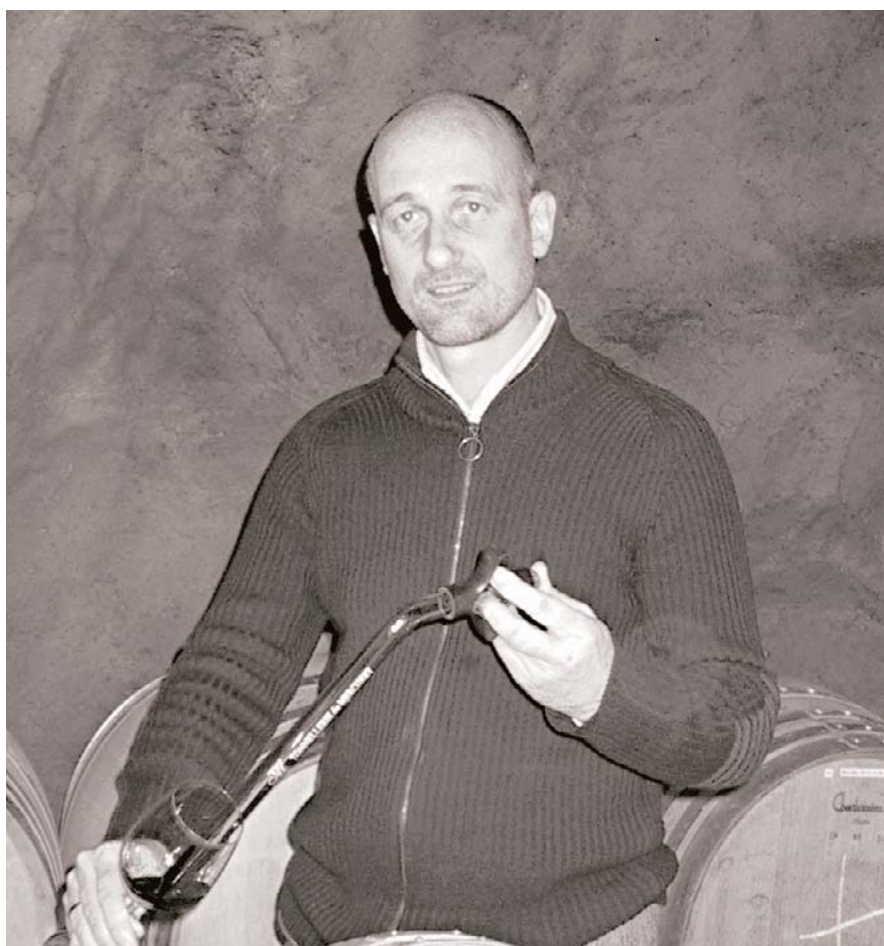


DOCUMENTO
TECNICO**Armin Kobler***Centro per la Sperimentazione
agraria e forestale - Laimburg -
Ora (BZ)*

INTERAZIONI TRA FATTORI VITICOLI E TECNICHE ENOLOGICHE SULLA QUALITÀ DI VINI ROSSI DELL'ALTO ADIGE

La data di vendemmia e il sito hanno influenzato in modo significativo la composizione chimica dei vini e le proprietà organolettiche.

La macerazione a freddo e gli enzimi pectolitici non sono riusciti a modificare la maggior parte dei parametri analitici e organolettici. Risulta importante impostare le prove enologiche su una base viticola ampia.

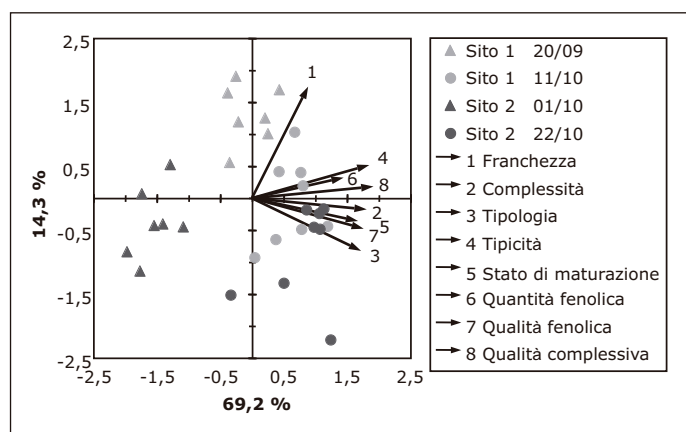
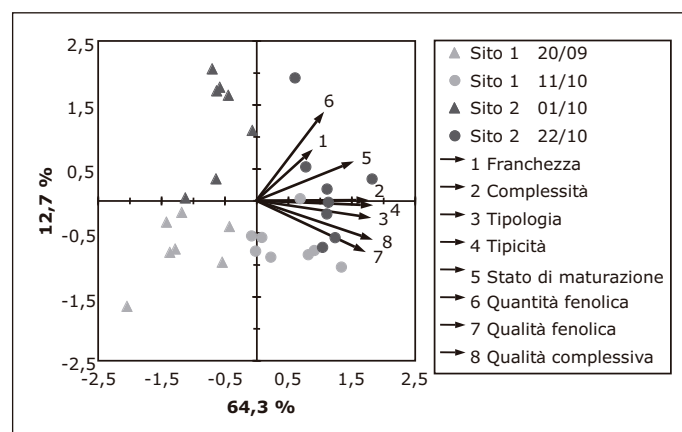
Introduzione

La convinzione che il sito di un vigneto sia decisivo per definire la qualità del vino, ha fatto aumentare negli ultimi anni l'attenzione verso tale fattore. Numerosi progetti di zonazione dei vigneti, impostati in diverse regioni viticole (Dumas et al. 1997, Falcetti et al. 1996, Michel et al. 2002, Morlat 2001, Raifer 1993), testimoniano la necessità di approfondire in modo scientifico le conoscenze sulle interazioni esistenti tra ter-

reno, clima e vite. Anche in vista di una migliore commercializzazione dei prodotti (Schaller et al. 2002) sono in corso ricerche circa la classificazione delle zone. I risultati di uno studio del territorio non dovrebbero incidere solamente sulla scelta varietale, ma permettere di indirizzare le cure colturali in viticoltura e le relative vinificazioni dell'uva prodotta in modo tale da sfruttare completamente il potenziale qualitativo del vigneto per una combinazione ideale varietà-zona (Bogo-

ni e Bruno 1998).

Uno strumento applicabile a breve termine per influire sulla qualità è la scelta del momento della vendemmia. In base a conoscenze scientifiche sui complessi processi di maturazione dell'uva (Schultz 2003), la vendemmia dovrebbe essere eseguita quando la sua composizione manifesta la migliore combinazione possibile nei confronti della tipologia di vino desiderata. A questo scopo non si esaminano solamente parametri supplementari della

Fig. 1 - Analisi dei componenti principali (PCA). Pinot nero, prima degustazione**Fig. 2 - Analisi dei componenti principali (PCA). Pinot nero, seconda degustazione****Tab. 1 - Piano sperimentale viticolo e parametri di maturazione rilevati**

Parametro	Pinot nero				Cabernet Sauvignon			
	1 Moar 550 m 1 (20/09)	2 Fragsburg 730 m 2 (11/10)	1 (01/10)	2 (22/10)	1 Ölleiten 350 m 1 (27/09)	2 (18/10)	1 (08/10)	2 (25/10)
Grado zuccherino (° Babo)	18,1	19,6	18,4	21,5	18,0	18,8	16,4 *	18,2
Acidità titolabile (g/L)	8,4	7,4	8,9	7,9	7,1	7,2	11,2	9,4
pH	3,30	3,35	3,30	3,44	3,40	3,38	3,25	3,32

(* = arricchito con mosto concentrato rettificato a 12,5 % Vol.)

maturazione, ma vengono enunciate anche nuove definizioni della maturazione (Fox 2000). Nelle zone viticole caratterizzate da frequenti precipitazioni autunnali, come è il caso dell'Alto Adige, non è possibile decidere il momento della vendemmia solamente in base alla maturazione, bensì spesso si anticipa la raccolta per evitare quanto più possibile le coincidenze con periodi di maltempo. A questo proposito si è osservato che una vendemmia più tardiva del consueto nasconde nella maggior parte dei casi un interessante potenziale di qualità, finora trascurato (Pedri e Raifer 2004).

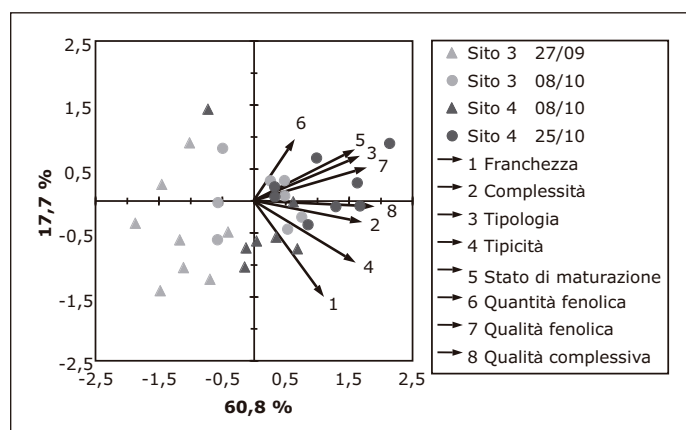
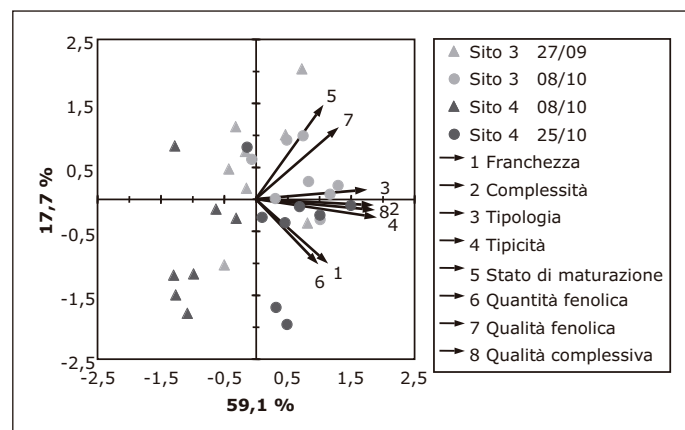
Macerazione preferentativa

La macerazione preferentativa come pratica enologica consiste normalmente nel lasciare il pigiato un determinato periodo di tempo a bassa temperatura per evitare l'avvio della fermentazione, fino a quando dopo un aumento controllato della temperatura, si passa all'aggiunta

di lieviti selezionati. Con le odierne possibilità tecnologiche di gestire la temperatura, soprattutto mediante la neve carbonica, si cerca di applicare la macerazione a freddo in modo mirato per aumentare la qualità del vino. Cuenat et al. (1996) sono riusciti a produrre vino di Pinot nero mediante un processo fermentativo a 15 °C per tre giorni. Questo vino, rispetto al testimone fermentato immediatamente, veniva giudicato migliore dagli assaggiatori. Secondo Feuillat (1997) una macerazione a freddo della durata di 70 ore esalta nel Pinot nero la finezza ed il suo gusto di fruttato, e con l'elevato apporto di anidride solforosa aumenta anche l'estrazione dei fenoli. Nemařic et al. (2002) trovarono nei vini della medesima varietà pure un'accresciuta intensità del colore e quantità di antociani, se i relativi pigiati rimanevano a macerare per 12 ore a 10 °C. Couasnon (1999) vede nella macerazione a freddo, come vantaggi sensoriali, un incremento della complessità aromatica, una migliore stabilità del colore

ed una struttura più concentrata e rotonda dei tannini. In prove fatte con la varietà Pinotage (Marais 2003), mediante una macerazione a freddo alla temperatura di 10 °C per 4 giorni, questa varietà produceva i vini più tipici. Di risultati positivi parlano anche Villimburgo (2002, 2003) per le varietà Sangiovese e Barbera, nonché Schödl (2002) per la varietà austriaca Blauer Zweigelt. Giudizi critici sulla macerazione a freddo esprimono invece Gerbaux et al. (2003). Dalle loro prove su Pinot nero risultava che l'incremento delle sostanze polifenoliche dovuto alla macerazione a freddo era in contrapposizione con la qualità sensoriale.

Dagli enzimi pectolitici negli ultimi decenni ci si attendevano soprattutto vantaggi tecnologici. Maggiori rese in pressatura nonché la chiarificazione e una filtrazione più facile erano gli scopi del loro utilizzo (Parodi 1998). Spesso però dei preparati mal purificati provocarono l'incremento giudicato negativo del contenuto in fenoli volatili (Chatonnet 1993). In seguito

Fig. 3 - Analisi dei componenti principali (PCA). Cabernet Sauvignon, prima degustazione**Fig. 4 - Analisi dei componenti principali (PCA). Cabernet Sauvignon, seconda degustazione****Tab. 2 - Tecniche enologiche confrontate**

Tesi	Tecnica enologica
1	Testimone
2	Biozym p. rossi; Intec, San Giovanni Lupatoto (VR)
3	Endozym ICS 10 Rouge; Pascal Biotech/AEB, Brescia (BS)
4	Lafase HE Grand Cru; Laffort/Melaxa, Dello (BS)
5	Progress Balance; Enartis, San Martino Trecate (NO)
6	Criomacerazione 2 gg.
7	Criomacerazione 4 gg.
8	Criomacerazione 8 gg.

la comparsa sul mercato di prodotti enzimatici migliori, con minori attività secondarie, permetteva ai medesimi prodotti di essere nuovamente interessanti per quanto riguarda l'incremento di frazioni fenoliche. Gli enzimi pectolitici possono, infatti, migliorare l'estrazione dei tannini (Zimman et al. 2002, Gerbaux 2003) e aumentare l'intensità del colore (Eder et al. 1992, Delteil 1995, Gigliotti e Bucelli 1993, Parodi e Silva 1999, Parley et al. 2002, Clare et al. 2002). La macerazione a freddo incrementa inoltre la loro efficacia (Ducruet et al. 1997). L'intensità dell'estrazione dovuta agli enzimi dipende però molto dalla varietà, dai contenuti in polifenoli che a loro volta sono in relazione al sito e al grado di maturazione e anche dalla tecnica di vinificazione: pertanto è difficile prevedere la loro efficacia (Celotti et al. 1997, Kobler 2003, Lovino et al. 1997, Nicolini e Mattivi 1995, Zironi et al. 1997, Wightman et al.

1997, Guerrand 2000, Zinnai et al. 2003).

Il presente lavoro ha lo scopo di indagare come il sito di un vigneto, la data di vendemmia, la macerazione a freddo e l'impiego di enzimi pectolitici possano influire sulla qualità dei vini ottenuti da vitigni di Pinot nero e di Cabernet Sauvignon. L'impostazione multifattoriale di questo studio intendeva inoltre chiarire, valutando i fattori in combinazione tra di loro, quanto i parametri viticoli ed enologici presi in esame siano tra di loro correlati.

Materiali e metodi

Le partite di Pinot nero e Cabernet Sauvignon provenivano dalle zone di origine citate in Tab. 1. Tutti i vigneti si trovano nella zona di Merano ad esclusione del vigneto Ölleiten, che si trova invece nel comune di Caldaro sulla strada del vino. Le zone prescelte, in base all'espe-

rienza, producono per ciascuna delle varietà vini di tipologia differente. Per cogliere l'influenza della data di vendemmia, le raccolte sono state eseguite a distanza di 18-22 giorni. Il primo momento è stato quindi fissato ca. 7-10 giorni prima, il secondo una o due settimane dopo la data di vendemmia comunemente adottata, basata appunto sul grado zuccherino e sullo stato sanitario dei grappoli.

I pigiati ottenuti dai grappoli delle otto combinazioni determinate dalla zona e dalla data di vendemmia sono stati suddivisi in otto damigiane da 34 litri a collo largo. I contenitori, riempiti con 26 kg di pigiato, sono stati di seguito assegnati casualmente alle tecniche enologiche espresse in Tab. 2.

Il testimone (tesi enologica 1) rappresenta un metodo molto diffuso della fermentazione in rosso: solfitazione del mosto con 40 mg SO₂/l; inoculo con 30 g/hl di lievito selezionato del commercio,

fermentazione a 28-29 °C dal secondo al quarto giorno e a 25-26 °C durante il suo completamento, gestita con l'aiuto di un dispositivo di regolazione della temperatura automatizzato; follatura del cappello una volta al giorno fino al termine della fermentazione; svinatura non appena il residuo zuccherino scende al di sotto di 2-2,5 g/l. Le tesi enzimizzate da 2 a 5 sono state trattate nello stesso modo, l'aggiunta degli enzimi è avvenuta prima dell'avvio della fermentazione secondo le modalità consigliate dai produttori. Ai recipienti delle tesi da 6 a 8 è stata applicata la macerazione a freddo: i pigiati relativi sono stati solfitati con 80 mg/l di SO₂ dopodiché i contenitori sono stati messi in cella frigorifera alla temperatura tra 2 e 4 °C per 2, 4, e 8 giorni rispettivamente. Dopo il periodo fissato si sono riportati le temperature lentamente a 20 °C mediante il dispositivo di regolazione della temperatura e si è proceduto all'avvio della fermentazione come nelle altre tesi. La durata della fermentazione è stata di 6-10 giorni per i Pinot neri e di 9 giorni per i Cabernet Sauvignon.

Alla svinatura le vinacce sono state messe in una pressa pneumatica, alla pressione di 0,5 atm per 10 minuti. Dopo un primo travaso e l'aggiunta di 10 mg di SO₂/l tutti i vini sono stati sottoposti alla fermentazione malolattica spontanea. Al termine di

Tab. 3 - Risultati delle analisi dei vini. Valori medi, che hanno almeno una lettera in comune, non differiscono tra loro in modo significativo (P>5%)

Fattore Parametro	Sito	Pinot nero		Tecn. enol.	Sito	Cabernet Sauvignon		Tecn. enol.			
		Data vend.				Data vend.					
Alcol etilico (% Vol)	Interazione sito/data vend.							n.s.			
	1	2	13,1 a	n.s.							
		1	12,0 b								
	2	2	14,9 a	n.s.							
		1	12,5 b								
Estratto secco (g/L)	Interazione sito/data vend.				4	29,5 a	2	28,7 a	n.s.		
	1	2	26,1 a	n.s.	3	27,1 b	1	27,3 b			
		1	23,8 b								
	2	2	29,0 a	n.s.							
		1	24,3 b								
pH	2	3,97 a	2	3,98 a	n.s.	4	3,88 a	2	3,86 a	8	3,84 a
	1	3,84 b	1	3,82 b		3	3,74 b	1	3,76 b	6	3,84 a
										7	3,84 a
										1	3,83 a
										5	3,81 ab
										4	3,79 ab
Acidità titolabile (g/L)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	1	5,2 a	4	5,4 a		
						2	5,0 b	2	5,4 a		
								3	5,3 ab		
								5	5,1 ab		
								1	5,0 ab		
								8	5,0 ab		
								6	5,0 ab		
								7	4,9 b		
Acido tartarico (g/L)	1	1,38 a	1	1,38 a	n.s.	Interazione sito/data vend.					
	2	1,26 b	2	1,27 b		3	1	1,78 a	n.s.		
							2	1,58 b			
						4	2	1,55 a	n.s.		
						1	1,40 b				
Acido lattico (g/L)	Interazione sito/data vend.				4	2,36 a	n.s.		n.s.		
	1	n.s.	n.s.	n.s.	3	2,10 b					
	2	2	2,06 a	n.s.							
		1	1,86 b								
Acido acetico (g/L)	n.s.	2	0,30 a	n.s.	3	0,38 a	n.s.		n.s.		
		1	0,24 b		4	0,32 b					

questa è stato effettuato un secondo travaso ed un'ulteriore aggiunta di 30 mg/l di SO₂. Fino al momento dell'imbottigliamento, nel mese di maggio dell'anno successivo, si sono mantenuti i contenuti di anidride solforosa libera a un livello di 25 mg/l mediante opportune aggiunte. L'imbottigliamento è stato eseguito dopo filtrazione sterile a cartoni e con membrana ed un dosag-

gio di SO₂ da arrivare a 40 mg/l di anidride solforosa libera.

Mediante il metodo di Tanner e Brunner (1979) sono stati valutati il contenuto alcolico, il valore del pH, l'acidità titolabile, il residuo zuccherino, l'estratto secco ed i polifenoli totali. Il dosaggio dell'acido tartarico, lattico ed acetico è stato eseguito tramite cromatografia ionica. La frazione degli an-

tociani (Mattivi et al. 1995), come pure l'acido cinnamico sono stati determinati mediante HPLC-VIS (Spagna et al. 1996). Le tonalità del colore dei vini sono stati misurate secondo i criteri di Mattivi et al. (2002).

Le prime degustazioni dei vini sono state eseguite in 4 date differenti da febbraio ad aprile 2003, cioè circa 18 mesi dopo la relativa vendemmia. Ad ogni degusta-

zione sono stati valutati ogni volta tutti i vini prodotti in una determinata zona. Per valutare l'attitudine alla conservazione, con la stessa metodologia sono stati degustati una seconda volta i Pinot neri la primavera del 2004 e i Cabernet Sauvignon la primavera del 2005.

La commissione era per lo più composta da enologi responsabili delle cantine dell'Alto Adige, da vignaioli,

Tab. 4 Risultati delle analisi dei polifenoli e del metanolo. Valori medi, che hanno almeno una lettera in comune, non differiscono tra loro in modo significativo (P>5%)

Fattore Parametro	Sito	Pinot nero			Cabernet Sauvignon					
		Data vend.	Tecn. enol.	Sito	Data vend.	Tecn. enol.				
Polifenoli totali (mg/L)	n.s.	2 1739 a	8 1862 a	3 2326 a	n.s.	n.s.				
		1 1693 b	7 1827 ab	4 2066 b						
			4 1803 ab							
			5 1755 ab							
			6 1713 abc							
			3 1653 abc							
			2 1617 bc							
			1 1505 c							
		Metanolo (ml/100 mL etanolo)	1 0,15 a 2 0,14 b	n.s.			5 0,19 a	n.s.	2 0,22 a	5 0,26 a
							2 0,17 b		1 0,20 b	4 0,24 a
4 0,16 bc					2 0,24 a					
3 0,16 c					3 0,22 a					
7 0,13 d					6 0,18 b					
6 0,13 d					1 0,18 b					
1 0,13 d					8 0,17 b					
8 0,13 d					7 0,17 b					

Tab. 5 - Risultati dell'acido cinnamico. Valori medi, che hanno almeno una lettera in comune, non differiscono tra loro in modo significativo (P>5%)

Fattore Parametro	Cabernet Sauvignon (sito 3)	
	Data vend.	Tecn. enol.
Acido trans-caftarico (mg/L)	n.s.	n.s.
Acido cis-p-cutarico (mg/L)	n.s.	n.s.
Acido trans-p-cutarico (mg/L)	n.s.	n.s.
Acido fertarico (mg/L)	n.s.	n.s.
Grape Reaction Product (mg/L)	1 3,4 a	n.s.
	2 0,7 b	
Acido trans-caffeico (mg/L)	n.s.	n.s.
Acido trans-p-cumarico (mg/L)	n.s.	n.s.
Acido trans-ferulico (mg/L)	n.s.	n.s.

sentate solo le medie dei dati, dove si sono rilevate differenze significative.

Risultati e discussione

Per quanto riguarda il grado alcolico su Pinot nero (Tab. 3) è stata rilevata una interazione significativa tra i fattori presi in considerazione. La conseguente elaborazione dei dati sito per sito ha evidenziato un aumento del contenuto in alcol da 1,1 a 2,4 % dovuto alla data di vendemmia. Le tecniche enologiche non avevano invece alcuna influenza significativa su di esso. Su Cabernet si è potuto quantificare solamente l'effetto delle tecniche enologiche, peraltro non significativo, in quanto il pigiato del sito 2 alla prima data di vendemmia aveva bisogno di un arricchimento con mosto concentrato rettificato.

Nel caso del Pinot nero i momenti della vendemmia si sono espressi in modo differente nei siti studiati anche circa i contenuti in estratto secco. Nella zona contrassegnata col numero 2 la vendemmia più tardiva ha portato ad un incremento di estrat-

come pure in piccola parte da tecnici responsabili del settore viticolo-enologico del Centro Sperimentale di Laimburg.

I vini sono stati presentati in successione randomizzata, singolarmente ad ogni assaggiatore, dopo relativa fase di avvinamento e breve discussione. Per quantificare le impressioni sensoriali sono state adottate le scale non strutturate secondo Weiss et al. modificate (1972), mentre l'esame degli assaggiatori è stato eseguito col metodo di Kobler (1996). I parametri sensoriali sono stati la franchezza del profumo (insufficiente -> molto pulito), la

complessità (semplice -> molto complesso), la tipologia aromatica (fruttato fresco -> marmellata), la tipicità (atipico -> molto tipico), lo stato di maturazione (troppo giovane -> ottimale -> troppo vecchio), la quantità (troppo debole -> ottimale -> eccessiva) e la qualità delle sostanze fenoliche (duro/astringente -> morbido/pieno), nonché la qualità complessiva (insufficiente -> eccellente).

I risultati delle analisi chimiche, come pure i giudizi espressi dagli assaggiatori considerati, in numero da 8 a 13 per ognuno degli 8 incontri di assaggio, sono stati

trattati con i programmi Microsoft Excel X per Mac (Microsoft Corporation, Redmond, USA) e del programma di statistica SPSS 11.0.2 per Mac OS X (SPSS Inc., Chicago, USA), utilizzando l'analisi delle componenti principali (PCA) e l'analisi della varianza multifattoriale (Manova). Nei casi di significatività tra le varianti (P < 5%) sono state esaminate le differenze tra le medie mediante il test HDS di Tukey. Quando si sono osservate interazioni significative i dati sono stati nuovamente sottoposti all'analisi della varianza separatamente per fattore. Nelle Tabelle sono rappre-

Tab. 6 - Risultati dell'analisi sugli antociani. Valori medi, che hanno almeno una lettera in comune, non differiscono tra loro in modo significativo (P>5%)

Fattore Parametro	Cabernet Sauvignon (sito 3)	
	Data vend.	Tecn. enol.
Delfinidina 3-monoglucoside (mg/L)	n.s.	n.s.
Cianidina 3-monoglucoside (mg/L)	n.s.	n.s.
Petunidina 3-monoglucoside (mg/L)	n.s.	n.s.
Peonidina 3-monoglucoside (mg/L)	n.s.	n.s.
Malvidina 3-monoglucoside (mg/L)	2 60,9 a 1 53,3 b	n.s.
Delfinidina 3-monoglucoside acilata (mg/L)	n.s.	n.s.
Cianidina 3-monoglucoside acilata (mg/L)	n.s.	n.s.
Petunidina 3-monoglucoside acilata (mg/L)	2 3,1 a 1 2,8 b	n.s.
Peonidina 3-monoglucoside acilata (mg/L)	n.s.	7 2,7 a 6 2,5 ab 8 2,4 ab 1 2,3 ab 3 2,2 b 4 2,0 b 5 1,9 b 2 1,9 b
Malvidina 3-monoglucoside acilata (mg/L)	2 28,3 a 1 25,1 b	n.s.
Delfinidina 3 monoglucoside p-cumarata (mg/L)	n.s.	n.s.
Cianidina 3-monoglucoside p-cumarata (mg/L)	n.s.	n.s.
Petunidina 3-monoglucoside p-cumarata (mg/L)	n.s.	n.s.
Peonidina 3-monoglucoside p-cumarata (mg/L)	n.s.	n.s.
Malvidina 3-monoglucoside p-cumarata (mg/L)	2 4,9 a 1 4,4 b	n.s.
Antociani totali (mg/L)	2 130,1 a 1 117,3 b	n.s.

ti fino a 4,7 g/l. Più univoca era la risposta del Cabernet, anche se gli incrementi dovuti all'apezzamento (2,4 g/l) e alla data (1,4 g/l) sono stati più limitati.

Come era da aspettarsi, il quadro acido ha reagito in modo evidente, soprattutto nel caso del Cabernet, nei confronti con l'epoca di vendemmia. Significative differenze, anche se di modeste proporzioni, si sono verificate a seguito dei trattamenti enologici. Il vino prodotto con l'enzima della tesi 2 si è differenziato in modo significativo rispetto alle tesi prive di enzima. Con 0,5 g/l in più di acidità titolabile le tesi enzimatiche 2 e 4 si sono distinte dalla tesi della macerazione a freddo per 4 giorni. Nessuna differenza evidente invece si è notata nei confronti

dell'acido tartarico. Mentre su Pinot nero l'acido tartarico è diminuito con l'aumento del grado di maturazione dell'uva, in uno dei vigneti a Cabernet si è registrato invece un incremento. Per l'acido lattico si sono osservate poche differenze significative, peraltro non rilevanti. I trattamenti con enzimi e la macerazione a freddo non ha influenzato la formazione dell'acido acetico. Su Pinot nero si è potuto osservare un incremento relativamente leggero legato alla maturazione, mentre per Cabernet è stato più il sito ad incrementare leggermente il contenuto in acido acetico.

I diversi fattori viticoli ed enologici presi in considerazione nella prova hanno agito in modo differente sulla sintesi e sull'estrazione dei

polifenoli (Tab. 4). Nel Pinot nero l'epoca di vendemmia ha esplicato un'influenza significativa anche se modesta.

Tecniche enologiche

Tra le tecniche enologiche sono state le tesi della macerazione a freddo per 6 e 8 giorni, come anche in misura minore le tesi enzimatiche 4 e 5 ad aumentare il contenuto in sostanze polifenoliche fino a 357 mg/l rispetto al testimone. Le differenze nelle concentrazioni dei polifenoli totali tra i vini di Cabernet sono derivate invece unicamente dal fattore sito.

Cuénat et al. (1996) hanno notato durante tutti i quattro anni di prova su Pinot nero, dopo la macerazione a freddo

per più giorni, un evidente aumento dei polifenoli totali, rilevato come densità ottica ad una lunghezza di onda di 280 nm. Feuillat (1997), invece, riusciva a trovare un leggero incremento dei valori dei polifenoli totali solo in vini di questa medesima varietà provenienti da uve soggetti alla criomacerazione se trattati con 250 mg/l di anidride solforosa. Guerrand (2000) ha osservato che Cabernet, specialmente per quanto riguarda il contenuto in polifenoli, risponde molto bene a trattamenti con enzimi. Uve della varietà Merlot secondo Couasnon (1999) reagiscono molto bene nei confronti della macerazione a freddo; dopo la fermentazione malolattica egli ha osservato un aumento del 41 % dei polifenoli contenuti nel vino. Vivas (1993) e Leone et al. (1984) spiegano gli incrementi ritrovati su Merlot, Uva di Troia, Bombino Nero ed Aglianico, con la permanenza più lunga sulle vinacce e il numero più alto di rimontaggi. Nelle ricerche di Lovino et al. (1997) le aggiunte di enzimi ed un periodo prolungato di contatti con le vinacce aumentano la componente fenolica. Il rimontaggio fatto con volumi abbondanti di mosto ed l'intensa aerazione (délestage), al contrario, ha diminuito nelle stesse prove in modo evidenti i contenuti di questi componenti. Nelle prove di Parodi e Silva (1999) gli enzimi pectolitici hanno fatto registrare valori di polifenoli più elevati rispetto al testimone. Fischer (1997b) ha rilevato le più alte concentrazioni di polifenoli totali in vini di Pinot nero ottenuti con riscaldamento in postfermentazione, come pure in quelli soggetti ad un salasso del 20 %. La criomacerazione invece non ha migliorato in alcun modo questo parametro.

Dai dati esposti in Tab. 4 si vede chiaramente che, come ben noto, gli enzimi pectolitici influiscono sul contenuto di metanolo nel vino. Per ambedue le varietà qui in discussione, il testimone, come pure i vini delle varianti con macerazione a freddo hanno

Tab. 7 - Risultati delle analisi sul colore. Valori medi, che hanno almeno una lettera in comune, non differiscono tra loro in modo significativo (P>5%)

Fattore Parametro	Cabernet Sauvignon (sito 3)	
	Data vend.	Tecn. enol.
ΔE^* (in relazione al testimone)	n.s.	n.s.
L*	1 57,8 a	n.s.
	2 54,9 b	
a*	2 47,5 a	n.s.
	1 45,5 b	
b*	n.s.	n.s.
C*	2 50,3 a	n.s.
	1 48,4 b	
h	n.s.	n.s.

espresso valori di metanolo significativamente inferiori alle tesi enzimate. Preoccupa un pò vedere come alcuni valori medi di alcol metilico nel Cabernet hanno superato addirittura il valore limite di legge fissato a 0,25 ml/100 ml di alcol etilico. Lovino et al. (1997), come anche Celotti et al. (1997), hanno osservato pure un incremento modesto, specifico per varietà. Secondo questi ultimi l'incremento era da attribuire alla macerazione prolungata.

Modesti effetti hanno evidenziato i fattori studiati nei confronti degli acidi cinnamici (Tab. 5). Unicamente i contenuti di GRP (Grape Reaction Product) sono diminuiti con il progredire dello stato di maturazione. I risultati delle analisi indicano che gli enzimi esaminati non aumentano la concentrazione dei precursori dei fenoli volatili, cioè l'acido trans-p-cumarico e l'acido ferulico. Sembra che i preparati enzimatici oggi giorno siano più puri di quelli che Chatonnet (1993) ha analizzato a suo tempo.

In Tab. 6 sono presentati i valori delle analisi sugli antociani, che sono stati eseguiti solo su vini della varietà Cabernet del vigneto 1. Le poche differenze significative riscontrate sono state di scarsa rilevanza e da attribuire quasi unicamente all'epoca di vendemmia.

La Tab. 7 rappresenta i risultati delle valutazioni del colore dei vini. Le relative

differenze significative sono ricongiungibili unicamente alla data di vendemmia e sono troppo deboli per influire in modo evidente sul ΔE^* .

Parley et al. (2001) dopo l'aggiunta di enzimi su Pinot nero non hanno rilevato alcun incremento di antociani, ma il colore dei vini ottenuti era molto più intenso. Gerbaux et al. (2003) nelle tesi enzimate hanno trovato un incremento appena percepibile dell'intensità del colore. Uve di Cabernet, che erano state sottoposte ad aggiunte di enzimi, in prove fatte da Zimman et al. (2002) invece non hanno evidenziato alcun miglioramento del colore. A risultati analoghi hanno portato anche ricerche fatte da Zironi et al. (1997): specialmente se la durata della fermentazione è lunga, diminuiscono le differenze di colore tra le tesi trattate ed il testimone.

Risultati delle analisi sensoriali

I risultati delle analisi sensoriali dopo 18 mesi si possono osservare in Tab. 8. È appariscente il fatto che nonostante il grande numero di combinazioni vitenologiche in esame che hanno portato ad un totale di 64 vini, né l'impiego degli enzimi peptolitici né la criomacerazione di differente durata hanno portato ad alcuna variazione significativa del quadro sensoriale. Per quanto riguarda la franchezza è stato possibi-

le osservare una leggera influenza dovuta unicamente alla zona di origine dell'uva: infatti né il momento della vendemmia, né le differenti tecniche enologiche influenzavano le proprietà organolettiche dei vini considerati. Ad eccezione dei vini di Pinot nero provenienti dal sito 1, tutti i vini prodotti dall'uva della vendemmia tardiva hanno mostrato più complessità aromatica. Anche per quanto concerne il parametro tipologia del profumo la vendemmia più tardiva ha manifestato una certa influenza. Il giudizio sui vini, infatti, si è allontanato dalla dizione di "fruttato fresco" per indirizzarsi maggiormente verso la dicitura di "aromi di frutta matura, profumo di marmellata". I dati del parametro tipicità rispecchiano un quadro simile, ma più somigliante al giudizio della complessità. Riferendosi al loro grado di maturazione, tutti i vini sono stati giudicati troppo giovani. I vini della seconda epoca di vendemmia sono stati tuttavia in modo significativo più vicini al giudizio di età ottimale. Un quadro simile risalta pure dal parametro circa il contenuto in sostanze polifenoliche. I giudizi si collocano nella zona sub-ottimale per tutte le tesi della prova, ma anche in tal caso i vini della vendemmia più tardiva si sono avvicinati di più alla concentrazione ritenuta ottimale dai degustatori. La mancanza di sostanze polifenoliche si è riscontrata soprattutto su Cabernet (in media -2,0 unità). La misurazione della qualità delle sostanze polifenoliche ha portato a risultati analoghi a quanto accertato per il parametro maturità. È opportuno osservare che le differenze significative riscontrate tra le tecniche enologiche circa il contenuto complessivo di polifenoli (Tab. 4) non hanno causato influenze significative nei confronti delle valutazioni sensoriali riferite ai tannini. Il criterio della qualità complessiva riunisce i risultati riferiti ai singoli parametri e viene integrato con sensazioni personali, non

Tab. 8 - Risultati degli assaggi. Prima degustazione. Valori medi, che hanno almeno una lettera in comune, non differiscono tra loro in modo significativo (P>5%)

Fattore Parametro	Sito	Pinot nero		Sito	Cabernet Sauvignon				
		Data vend.	Tecn. enol.		Data vend.	Tecn. enol.			
Nettezza (Da 0,0 a 10,0)	1	7,3 a	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		
	2	6,5 b							
Complessità (Da 0,0 a 10,0)	Interazione sito/data vend.			n.s.	2	6,3 a	n.s.		
	1		n.s.	n.s.	1	5,4 b			
	2	2	6,7 a	n.s.					
Tipologia (Da 0,0 a 10,0)	n.s.	1	5,0 b						
		2	5,9 a	n.s.	4	6,0 a	2	5,8 a	n.s.
Tipicità (Da 0,0 a 10,0)	Interazione sito/data vend.	1	4,3 b		3	4,7 b	1	4,9 b	
		2		n.s.	2	6,6 a	1	5,7 b	n.s.
Maturità (Da -10,0 a 10,0)	n.s.	1		n.s.	4	-2,29 a	2	-2,65 a	n.s.
		2	-0,4 a		3	-3,78 b	1	-3,4 b	
Quant. Polifenoli (Da -10,0 a 10,0)	1	-0,17 a	2	-0,14 a	n.s.	2	-1,74 a	n.s.	
	2	-0,61 b	1	-0,68 b		1	-2,26 b		
Qual. Polifenoli (Da 0,0 a 10,0)	n.s.	2	5,9 a	n.s.	4	5,7 a	2	5,7 a	n.s.
		1	4,8 b		3	4,7 b	1	4,7 b	
Qualità compl. (Da 0,0 a 10,0)	Interazione sito/data vend.	4	5,6 a		2	5,8 a		n.s.	
		1	2	6,1 a	n.s.	3	4,8 b	1	4,6 b
		1	5,6 b						
		2	2	6,2 a	n.s.				
		1	4,4 b						

riportate nelle schede, ma molto importanti. La vendemmia ritardata ha influito a proposito positivamente su ambedue le varietà in causa. Le tre interazioni significative osservate su Pinot nero (complessità dell'aroma, tipicità e giudizio complessivo) mostrano come i due siti reagiscono diversamente nei confronti della data di vendemmia. Soprattutto il vigneto 2 si è giovato della vendemmia più tardiva del consueto.

La seconda degustazione, a 30 mesi dalla vinificazione per il Pinot nero e 42 mesi per il Cabernet, ha rilevato dati, che per la maggior parte confermano i risultati dei primi incontri (Tab. 9). Nel caso del Pinot nero ci sono meno interazioni significative tra il sito e la data di vendemmia che alla prima degustazione: ciò comporta che l'effetto positivo del postcipo della vendemmia diventa più generalizzabile. Inoltre è diventata più marcata la differenza

qualitativa tra il sito 2 ed il sito 1, soprattutto per quanto concerne l'aspetto dell'aromaticità. Per tre parametri si sono osservate invece interazioni significative su Cabernet. Nei confronti dei parametri complessità dell'aroma, tipologia ed in misura più modesta tipicità, i siti non hanno reagito allo stesso modo nei confronti della vendemmia differita. Ne hanno approfittato in modo più univoco le caratteristiche gustative e la qualità complessiva. È da puntualizzare il fatto che il fattore tempo non ha influenzato allo stesso modo i vini derivanti dai due vigneti di Cabernet. Mentre alla prima degustazione la commissione ha preferito i vini del vigneto 1, al secondo incontro sono stati i campioni del sito 2 ad avere i punteggi significativamente più alti.

L'analisi dei componenti principali (PCA) conferma in modo grafico i risultati dell'analisi della varianza esposti precedentemente. Le

Figure 1 e 2 indicano molto bene in che direzione viene modificato l'aspetto sensoriale in dipendenza del sito, della data di vendemmia e della fase di invecchiamento dei vini. Inoltre evidenziano molto bene, quali parametri sensoriali sono tra di loro correlati.

Nelle prove fatte da Cuénat (1996) i vini ottenuti da uve di Pinot nero, dopo macerazione a freddo per più giorni, nelle prove di assaggio sono stati preferiti in modo ripetuto. Hanno convinto la commissione di degustazione con il loro aroma caratteristico e con la loro eleganza. Nemanic et al. (2002) lavorando con la criomacerazione al contrario non sono riusciti a trovare alcuna differenza significativa nel giudizio sensoriale del Pinot nero. Nelle prove fatte da Gerbaux et al. (2003) i vini ottenuti da uve trattate con enzimi pectolitici non hanno dato risultati organolettici convincenti. Gli autori riferiscono tale risultato

Tab. 9 - Risultati degli assaggi. Seconda degustazione. Valori medi, che hanno almeno una lettera in comune, non differiscono tra loro in modo significativo (P>5%)

Fattore Parametro	Sito	Pinot nero		Tecn. enol.	Sito	Cabernet Sauvignon	
		Data vend.	Tecn. enol.			Data vend.	Tecn. enol.
Nettezza (Da 0,0 a 10,0)	Interazione data/tecn. enol.				n.s.	n.s.	n.s.
	n.s.	1		n.s.			
	2 7,5 a	2		n.s.			
Complessità (Da 0,0 a 10,0)	1 6,8 b				Interazione sito/data vend.		
	2 6,3 a	2 6,6 a	n.s.	3	n.s.	n.s.	n.s.
	1 6,0 b	1 5,6 b		4	2 6,3 a		n.s.
Tipologia (Da 0,0 a 10,0)					1 5,0 b		
	2 6,5 a	n.s.	n.s.	Interazione sito/data vend.			
	1 5,0 b			3	n.s.	n.s.	n.s.
Tipicità (Da 0,0 a 10,0)				4	2 6,2 a		n.s.
	2 6,7 a	2 7,0 a	n.s.	Interazione sito/data vend.			
	1 6,2 b	1 5,9 b		3	2 6,8 a		n.s.
Maturità (Da -10,0 a 10,0)				4	1 6,4 b		
	2 -0,3 a	2 -0,25 a	n.s.	3	2 6,8 a		n.s.
	1 -1,0 b	1 -1,0 b		4	1 5,2 b		
Quant. Polifenoli (Da -10,0 a 10,0)	Interazione sito/data vend.				3 -0,42 a	2 -0,37 a	n.s.
	1	2 -0,24	n.s.	4 -0,75 b	1 -0,79 b		
		1 -1,1					
Qual. Polifenoli (Da 0,0 a 10,0)	2	n.s.	n.s.				
	n.s.	2 6,2 a	n.s.	3 5,5 a	2 5,5 a		n.s.
		1 4,9 b		4 5,0b	1 5,0 b		
Qualità compl. (Da 0,0 a 10,0)	n.s.	2 6,4 a	n.s.	3 5,9 a	2 6,2 a		n.s.
		1 5,1 b		4 5,4 b	1 5,1 b		

al fatto che gli enzimi rafforzano la struttura polifenolica in modo da influire negativamente sull'aspetto sensoriale.

Considerazioni conclusive

Le tecniche enologiche criomacerazione ed impiego di enzimi pectolitici non hanno portato ai risultati sperati a favore di un incremento qualitativo dei vini. Le poche differenze scaturite dalle analisi chimiche sono state poco marcate, e non in grado di influire efficacemente sull'aspetto sensoriale. Specialmente in relazione ad una pratica viticola di facile impiego, come può essere la scelta della data di vendemmia, l'influenza si manifesta in modo insignificante. Il fatto che in tutti i casi si trattasse di uva media/buona,

ha reso probabilmente più difficile l'espressione dell'efficacia per le tecniche enologiche adottate. Anche la pratica, per tutte le tesi, di svinare soltanto a completo esaurimento degli zuccheri, ha privato probabilmente dei loro vantaggi soprattutto gli enzimi pectolitici. Le numerose interazioni hanno però anche rimarcato la necessità che prove sperimentali, i cui risultati dovrebbero essere il più possibile generalizzabili, devono in ogni caso tenere maggiormente conto della variabilità viticola.

Riassunto

Quattro enzimi pectolitici differenti e tre durate diverse di macerazione a freddo sono stati presi in considerazione per vinificare uve delle varietà Pinot nero e Cabernet

Sauvignon. Per mettere a confronto l'influenza dei processi enologici con quella dovuta alle tecniche viticole e quindi quantificare le eventuali interazioni relative, per ciascuna delle varietà sono stati utilizzati uve vendemmiate da due zone differenti, in due diversi periodi di vendemmia. Soprattutto la data della vendemmia e in minor misura anche il sito hanno evidenziato ripercussioni sulla composizione chimica dei vini e sui dati dell'analisi sensoriale. La macerazione a freddo e l'utilizzo di enzimi, al contrario, non hanno espresso alcuna incidenza significativa nei confronti della maggior parte dei parametri analitici e organolettici presi in considerazione. Da questo lavoro risalta la necessità di impostare le prove enologiche su una base viticola la più ampia possibile.

Ringraziamenti. Si ringraziano i collaboratori del laboratorio della sezione enologica, la commissione addetta agli assaggi dei vini sperimentali ed il dottor Fulvio Mattivi dell'Istituto Agrario di San Michele a/A per il prezioso aiuto prestato.

Bibliografia

- Bogoni M., Bruno F.L. (1998). 12. Verificare e applicare i risultati della zonazione. Il consenso 12(1/2), 138-147
- Chatonnet P. (1993). Fenoli volatili: influenze organolettiche e metodi di prevenzione. *Vignevini* 20(7-8), 26-34
- Celotti E., Bressan S., Battistutta F., Zironi R. (1997). Impiego degli enzimi nella macerazione delle uve rosse. *Vignevini* 25(11), 57-70
- Clare S., Skurray G., Theaud L. (2002). Effect of a pectolytic enzyme on the colour of red wine. *Austral. Grapegrower & Winemaker*, (456) 29-35
- Couason M.B. (1999). Une nouvelle technique: La macération préfermentaire à froid-Extraction à la neige carbonique 1re partie: Résultats œnologiques. *Revue des Œnologues* 26(92), 26-30
- Cuénat Ph., Lorenzini F., Brégy Ch.-A., Zufferey E. (1996). La macération préfermentaire à froid du Pinot noir - Aspects technologiques et microbiologiques. *Revue suisse viticulture arboriculture horticulture* 28, 259-265
- Delteil D. (1995). Les macérations en rouge: l'art du détail. *Revue des Œnologues* 21(77), 23-25
- Durcruet J., An D., Canal-Llauberes R.M., Glories Y. (1997). Influence des enzymes pectolytiques sélectionnées pour l'œnologie sur la qualité et la composition des vins rouges. *Revue française d'Œnologie* 37(166), 16-19
- Dumas V., Lebon E., Morlat R. (1997). Différenciations mésoclimatiques au sein du vignoble alsacien. *J. int. des sciences vigne vin* 31, 1-9
- Eder R., Wendelin S., Kalchgruber R., Rosenthal F., Barna J. (1992). Untersuchungen über den Einfluß von Hefe- und Enzympräparaten auf die Rotwein-farbe. *Mitt. Klosterneuburg* 42, 148-157
- Falcetti M., Bogoni M., Campostrini F., Scienza A. (1996). Gestire il territorio con la zonazione: le esperienze nel vigneto Italia. *Vignevini* 23(1/2), 50-61
- Feuillat M. (1997). Vinification du Pinot Noir en bourgogne par macération préfermentaire à froid. *Revue des Œnologues* 22(82), 29-31
- Fischer U. (1997b). Maischegärung ist nicht gleich Maischegärung. *Dt. Weinmagazin* 5(18), 44-52
- Fox R. (2000). Der Wille öffnet die Türen zum Erfolg. *Dt. Weinmagazin* 8(19), 24-29
- Gerbaux V., Briffox C., Vincent B. (2003). Optimisation de la macération finale à chaud, intérêt d'un enzymage et d'une macération sous chapeau im-mergé pour la vinification du pinot noir. *Revue française d'Œnologie* 43 (201), 16-21
- Gigliotti A., Bucelli P. (1993). Sull'impiego degli enzimi pectolitici nella vinificazione del vino Chianti. *L'eno-tecnico* 29(12), 73-80
- Guerrand D. (200). Préparations enzymatiques: profils d'activités et performances. *Revue française d'Œnologie* 40(183), 19-24
- Kobler A. (1996). La valutazione sensoriale dei vini ed il controllo degli assaggiatori mediante l'uso di schede di analisi sensoriale non strutturate. *Riv. viti-coltura enologia* 49(4), 3-18
- Kobler A. (2003). Über den Einfluss verschiedener Maischegärverfahren auf die Qualität von 'Vernatsch'-Weinen. *Mitt. Klosterneuburg* 53, 86-122
- Leone A.M., La Notte E., Gambacorta G. (1984). Gli antociani nelle fasi di macerazione e di elaborazione del vino. L'influenza della tecnica diffusiva sulla loro estrazione. *Vignevini* 11(4), 17-31
- Lovino R., Di Benedetto G., Scazzarriello M. (1997). L'impiego di enzimi pectolitici nella vinificazione in rosso di uve dell'Italia meridionale. *L'eno-tecnico* 33(6), 75-86
- Marais J. (2003). Effect of Different Wine-Making Techniques on the Composition and Quality of Pinotage Wine. I. Low-Temperature Skin Contact Prior to Fermentation. *South African Journal of Enology and Viticulture* 24, 70-75
- Mattivi F., Monetti A., Nicolini G. (1995). Composizione fenolica e caratterizzazione di vini rossi monovarietali. *L'Enotecnico* 31(6), 69-79
- Mattivi F., Rottensteiner H., Nicolini G., Bisconti R. (2002). Metodo rapido per la determinazione del colore dei prodotti enologici. In: *Atti di colorimetria*, A. Raggi e C. Oleari (Herausgeber), Centro Editoriale Toscano, Firenze, Italien
- Michel St., Königer St., Schwab A. (2002). "Terroir" in Franken. *Dt. Weinmagazin* 10(16/17), 24-27
- Morlat R. (2001). Sur la nation de terroir et son usage en viticulture. *Revue des Œnologues* 28(101s), 29-34
- Nemanic J., Bavcar D., Vanzo A. (2002). First results with differently macerated 'Pinot noir' wines in Slovenia. *Mitt.Klosterneuburg* 52, 21-28
- Nicolini G., Mattivi F. (1995). Utilizzo di enzimi nella vinificazione in rosso. *Vignevini* 22(10), 44-48
- Parley A., Vanhanen L., Heatherbelle D. (2001). Effects of pre-fermentation enzyme maceration on extraction and colour stability in Pinot Noir wine. *Austr. J. Grape Wine Research* 7, 146-152
- Parodi G. (1998). Enzimi esogeni e qualità dei vini. *Vignevini* 25(6), 28-32
- Parodi G., Silva A. (1999). Caratterizzazione di alcuni enzimi di macerazione. *Vignevini* 26(3), 61-64
- Pedri U., Raifer B. (2004). Tribschnitt und Weinqualität. In corso di stesura.
- Raifer B. (1993). Das Projekt Sorten-Lagen-Beziehung im Weinbau. *Obstbau Weinbau* 30(9), 263-264
- Schaller K., Hoppmann K., Löhnertz O., Hepp R. (2002). Vieles spricht dafür. *Dt. Weinmagazin* 10(13), 30-35
- Schödl H. (2002). Vinifizierung mittels Kaltmazeration. *Der Winzer* 58, (9) 12-14
- Schultz H.R. (2003). Inhaltsstoffbildung während der Gärung. Was steckt in der Beere? *Dt. Weinmagazin* 11(18), 40-43
- Spagna G., Pifferi P.G., Rangoni C., Mattivi F., Nicolini G., Palmonari R. (1996). The stabilization of white wines by adsorption of phenolic compounds on chitin and chitosan. *Food Research International*, 29(3-4), 241-248
- Tanner H., Brunner H.R. (1979). *Getränke-Analytik*. Verlag Heller Chemie und Verwaltungsgesellschaft mbH, Schwäbisch Hall, Deutschland
- Villimburgo M. (2002). Macerazione, al Sangiovese piace fredda. *Vignevini* 29(12), 121-126
- Villimburgo M. (2003). Anche al Barbera piace freddo. *Vignevini* 30(11), 104-106
- Vivas N. (1993). Les Conditions d'élaboration des vins rouges destinés à un élevage en barriques. *Revue des Œnologues* 18(68), 27-33
- Weiss J., Wallisch E., Knorr D., Schaller A. (1972). Ergebnisse von Untersuchungen bezüglich der differenzierten Wirkung einer sensorischen bewertenden Prüf-methode gegenüber einer sensorischen Rangordnungs-Prüf-methode am Beispiel von Apfelsaft und Birne. *Confructa* 17, 237-250
- Wightman J.D., Price S.F., Watson B.T., Wrolstad R.E. (1997). Some Effects of Processing Enzymes on Anthocyanins and Phenolics in Pinot noir and Cabernet Sauvignon Wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 48, 39-48
- Zimman A., Joslin W.S., Lyon M.L., Meier J., Waterhouse A.L. (2002). Maceration Variables Affecting Phenolic in Commercial-scale Cabernet Sauvignon Wine-making Trials. *Am.J.Enol.Vitic.* 53, 93-98
- Zinnai A., Venturi F., Silvestri S., Andrich G. (2003). L'impiego di coadiuvanti tecnologici nella vinificazione di uve Sangiovese. *Vignevini* 30(11), 141-144
- Zironi R., Battistutta F., Bregant F., Crespan G., Celotti E., Bressan S., Colugnati G. (1997). Potenzialità dei vitigni bordolesi in Friuli. *Vignevini* 25(11), 37-46