali e percentualmente più rilevanti sono risultati gli incrementi delle catechine reattive alla p-dimetilammino cinnamaldeide; nel caso della macerazione con pectolitici si è riscontrato un leggero aumento degli acidi cinnamici in forma libera. Tali variazioni sono comunque tecnologicamente gestibili senza particolari difficoltà.

Alla luce dei dati analitici disponibili non sono emerse differenze di particolare rilievo fra le tecniche di macerazione utilizzate; questo fatto rimarca l'opportunità di valutare e dimensionare le modalità di macerazione in funzione dei vincoli della singola struttura produttiva.

I responsi dell'analisi sensoriale hanno premiato la tesi FREDDO, seguita dalla tesi PECTO che si è avvantaggiata di una più marcata nota fruttata: le tesi macerate non hanno comunque mai dato risultati inferiori ai testimoni.

La prova di liquefazione del pigiadiraspato di *Müller-Thurgau* ha mostrato la possibilità tecnica di arrivare ad incrementare la resa in mosto, con un patrimonio aromatico non disprezzabile ma sostanzialmente non dissimile, nel caso specifico, da quello ottenibile con tecniche macerative più usuali; il marcato incremento del contenuto polifenolico conseguente alla "liquefazione" è tecnicamente riducibile attraverso l'iperossigenazione in maniera più drastica che con l'utilizzo di 80 g/hL di PVPP.

Differentemente da quanto riportato per *Moscato rosa* e *Traminer aromatico* (Nicolini *et al.*, 1993b), i trattamenti con glicosidasi sul vino non sembrano rappresentare una tecnica enologica particolarmente funzionale alle caratteristiche di tipicità del *Müller-Thurgau* trentino, che sono principalmente legate al linalolo.

I vini ottenuti su scala sperimentale – valutati in comparazione con vini prodotti su scala industriale presso diverse cantine del Trentino nella stessa annata – hanno mostrato alcune differenze che si presume possano essere imputate essenzialmente alle modalità operative utilizzate in fase pre-fermentativa. Tuttavia, queste differenze non sembrano tali da intaccare la corrispondenza tra le due classi di vini comparati, corrispondenza che può essere considerata molto buona e conferma la validità delle prove su scala semi-industriale nel fornire giudizi altamente attendibili.

L'insieme delle informazioni presentate in questa sede può contribuire ad una scelta più mirata e consapevole delle tecniche enologiche. La variabilità compositiva che – alla luce delle attuali conoscenze (Amadei, 1995; Versini *et al.*, 1995) – non può essere imputata che alla zona di produzione delle uve, sembra tuttavia giocare un ruolo più importante di quello delle tecniche enologiche qui considerate nel condizionare il livello aromatico finale dei vini *Müller-Thurgau*. I dati bibliografici relativi ad interventi agronomici quali le cariche di gemme lasciate con la potatura (Versini *et al.*, 1985), il diradamento dei grappoli (Porro *et al.*, 1991) e l'epoca di raccolta (Eschenbruch *et al.*, 1986; Amadei, 1995) – quest'ultima con l'eccezione delle modificazioni a livello di fenoli volatili – sembrerebbero anch'essi di minor peso rispetto ai fattori climatico-ambientali.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la collaborazione i dott. Dalla Serra Anita, Falcetti Mario, Mattivi Fulvio nonché il personale tecnico del Dipartimento Laboratorio di Analisi e Ricerca dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige. Un ringraziamento anche al dott. Seppi del Laboratorio chimico-fisico del Dipartimento Sanità della Provincia Autonoma di Trento, per i dati relativi agli aminoacidi ed ai metalli.

Riferimenti bibliografici

1. AMADEI E. (1995). *Caratterizzazione compositiva di mosti e vini Müller-Thurgau del Trentino*. Tesi Laurea Scienze delle Preparazioni Alimentari, Univ. degli Studi, Milano.
2. 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.
3. 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: 57-86.

4. DI STEFANO R., CRAVERO M.C., GENTILINI N. (1989). *Metodi per lo studio dei polifenoli nei vini*. L'Enotecnico, (5): 83-89.
5. ESCHENBRUCH R., SMART R.E., FISHER B.M., WHITTLES J.G. (1986). *Influence of yield manipulations on the terpene content of juices and wines of Müller-Thurgau*. Proc. 6th Australian Wine Ind. Techn. Conf., Adelaide, 14-17 July 1986, T. Lee ed., Austr. Ind. Publ., 1987: 89-93.
6. FALCETTI M., COSTANTINI E.A.C., PORRO D., SCIENZA A. (1994). *La zonazione del vigneto trentino. Considerazioni sull'attuale stato delle indagini e prospettive future*. Relaz. tornata S. Michele a/A, Acc. It. Vite Vino, 6 nov. 1994 (in stampa).
7. HERRAIZ T., HERRAIZ M., REGLERO G., MARTIN-ALVAREZ P.J., CABEZUDO M.D. (1990). *Changes in the composition of alcohols and aldehydes of C₆ chain length during the alcoholic fermentation of grape must*. J. Agric. Food Chem., (38): 969-972.
8. KINZER G., SCHREIER P. (1980). *Influence of different pressing systems on the composition of volatile constituents in unfermented grape musts and wines*. Am. J. Enol. Vitic., (31, 1): 7-13.
9. LUNELLI M. (1993). *Studio sull'aroma dei vini spumanti "classici": approfondimento di alcuni aspetti contributivi varietali, ambientali e tecnologici*. Tesi Laurea Scienze Agrarie, Univ. degli Studi, Milano.
10. MATTIVI F., NICOLINI G., VERSINI G. (1994). *Un nuovo polimero ad azione demetallizzante: risultati di alcune prove applicative sperimentali*. L'Enotecnico, (30, 10): 75-84.
11. MEILGAARD M.C. (1975). *Aroma volatiles in beer: purification, flavour, threshold and interaction*. In: Geruch-und Geschmacksstoffe, F. Drawert ed., H. Carl, Nürnberg, 1975, pp. 211-254.
12. NICOLINI G., MATTIVI F., DALLA SERRA A. (1991). *Iperossigenazione dei mosti: conseguenze analitiche sensoriali su vini della vendemmia 1989*. Riv. Vitic. Enol., (44,3): 45-56.
13. NICOLINI G., GÜNATA Y.Z., VERSINI G., DUGELAY I., MATTIVI F. (1993a). *Use of glycosidase enzymes in musts: effects on the chemical and sensory characters of the wines*. Actes Symp. Int. "Connaissance aromatique des cépages et qualité des vins. Bayonove C., Crouzet J., Flanzly C., Martin J.C. & Sapis J.C. eds., Rev. Franc. d'Œnologie, Montpellier, 9-10 Février 1993: 257-266.
14. NICOLINI G., VERSINI G., DALLA SERRA A. (1993b). *Enzimi pectolitico-glicosidasi esogeni in mosti e vini: aspetti analitici e sensoriali*. L'Enotecnico, (29, 10): 55-68.
15. NICOLINI G., MATTIVI F., VERSINI G. (1994). *Uso di glicosidasi esogene in mosti e vini ed attività enzimatiche collaterali*. Riv. Vitic. Enol., (47, 1): 45-60.
16. NICOLINI G., VERSINI G., DALLA SERRA A., SEPPI A., AMADEI E., FALCETTI M. (1995a). *Aspetti compositivi di mosti e vini Müller-Thurgau del Trentino*. Riv. Vitic. Enol., (48, 3): 47-61.
17. NICOLINI G., VERSINI G., DALLA SERRA A., SEPPI A., FALCETTI M. (1995b). *Peculiarities in the aroma compounds of Müller-Thurgau wines from different grape growing areas*. Atti 5° Symp. Int. Œnologie "Actualités Œnologiques '95", Bordeaux, 15-17 giugno, (in stampa).
18. PORRO D., FALCETTI M., BERTAMINI M., NICOLINI G., MATTIVI F., IACONO F. (1991). *Risultati analitico-sensoriali di vini ottenuti dall'utilizzazione di diversi livelli di carica di gemme e di diradamento dei grappoli*. Vignevari, (10): 55-59.
19. RAMEY D., BERTRAND A., OUGH C.S., SINGLETON V.L., SANDERS E. (1986). *Effects of skin contact temperature on Chardonnay must and wine composition*. Am. J. Enol. Vitic., (37, 2): 99-106.
20. RAPP A., GÜNTERT M., ULLEMEYER H. (1985). *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, (180): 109-116.
21. RAPP A. (1989). In: *Chemie des Weines*, Würdig G. & Woller R. eds., Trier, Ulmer, Stuttgart, pp. 76-118.
21. RAPP A., VOLKAMNN C., NIEBERGALL H. (1993). *Untersuchung flüchtiger Inhaltsstoffe des Weinaromas: Beitrag zur Sortencharakterisierung von Riesling und Neuzüchtungen mit Riesling-Abstammung*. Vitis, (32, 3): 171- 178.
22. VERSINI G., DALLA SERRA A. (1985). *L'influenza della produzione di uva per ettaro sulla variazione compositiva in prodotti volatili e fissi del vino: studio analitico sui vini Müller-Thurgau e Riesling renano prodotti presso l'Istituto di Viticoltura ed Enologia di Geisenheim*. L'Enotecnico, (21, 2): 127-133.
23. VERSINI G., NICOLINI G., RAPP A., DALLA SERRA A., AMADEI E. (1995). *Topics on aroma compounds of northern Italian Müller-Thurgau wines*. Proc. 1st SASEV International Congress 1995, Cape Town, South Africa, 8-10 November 1995, Goussard P.G., Archen E., Saayman D., Tromp A. & van Wyk J. eds., published South African Society for Enology and Viticulture: 35-37.