

G. NICOLINI, L. VALENTI

**INDAGINE SUL CORREDO POLIFENOLICO DI VINI
SAGRANTINO CON METODICHE APPLICABILI
AI CONTROLLI DI PROCESSO**

Estratto da:
"RIVISTA DI VITICOLTURA E DI ENOLOGIA"
Anno LIV - N. 1 - Marzo 2001

Indagine sul corredo polifenolico di vini Sagrantino con metodiche applicabili ai controlli di processo*

*Survey of the polyphenol content of Sagrantino wines by methods useful in the process control**

G. Nicolini, L. Valenti¹

Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, Dip. Laboratorio di Analisi e Ricerca, via E. Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (TN), Italia

¹Dip. Produzioni Vegetali (Di.Pro.Ve), sez. Coltivazioni Arboree, Facoltà di Agraria, Università di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano, Italia

(ricevuto il 19.03.2001, accettato il 30.03.2001)

Riassunto

La varietà d'uva a bacca rossa *Sagrantino* è coltivata pressoché esclusivamente su circa 120 ettari attorno a Montefalco (PG) ed è presente nei vini umbri "DOCG Montefalco Sagrantino" e "DOC Montefalco Rosso". La composizione polifenolica dei vini Sagrantino è stata studiata attraverso l'analisi spettrofotometrica di vini sperimentali e commerciali delle vendemmie dal 1981 al 1999, e comparata con quella di vini di altre varietà italiane utilizzate normalmente per dare vini da invecchiamento. I vini Sagrantino di un anno sono caratterizzati da un notevole tenore di polifenoli totali, antociani e tannini, gli ultimi presenti in forme altamente condensate. L'intensità colorante e la nuance sono elevate e dovute principalmente a antociani condensati con tannini in forme non più decolorabili dalla solforosa. Comparati con i vini Cabernet sauvignon, Pinot nero, Corvina e Sangiovese della banca-dati dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, i vini Sagrantino hanno dimostrato chiaramente di essere i più ricchi in polifenoli. Il profilo delle antocianine dell'uva è caratterizzato dalla prevalenza della malvina, tuttavia le forme più facilmente ossidabili sono presenti in percentuali tecnologicamente significative. I tannini vengono estratti rapidamente nel corso della macerazione fermentativa, essenzialmente dalla buccia. Il contenuto generale e la distribuzione tra le differenti classi dei polifenoli in vini commerciali concordano con quanto osservato nei vini sperimentali. L'analisi dei flavonoidi secondo una metodica già esistente è qui proposta come efficace ed economico metodo di gestione e controllo dei polifenoli nel corso dell'intero processo di vinificazione del *Sagrantino*.

Summary

The grape variety *Sagrantino* is quite exclusively grown in about 120 hectares close to Montefalco village and is present in the quality red wines of the Region Umbria named "DOCG Montefalco Sagrantino" and "DOC Montefalco Rosso". By the spectrophotometric analysis of experimental and commercial wines of the vintage years since 1981 to 1999, the polyphenolic composition of the Sagrantino wines was characterized and compared with that of other important varieties used

(*) Indagine condotta nell'ambito del progetto "Terri&Perri" "Utilizzo di tecnologie innovative nel miglioramento della qualità nella filiera agroindustriale del vino".

for the production of aged wines. One year aged Sagrantino wines are characterised by a remarkably high mean content of total polyphenols, anthocyanins and tannins, the latter in highly condensed form. Colour intensity and nuance are high and the red colour is mainly due to anthocyanins condensed with tannins in a stable form, no more bleachable by sulfite. Compared with the Cabernet sauvignon, Pinot noir, Corvina and Sangiovese wines of the IASMA data-bank, Sagrantino clearly was the richest in phenolics. Malvin prevails in the anthocyanins profile of grapes, but there is a technologically significant percentage of anthocyanins of easy oxidability (delphinin and petunin). Tannins are extracted quite rapidly during maceration, mainly from the skins. The general content and the distribution among the different classes of polyphenols of the commercial wines agree with those of the experimental wines. The analysis of flavonoids by spectrophotometry with a method already set up is proposed and validated as routine method to manage and control the polyphenols during the whole winemaking process of *Sagrantino*.

Parole chiave: caratterizzazione, Montefalco, polifenoli, Sagrantino, vino
Key words: *characterization, Montefalco, polyphenols, Sagrantino, wine*

Introduzione

La varietà *Sagrantino*, *Vitis vinifera L.* a bacca rossa, è coltivata pressoché esclusivamente attorno a Montefalco, borgo collinare umbro vicino a Foligno, su un'area di circa 120 ettari in rapido incremento negli ultimi anni, tra i 250 ed i 500 m s.l.m. [Caviglia et al., 1998]. La varietà è presente nei vini "DOCG Montefalco Sagrantino" e "DOC Montefalco Rosso", nel primo dei quali il *Sagrantino* è il solo vitigno permesso, mentre nel secondo è presente in parte minoritaria (10-15%), assieme a *Sangiovese* (60-70%) e ad altre varietà non aromatiche. I vini Montefalco Sagrantino possono essere prodotti tradizionalmente nelle due tipologie secco e passito, delle quali l'ultima è sicuramente quella più nota, almeno fino al recente passato.

Benché la presenza di vigneti a Montefalco sia chiaramente dimostrata fin dall'undicesimo secolo [Nessi, 1973], le informazioni disponibili sul *Sagrantino* sono invero piuttosto limitate. La prima sommaria descrizione è infatti riportata nel Bollettino Ampelografico del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio del 1879 [AAVV, 1879] e pochi sono gli autori che successivamente si sono interessati della varietà [Baldeschi, 1893; Fronzi, 1915; Marzotto, 1925; Ferrarini, 1938], come ricorda il Bruni [1962] cui si deve la prima vera scheda ampelografica del *Sagrantino*. L'inserimento ufficiale del vitigno nel Catalogo Nazionale delle Varietà di Viti ad uve da vino, come varietà raccomandata unicamente nella provincia di Perugia, è poi avvenuto con DM del 25 maggio 1970, cui è seguito il riconoscimento ai vini, nel 1979 e nel 1992, rispettivamente della DOC e della DOCG.

Il presente lavoro costituisce, per quanto noto agli autori, la prima indagine ad ampio spettro effettuata sul contenuto polifenolico di vini Sagrantino sia commerciali che sperimentali. I dati vengono discussi anche rispetto a quelli di vini Cabernet sauvignon, Pinot nero, Corvina e Sangiovese della banca-dati dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, ossia di varietà che, analogamente al Sagrantino, sono utilizzate per fornire vini da invecchiamento. Obiettivo del lavoro è stato inoltre quel-

lo di verificare la possibilità di utilizzare, come routinari controlli di processo, alcune metodiche spettrofotometriche relativamente poco costose.

Materiali e metodi

Vini sperimentali

Cinquantotto vini sperimentali sono stati prodotti nelle vendemmie 1997, 1998 e 1999 da uve di vigne allevate a cordone speronato in tre appezzamenti siti nel comune di Montefalco nei quali erano in corso differenti sperimentazioni di carattere agronomico (tab.1). Le uve (50-60 kg per ciascun campione) sono state conferite in giornata alla Cantina Sperimentale dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige (IASMA) e vinificate secondo la seguente procedura: pigia-diraspatura, solfitazione (50 mg/L SO₂), inoculo di lieviti selezionati adeguatamente reidratati (Fermicru™ LS2, 30 g/100L), temperatura di fermentazione tra 25°C e 30°C, 2 follature al giorno, macerazione di 7 giorni, svinatura, pressatura delle vinacce (3.5 bar) e assemblaggio del vino fiore con il vino di pressatura, inoculo diretto di starter pre-dosati di batteri malolattici commerciali (Oenoflora Oenos™, Christian Hansen S.p.A.), filtrazione a cartoni (Seitz K250™) e a membrana (Sartopure GF™), imbottigliamento. La procedura di vinificazione utilizzata consente la comparazione dei dati dei vini Sagrantino con quelli di altri vini della banca-dati di IASMA [Mattivi et Nicolini, 1997].

Nella vendemmia 1998 sono stati anche raccolti due lotti di uve (SAGR_1; SAGR_2), da 80 kg ciascuno, nei vigneti localizzati alla più bassa ed alla più elevata altitudine riportata in tab.1. Differentemente da quanto già riportato, le uve sono state vinificate con una macerazione di 21 giorni nel corso dei quali è stato monitorato il livello dei flavonoidi. Inoltre, da ciascun lotto è stato separato un campione di 100 bacche destinato all'analisi della composizione antocianica della buccia.

Tab. 1: Caratteristiche agronomiche degli appezzamenti e dei vini sperimentali prodotti nelle diverse vendemmie (* = ceppi/ha)

Tab. 1: *Agronomical characteristics of the plots and experimental wines produced in the different vintage years (* = vines/ha)*

Appezzamento <i>Plot</i>	Altitudine <i>Altitude</i> m s.l.m.	Variabili agronomiche <i>Agronomical variables</i>	Esposizione <i>Exposure</i>	N° di vini nelle vendemmie <i>N° of wines in the vintages</i>		
				1997	1998	1999
G	450	densità d'impianto / <i>plantation density:</i> 1700-3200-3800-4800-5700* 14 cloni / clones;	Sud / South	5	5	5
R	250	densità d'impianto / <i>plantation density:</i> 5000* densità d'impianto /	Nord / North	13	10	11
F	350	densità d'impianto / <i>plantation density:</i> 1700-3200-3800-4800-5700*	in piano / plain	-	4	5

Vini commerciali

Sono stati analizzati 23 vini commerciali di differenti annate, dal 1999 al 1981, e di 6 differenti cantine. I vini derivavano da vinificazioni con lunghe macerazioni, solitamente maggiori di 12 giorni. Le cantine industriali hanno usato nel corso della vinificazione differenti tempi di permanenza in botte nelle diverse annate, tuttavia i tempi di maturazione in legno sono sempre stati di almeno 12 mesi.

Metodi analitici

Le analisi di base (alcool, acidità totale, zuccheri) sono state realizzate secondo i metodi ufficiali (Reg. CE N°2676/90). I vini sperimentali sono stati analizzati all'età di un anno. Polifenoli totali (PT, espressi come (+) catechina, mg/L), proantocianidine (PROC, espresse come cianidina, mg/L), flavani reattivi alla vanillina (VAN, espressi come (+) catechina, mg/L) e gli antociani totali (AT, espressi come malvina, mg/L) sono stati misurati per via spettrofotometrica secondo le metodiche proposte da Di Stefano et al., [1989], eseguite come descritto da Rigo et al. [2000]. Intensità colorante (IC) e nuance sono state misurate sulla base dell'assorbimento alle lunghezze d'onda di 420 e 520 nm, secondo il metodo ufficiale tradizionale [AAVV, 1986], registrando la misura su un percorso ottico di 1 mm e riportando ad 1 cm. Flavonoidi totali (FT) e flavonoidi non antocianici (FNA) sono stati misurati col metodo di Di Stefano et al. [1989], modificato come segue: 1 mL vino diluito (1:2.5-1:10 con H₂SO₄ 1N) è adsorbito su cartuccia Sep-Pak C18 (cod. 51910, Waters Corp.) attivata con 2 mL di metanolo e 5 mL di H₂SO₄ 0.01N. La Sep-Pak è lavata con 2 mL di H₂SO₄ 0.01N e i flavonoidi sono eluiti con 3 mL di metanolo HPLC Gradient Grade. Il campione eluito è portato a un volume totale di 10 mL con una soluzione di etanolo:H₂O:HCl (70:30:1). L'assorbanza è registrata contro il bianco (Ethanol:H₂O:HCl) dopo 30 min e lo spettro è stampato da 700 a 280 nm. FT e FNA, espressi come (+)catechina, mg/L, sono ricavati graficamente secondo quanto riportato nel metodo originale. I flavonoidi antocianici (ANT), anch'essi espressi come (+) catechina, mg/L, sono ricavati per differenza da FT e FNA. Quest'ultimo parametro è una stima indiretta che fornisce valori numericamente comparabili a quelli del metodo di misura diretta (AT).

Il profilo delle antocianine della buccia delle bacche congelate è stato analizzato estraendo secondo la metodica discussa in Castia et al. [1992], utilizzando per l'estrazione metanolo non acidificato, per poi analizzare l'estratto in HPLC nelle condizioni descritte da Mattivi [1998]. Le antocianine sono quantificate a 520 nm rispetto ad una curva di taratura con malvidina-3-monoglucoside. La determinazione dei resveratroli è stata effettuata con la metodica messa a punto da Mattivi [Mattivi, 1993; Mattivi et al., 1995b], quantificando i composti come resveratrolo libero, rispetto a due curve di taratura ottenute con *trans* resveratrolo (310 nm) e *cis* resveratrolo (282 nm).

Risultati e discussione

Rilievi sui prodotti sperimentali

1 - Quadro compositivo delle uve.

Sui 58 campioni di uve raccolte e conferite nei tre anni sono state effettuate le analisi all'ammostatura. I dati dei mosti sono riportati in tab. 2 distinti per appezzamento e annata. Nel complesso si osservano valori particolarmente elevati del

Tab. 2: Composizione dei mosti dei campioni sperimentali (* = acidità totale, g/L)

Tab. 2: Composition of the experimental musts (* = total acidity, g/L)

	Variabili/ variables	Media / mean	Dev. St.	Max	Min
totale campioni disponibili	°Brix	25,9	1,1	29,4	24,0
total samples available	ac.tot. (*)	5,30	0,60	6,70	4,30
n = 58	pH	3,26	0,10	3,42	3,10
appezzamento G	°Brix	27,1	1,2	29,4	25,9
plot G	ac.tot. (*)	5,19	0,65	6,70	4,30
n = 15	pH	3,33	0,05	3,42	3,21
appezzamento F	°Brix	24,7	0,5	25,3	24,0
plot F	ac.tot. (*)	5,01	0,37	5,70	4,45
n = 9	pH	3,33	0,05	3,41	3,27
appezzamento R	°Brix	25,6	0,7	26,7	24,5
plot R	ac.tot. (*)	5,43	0,53	6,40	4,45
n = 34	pH	3,21	0,04	3,30	3,13
vendemmia 1997	°Brix	26,8	1,3	29,4	25,1
vintage 1997	ac.tot. (*)	5,51	0,24	6,15	5,25
n = 18	pH	3,25	0,07	3,38	3,15
vendemmia 1998	°Brix	25,3	0,8	26,6	24,0
vintage 1998	ac.tot. (*)	4,69	0,27	5,20	4,30
n = 19	pH	3,27	0,09	3,42	3,13
vendemmia 1999	°Brix	25,7	0,9	27,5	24,2
vintage 1999	ac.tot. (*)	5,68	0,47	6,70	5,00
n = 21	pH	3,27	0,06	3,41	3,18

°Brix, in particolare nell'appezzamento G, cui corrispondono livelli di acidità relativamente contenuti. I valori di pH sono comunque ancora decisamente buoni, con valori medi di 3.26 e massimi di 3.42, favorevoli al mantenimento, in linea generale, di una buona vivacità del colore rosso del vino in relazione al comportamento del cromoforo degli antociani rispetto al pH. Il quadro compositivo generale - qualora la scelta del lievito consenta la regolarità del completamento delle fermentazioni ad alto grado alcolico - è da considerarsi tecnologicamente positivo, anche se non particolarmente semplice specialmente in relazione alla necessità di far avvenire comunque la fermentazione malolattica.

2 - Estrazione dei flavonoidi durante la macerazione.

L'evoluzione dei flavonoidi durante la fase di skin-contact mostra (fig. 1) lo stesso modello di estrazione in entrambi i lotti di uva vinificati (SAGR_1 e SAGR_2) nel 1998. Il livello dei FNA è sempre più alto di quello dei ANT e già particolarmente elevato (circa 1500 mg/L) fin dal primo giorno di macerazione. Tale fatto indica una marcata localizzazione dei tannini a livello di buccia. La piena maturità delle uve testimoniata dai valori dei °Brix alla raccolta - 24.6 per SAGR_1, 25.6 per SAGR_2, comunque inferiore alla media in tab. 1 - potrebbe aver reso più facili le estrazioni dalle bucce come conseguenza dell'idrolisi delle pectine associata alla maturazione. Le uve, comunque, presentavano un perfetto grado di sanità e turgidità al momento della lavorazione. I flavonoidi (fig. 1) sono stati pressochè totalmente estratti dopo 5 giorni di macerazione, avvenuta con un massimo di temperatura di 25°C, ed allo stesso tempo anche intensità colorante e nuance hanno raggiunto i

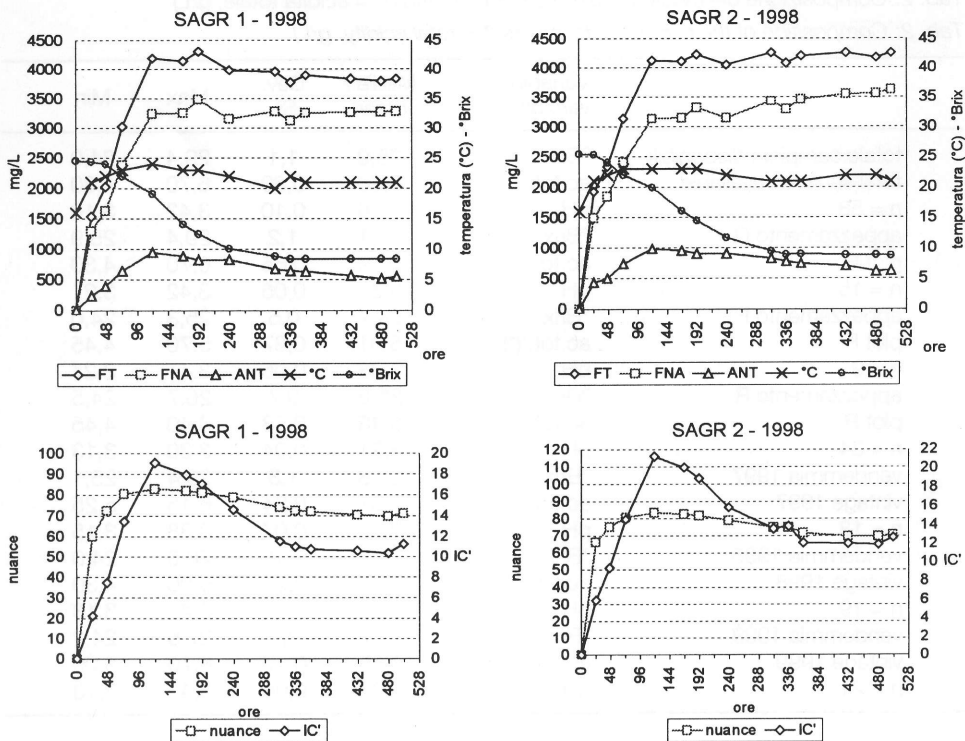


Fig. 1: Evoluzione dei flavonoidi e dei parametri cromatici durante la macerazione fermentativa di due lotti di Sagrantino (IC' = d420 + d520 + d620).

Fig. 1: Changes in the flavonoid content and chromatic parameters in relation to the time (hours) of the skin-contact fermentation of 2 lots of Sagrantino (IC' = d420 + d520 + d620).

loro livelli massimi. Il prosieguo della macerazione si è tradotto in perdite particolarmente significative del tenore di ANT, dell'ordine del 40 % circa attorno ai 20 giorni.

3 - Il profilo delle antocianine delle uve

Il profilo delle antocianine delle bucce dei due campioni analizzati relativi alla vendemmia 1998 è riportato nella tab. 3. Le antocianine del *Sagrantino* sono risultate caratterizzate dalla consueta prevalenza delle forme monoglucosidiche non esterificate (81-84%) rispetto a quelle esterificate (16-19%), con la netta dominanza all'interno di quest'ultime delle forme *p*-cumarate (88%) rispetto alle acilate e caffeoate. Le antocianine monoglucoside trisostituite costituiscono la frazione principale (72-75%), con malvina prevalente, mentre solo l'8-9% del totale è rappresentato dalle disostituite (cianina e peonina). Questo quadro compositivo, associato alla quantità assoluta in cui sono presenti gli antociani (vedi paragrafi successivi), indica una buona predisposizione varietale a fornire vini riccamente colorati la cui tenuta è caso mai da verificare in relazione ai fenomeni di condensazione tannini-antociani ed a quelli di natura ossidativa. Non va dimenticato che le forme più facilmente ossidabili (cianina, petunina, delfinina) [Cheynier et al., 1994] rappresentano comunque un 30% circa del totale.

Tab. 3: Contenuto e profilo percentuale delle antocianine di due campioni di uva Sagrantino della vendemmia 1998.

Tab. 3: Content and percentage profile of anthocyanins in 2 samples of Sagrantino grape of the vintage 1998.

	SAGR_1 (mg/kg uva)	SAGR_2 (mg/kg uva)	SAGR_1 (%)	SAGR_2 (%)
Del (1)	155	225	14,16	16,72
Cya (2)	23,7	33,6	2,16	2,50
Pet (3)	141	199	12,90	14,83
Peo (4)	69,5	85,1	6,34	6,33
Mal (5)	497	585	45,37	43,52
Del-ac	2,5	3,4	0,22	0,25
Cya-ac	0,4	0,5	0,03	0,04
Pet-ac	3,5	4,9	0,32	0,36
Peo-ac	1,3	1,2	0,12	0,09
Mal-ac	17,0	16,2	1,55	1,20
Del-p-cum	17,7	22,9	1,62	1,70
Mal-caff	1,1	1,2	0,10	0,09
Cya-p-cum	4,1	5,0	0,37	0,37
Pet-p-cum	23,0	28,1	2,10	2,09
Peo-p-cum	18,9	17,5	1,73	1,30
Mal-p-cum	119	116	10,88	8,60
sommatorie / sums:				
monoglucosidi / monoglucosides (1+2+3+4+5)	887	1127	80,94	83,90
acilati / acilate forms	24,7	26,2	2,26	1,94
p-cumarati / p-coumarate forms	183	189	16,70	14,07
caffeoati / caffeate forms	1,1	1,2	0,10	0,09
Totale	1095	1344	100,00	100,00

Legenda: Del = Delfinina / *Delphinin*; Cya = Cianin / *Cyanin*; Pet = Petunina / *Petunin*; Peo = Peonina / *Peonin*; Mal = Malvina / *Malvin*; ac = acilate / *acetate*; p-cum = p-cumarata / *p-coumarate*; caff = caffeeata / *caffeate*;

4 - Quadro compositivo medio dei vini sperimentali

Il quadro compositivo dei vini sperimentali prodotti con tecnica di vinificazione standardizzata ed analizzati a circa 10 mesi dalla vendemmia è riportato nella tab. 4. I dati relativi a FT, FNA, ANT ed ai parametri cromatici sono relativi alla totalità dei campioni disponibili, mentre quelli di PT, PROC, VAN sono relativi ai vini della sola annata 1997 e quelli degli AT sono relativi a campioni di un anno delle vendemmie 1997 e 1998.

PT, PROC e VAN sono risultati particolarmente elevati rispetto ai corrispondenti

Tab. 4: Composizione polifenolica, parametri cromatici ed alcuni rapporti tra parametri analitici dei vini sperimentali di un anno.

Tab. 4: Polyphenol composition, chromatic parameters and ratios of analytical parameters of the one-year aged experimental wines.

Variabile / variables	n° campioni / samples	Media / mean	Dev.st. / st.dev.	Max	Min
FT	58	3364	482	4458	2727
FNA	58	2780	430	3843	2218
ANT	58	584	79	819	443
AT	25	700	97	913	570
PT	18	3304	203	3749	3021
PROC	18	4200	285	4810	3735
VAN	18	1697	139	1960	1512
IC	58	12,7	2,59	18,6	6,95
NUANCE	58	71,7	7,7	81,2	48,0
VAN/PROC	18	0,40	0,03	0,45	0,37
PROC/AT	18	6,52	0,63	7,60	5,68
FNA/ANT	58	4,76	0,63	7,00	3,59

Legenda: FT = flavonoidi totali / total flavonoids, mg/L (+)cat.; FNA = flavonoidi non antocianici / non-anthocyanin flavonoids, mg/L, (+)cat.; ANT = FT-FNA, flavonoidi antocianici / anthocyanin flavonoids, mg/L, (+)cat.; AT = antociani totali / total anthocyanins, mg/L as malvidin-3-monogluc.; PT = polifenoli totali / polyphenols, mg/L, (+)cat.; PROC = proantocianidine totali / total proanthocyanidins, mg/L as cyanidin; VAN = indice di vanillina / vanillin index, mg/L, (+)cat.; IC = intensità colorante / colour intensity.

valori riportati per i vini delle 12 varietà a bacca rossa presenti nella banca-dati IASMA [Mattivi e Nicolini, 1997]. Ciò anche rispetto a varietà rosse quali *Cabernet sauvignon*, *Pinot nero*, *Sangiovese* e *Corvina* che tipicamente, pur in areali diversi, sono destinate alla produzione di vini da invecchiamento. L'indice di condensazione dei tannini (VAN/PROC) ha mostrato valori particolarmente bassi, indicando che il tannino presente nei vini Sagrantino sperimentali è in forma già altamente condensata fin dal primo anno di età. I polifenoli totali sono risultati sempre più elevati dei flavonoidi totali (media 3032 mg/L; n=18; dev.st. 131 mg/L; max. 3358 mg/L; min. 2835 mg/L). Le differenze tra PT e FT sembrerebbero riconducibili solo in parte al tenore in derivati cinnamici, la cui sommatoria, nei soli due casi in cui è stata misurata per HPLC, era di 75 e 57 mg/L. I tenori di PROC maggiori di quelli dei FT confermano che il tannino di alto peso molecolare prevale sulle catechine. Il contenuto antocianico (AT) è risultato comparabile con quello di altre tre varietà, autoctone però del Trentino, tipicamente note per la loro ricchezza antocianica [Mattivi e Nicolini, 1997] quali *Teroldego*, *Lagrein*, e *Marzemino*, benché leggermente inferiore rispetto alla prima. Il rapporto "tannini/antociani" (FNA/ANT) valutato sulla totalità dei campioni disponibili è risultato essere prossimo a 5, essenzialmente in conseguenza dell'elevato tenore dei "tannini". Come conseguenza della composizione polifenolica, l'intensità colorante dei 58 vini Sagrantino giovani è risultata tra le più alte tra quelle in banca dati e la nuance si è collocata ben al di sopra del limite infe-

riore (51°) del "rosso-porpora". Il 43% (dev.st. 4.7%, max. 53.3%, min. 38.0%) dell'assorbanza a 520 nm è risultato derivare da antociani combinati con tannini in forma non più decolorabile con la SO₂; tale dato è stato valutato esclusivamente sui 18 campioni di vino sperimentali della annata 1997. Tenendo conto sia della gioventù dei vini che della ricchezza di AT, tale percentuale, misurata come dTAT% secondo Glories [1984a; 1984b], è piuttosto elevata e dovrebbe assicurare una buona stabilità del colore nel corso dell'invecchiamento.

Differentemente dagli altri circa 500 vini presenti in banca-dati, i vini Sagrantino sono stati analizzati anche con la metodica che porta alla valutazione dei flavonoidi totali (FT) e non antocianici (FNA), dalla cui differenza si ricava il parametro dei flavonoidi antocianici (ANT). I Sagrantino si collocavano nell'intervallo 2727-4458 mg/L per FT, 2218-3843 mg/L per FNA e 443-819 mg/L per ANT. Sulla base di tali parametri, i soli confronti varietali possibili in quanto realizzati a parità di tecnica di vinificazione, sono con alcuni vini Lambrusco Sorbara (rispettivamente 1205-1538; 1039-1295; 166-243), Lambrusco Salamino (1373-2115; 1044-1554; 229-561) e Lambrusco Grasparossa (2575-2966; 1957-2213; 559-753). Anche rispetto ai vini delle tre varietà emiliane - come peraltro rispetto a vini di varietà piemontesi [Di Stefano e Cravero, 1989] e dell'Italia centro-meridionale riportati in bibliografia [Di Stefano et al., 1993; Lovino et al., 1997; Garofolo e Cedroni, 1998] - i Sagrantino confermano la loro ricchezza polifenolica.

5 - Il contenuto di resveratrolo

I vini SAGR_1 e SAGR_2 sono stati analizzati per il loro tenore in resveratroli. Essi hanno mostrato livelli rispettivamente di 0.58 e 0.73 mg/L di *trans* resveratrolo e di 1.11 e 1.31 mg/L di *cis* resveratrolo, mentre le forme glicosidiche erano presenti solamente in tracce. Alla luce dei dati riassunti da Paronetto e Mattivi [1999] per i vini italiani e *vice versa* di quanto avviene per il corredo polifenolico precedentemente discusso, i vini della varietà in oggetto non sembrano certo collocarsi tra quelli più ricchi di tali stilbeni, ciò forse anche in relazione alle caratteristiche di irraggiamento dell'ambiente di coltivazione, come discusso a riguardo dagli stessi autori [Paronetto e Mattivi, 1999].

6 - Effetto dell'annata

L'effetto dell'annata (1997-1998-1999) è stato statisticamente valutato con la procedura GLM del pacchetto software SAS prendendo in considerazione i mosti ed i vini dei cloni dell'appezzamento R nonché delle cinque fittezze di impianto dell'appezzamento G, utilizzando come fonte di variazione l'anno e, a soli fini di depurazione dell'effetto, l'appezzamento.

Le annate 1997, 1998 e 1999 - caratterizzate rispettivamente dalle somme delle temperature medie decadiche nel periodo dal 1 luglio al 30 settembre di 198.5°C, 209.3°C e 208.7°C e dalle piovosità di 90mm, 54 mm e 133 mm - sono risultate significativamente differenti per il °Brix e l'acidità titolabile dei mosti (tab. 5), mentre nessuna differenza significativa è stata osservata per il pH, mediamente attorno a 3.25 in tutte e tre le annate. Per i vini sono state riscontrate differenze altamente significative per FT, FNA, ANT, IC e per il rapporto tra FNA/ANT. In particolare, il 1998 è risultato caratterizzato da una maggiore ricchezza polifenolica generale, sia in termini di "tannini" che di "antociani". Tale situazione, benché non in termini di significatività rispetto al 1999, ha avuto risvolti positivi sui valori medi, più elevati, dell'intensità colorante. Viceversa, l'annata 1997 è risultata meno ricca dal punto di

Tab. 5: Parametri analitici dei mosti (°Brix, pH, acidità) e dei vini in relazione all'annata. (Legenda: vedi tab. 4).

Tab. 5: Analytical parameters of musts (°Brix, pH, total acidity) and one-year aged wines in relation to the vintage year. (Legenda: see tab. 4).

	sign.	Media / mean	N° campioni / samples	Anno / year	Duncan
°Brix	***	26,8	18	97	a
		25,9	16	99	b
		25,5	15	98	b
Acidità tot. tot.acidity	***	5,82	16	99	a
		5,51	18	97	b
		4,68	15	98	c
		3,25	15	98	a
pH	n.s.	3,25	16	99	a
		3,25	18	97	a
		3,25	15	98	a
FT	***	3856	15	98	a
		3173	16	99	b
		3032	18	97	b
FNA	***	3190	15	98	a
		2642	16	99	b
		2448	18	97	c
ANT	***	667	15	98	a
		584	18	97	b
		531	16	99	c
NUANCE	n.s.	74,7	16	99	a
		74,6	15	98	a
		73,0	18	97	a
IC	***	14,67	15	98	a
		13,81	16	99	a
		11,87	18	97	b
FNA/ ANT	***	4,99	16	99	a
		4,82	15	98	a
		4,21	18	97	b

Annate caratterizzate dalla stessa lettera per lo stesso parametro analitico non sono statisticamente differenti al test di Duncan (n.s. = non significativo; *** = $p < 0.001$)

Vintage years with the same letter for the same analytical parameter are not significantly different at Duncan's test (n.s. = not significant; *** = $p < 0.001$)

vista polifenolica, in particolare per i "tannini". Anche se derivato da contenuti di flavonoidi differenti, il rapporto tra FNA ed ANT nel 1999 e nel 1998 è sostanzialmente identico e non discriminabile nelle due annate; tale rapporto è significativamente più basso nei vini 1997. Le differenze di intensità colorante, difficilmente percepibili ad occhio nudo nelle normali condizioni di valutazione in un bicchiere d'assaggio, sembrano essere di rilievo tecnologico per quanto riguarda la stabilità del colore nel tempo, in particolare per i minori valori relativi al 1997. L'effetto delle variabili agronomiche presenti negli appezzamenti indagati verrà discusso in una nota separata.

Rilievi sui vini commerciali

I vini commerciali di differente età ed azienda riportati nella tab. 6 sono stati analizzati, in due distinti momenti, per il contenuto polifenolico ed i parametri cromatici.

L'esistenza di un effetto annata su PF e FT all'interno delle singole aziende appare del tutto evidente in particolare per l'annata 1995, da taluni definita "del secolo", nel caso dell'azienda 2 e, per l'annata 1988, nel caso dell'azienda 3. PT e FT appaiono essere ancora rilevanti anche nei vini più vecchi, che pur potrebbero aver subito significativi fenomeni di precipitazione. Un'ipotetica ma ragionevole evoluzione in diminuzione sembrerebbe emergere dai dati relativi alla azienda 1. Differenze tecnologicamente rilevanti tra aziende si osservano per quanto riguarda i vini dell'annata 1985, con i tenori più bassi per l'azienda 1. Analogamente, differenze tra aziende si rilevano per i vini dell'annata 1996, con livelli per l'azienda 6 tra i più bassi tra quelli registrati sull'insieme di tutti i Sagrantino analizzati.

Valutato con differenti modalità analitiche, il contenuto antocianico evidenzia - al di là di un atteso andamento discendente via via che si considerano vini di maggior età - una rapida tendenza all'evoluzione nei primi anni di invecchiamento; questa si manifesta sia per i vini 1993-1994 analizzati nel 1998 che per i vini analizzati nel 2000. I livelli antocianici dell'azienda 3 sembrano essere con una certa costanza migliori di quelli dell'azienda 1.

Il livello delle catechine, espresso attraverso l'indice di vanillina (VAN), evidenzia gli attesi valori più bassi nei vini più vecchi, con una tendenza che, peraltro, è seguita anche dalle PROC e dai FNA; il tutto come risultato dei contemporanei fenomeni di condensazione e di precipitazione cui vanno incontro queste classi di composti. Un effetto annata all'interno di una stessa azienda è spesso evidenziabile. La diversa entità dell'evoluzione di VAN e di PROC si traduce in variazioni del loro rapporto, indice dello stato di condensazione dei tannini, che passa indicativamente dai valori di 0.4-0.55 dei vini più giovani a quelli di 0.2 dei vini più vecchi.

L'intensità colorante di vini Sagrantino si mantiene su elevati livelli, superiori a 6, anche nei vini più vecchi, indipendentemente dall'azienda. La nuance, *vice versa*, al di là della attesa diminuzione generale nei campioni più vecchi, raggiunge dopo circa 12 anni i livelli decisamente bassi dei vini lungamente invecchiati, in particolare nel caso dell'azienda 1. Ciò è probabilmente in relazione con i valori assoluti e con gli equilibri di tannini ed antociani; tuttavia, valori di nuance almeno dell'ordine di 5-6 sono associati a livelli antocianici indicativamente maggiori di 150 mentre valori decisamente più positivi di nuance, nell'ordine di 30-40, sembrano esser garantiti essenzialmente da livelli antocianici finali, comunque valutati, di ca. 200. Le basse nuance dei vini invecchiati della azienda 1 (come nel caso delle annate 1993, 1990, 1988 e 1985) sembrerebbero perciò essere riconducibili non tanto al livello o al tipo dei tannini, che sono sullo stesso livello delle altre aziende, quanto piuttosto ad iniziali livelli antocianici subottimali raggiunti in conseguenza di eccessivi prolungamenti della fase di macerazione sulle vinacce e non a particolari carenze antocianiche nella materia prima. Per altro, la gestione agronomica dei vigneti negli anni 80 ed inizio degli anni 90 era sicuramente differente da quella attuale e non è possibile conoscere l'originaria dotazione antocianica delle uve.

Verifica delle correlazioni tra parametri analitici

La correlazione tra FT e PT, sulla base di 41 campioni analizzati, è riportata in fig. 2, distinta anche per campioni "giovani", ossia di 1-2 anni, e "vecchi", ossia analizzati a 3-17 anni dalla vendemmia. Le tre rette di regressione mostrano valori di R^2

Tab. 6: Contenuto polifenolico e parametri cromatici di vini Sagrantino commerciali imbottigliati (Legenda: ° = vino passito; * = vino ancora in barrique; vedi tab. 4)

Tab. 6: Polyphenol content and colour parameters of bottled Sagrantino commercial wines (Legenda: ° = "passito" wine; * = still in barrique; see tab. 4).

Azienda / winery	Vendemmia / vintage	Analisi / analysis	PT	PROC	VAN	VAN / PROC	AT	FT	FNA	ANT	IC	NUANCE	PROC / AT	FLNA / ANT
1	1994	1998	3488	4025	1368	0,34	235	2678	2457	221	8,38	43,8	17,1	11,1
1	1993	1998	3087	4272	1378	0,32	164	2596	2445	151	6,95	23,3	26,0	16,2
1	1991	1998	3585	4795	1342	0,28	169	3074	2902	172	8,80	11,3	28,5	16,9
1	1990	1998	3077	4139	1051	0,25	140	2472	2324	148	7,96	5,7	29,7	15,7
1	1988	1998	2800	3180	749	0,24	119	2183	2068	115	6,56	-21,8	26,8	18,0
1	1987	1998	2805	3842	806	0,21	151	2258	2121	137	7,96	-1,1	25,4	15,5
1	1986	1998	2471	2685	614	0,23	103	1895	1789	106	6,02	-11,3	26,1	16,9
1	1985	1998	2496	2664	718	0,27	107	1846	1735	111	6,63	-9,6	25,0	15,6
1	1983	1998	2553	3098	785	0,25	127	1961	1834	127	7,24	-23,7	24,4	14,4
2	1999*	2000	4504	5551	2935	0,53	626	3914	3365	549	11,82	65,0	8,9	6,1
2	1998*	2000	4606	5987	2926	0,49	414	3848	3476	372	10,55	57,8	14,5	9,3
2	1997	2000	3482	4054	2014	0,50	431	2530	2153	377	10,75	51,8	9,4	5,7
2	1996	2000	3320	3633	1428	0,39	271	2387	2134	253	8,79	36,9	13,4	8,4
2	1995	2000	4541	5783	2972	0,51	224	3642	3428	214	8,78	31,0	25,8	16,0
3	1993	1998	2932	3531	1325	0,38	224	2456	2248	208	8,78	40,0	15,8	10,8
3	1990	1998	3551	4185	1491	0,36	187	2719	2543	176	9,01	23,3	22,4	14,4
3	1988	1998	4230	5208	1430	0,27	196	3362	3145	217	12,92	32,6	26,6	14,5
3	1985	1998	2718	3360	660	0,20	151	1879	1714	165	8,97	19,3	22,3	10,4
4	1995	2000	3301	4795	2341	0,49	194	2785	2620	165	5,88	27,5	24,7	15,9
4	1985	1998	3180	4162	1274	0,31	146	2472	2323	148	7,72	6,8	28,5	15,7
4	1981°	1998	2279	2637	346	0,13	107	1648	1524	124	9,10	-1,1	24,6	12,3
5	1996	2000	3954	5362	2926	0,55	330	3584	3294	290	8,56	43,2	16,2	11,4
6	1996	2000	2569	3764	1654	0,44	253	2184	1976	208	6,54	31,8	14,9	9,5

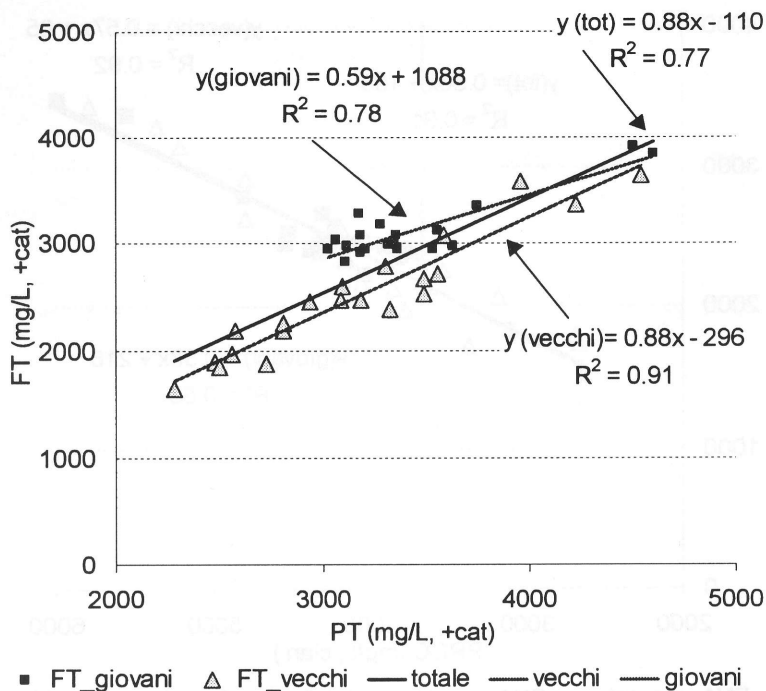


Fig. 2: Correlazioni tra parametri analitici misurati in 20 vini Sagrantino giovani (1-2 anni), 21 vini Sagrantino vecchi (3-17 anni) e sul totale dei campioni disponibili. L'asse delle ordinate è stato traslato per esigenze grafiche.

Fig. 2: Correlations between analytical parameters measured in 20 young Sagrantino wines (1-2 years), 21 old Sagrantino wines (3-17 years) and in the total available samples. Y axis has been translated for graphical needs.

buoni per i vini vecchi ma più bassi e pertanto meno accettabili per i vini giovani. I coefficienti angolari delle rette sono piuttosto differenti tra vini giovani e vini vecchi. Le correlazione che lega FNA e PROC è riportata in fig. 3. Gli R^2 sono elevati per tutte e tre le rette (vini giovani, vini vecchi e totalità dei vini) ma, fattore più interessante, i coefficienti angolari sono praticamente identici anche se ben diversi da 1, ciò anche in relazione alla diversa modalità di espressione del dato. Conseguentemente, anche se la misura dei FNA non potesse considerarsi accurata rispetto al dato "vero" delle proantocianidine totali (PROC), la coincidenza delle 3 rette nell'intervallo utile per i vini della varietà *Sagrantino* apre la possibilità di utilizzare l'analisi dei FNA al posto di quella, analiticamente ben più delicata, delle PROC.

La correlazione tra ANT ottenuti dalla differenza FT-FNA ed AT è riportata nelle figg. 4a-4b-4c. Per tutte e tre le rette, gli R^2 sono ottimi, i coefficienti angolari sono prossimi all'unità e l'intercetta con l'asse delle ordinate è a valori piuttosto bassi. La misura indiretta dei flavonoidi antocianici (ANT) è pertanto numericamente ben correlata con quella degli antociani totali (AT) calcolati per misura diretta ed utilizzando il coefficiente di estinzione molare secondo Glories (1978) [Di Stefano et al., 1989]. Tale correlazione riguarda tutto l'intervallo di interesse per i vini della varietà, indipendentemente dal grado di invecchiamento del vino stesso e dalla diversa espressione del dato. Le correlazioni osservate consentono quindi di utilizzare l'u-

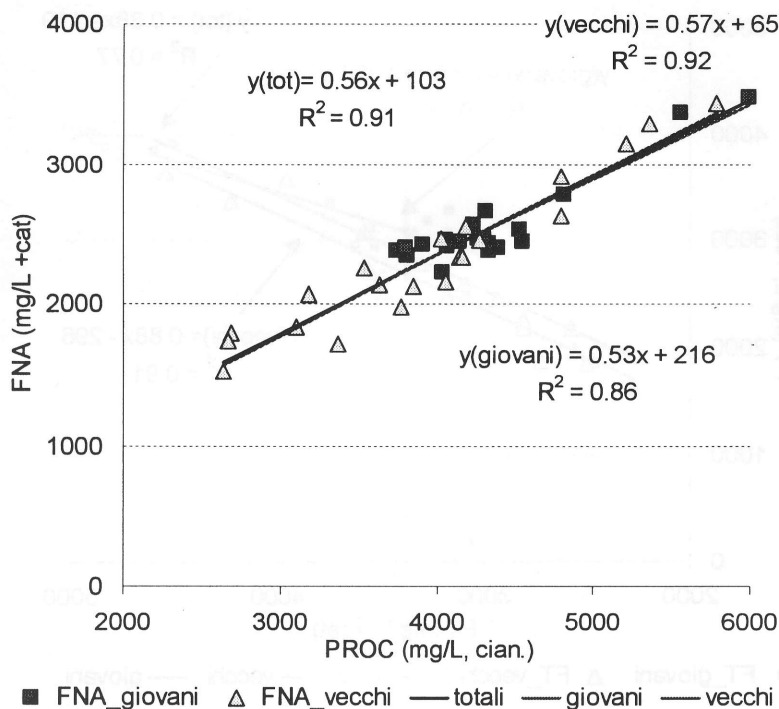


Fig. 3: Correlazioni tra parametri analitici misurati in 20 vini Sagrantino giovani (1-2 anni), 21 vini Sagrantino vecchi (3-17 anni) e sul totale dei campioni disponibili. L'asse delle ordinate è stato traslato per esigenze grafiche.

Fig. 3: Correlations between analytical parameters measured in 20 young Sagrantino wines (1-2 years), in 21 old Sagrantino wines (3-17 years) and in the total available samples. Y axis has been translated for graphical needs.

nica analisi dei flavonoidi (da cui si ricavano i valori di FT, FNA ed ANT) al posto di quelle distinte dei PT, delle PROC e degli AT, benché con minor attendibilità nel caso dei FT come parametro "surrogante" i PT nel caso dei vini giovani. In particolare, facendo riferimento essenzialmente a FNA e ANT si ha una rapidissima ed economica valutazione rispettivamente del contenuto in "tannini" ed "antociani" che nell'intervallo utile per il *Sagrantino* risulta applicabile a tutte le fasi di controllo del processo di vinificazione, da quella di macerazione sino all'invecchiamento anche particolarmente spinto.

Conclusioni

L'inclusione nella prova di numerosi vini prodotti da materie prime ottenute in diverse condizioni di altitudine, esposizione, cloni, densità di impianto ed annate di vendemmia consente di affermare che una significativa parte della variabilità esistente nei migliori vigneti specializzati presenti nell'area di Montefalco è stata presa in considerazione e, conseguentemente, le conclusioni che si possono trarre sono ragionevolmente estendibili alla varietà nella sua interezza.

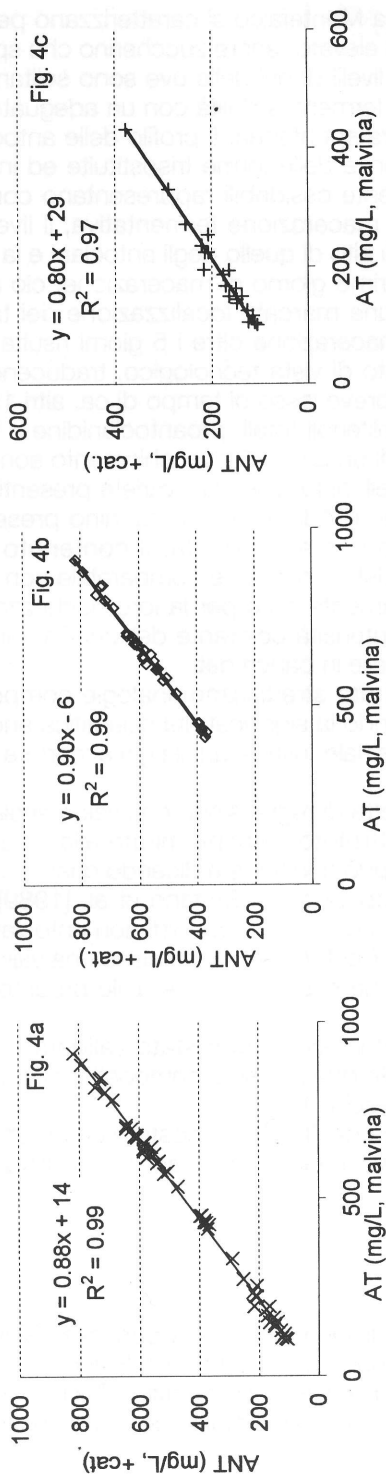


Fig. 4: Correlazione tra parametri analitici misurati su 54 vini Sagrantino (fig. 4a), distintamente presentata per i 33 vini giovani (1-2 anni, fig. 4b) ed i 21 vini vecchi (3-17 anni, fig. 4c).

Fig. 4: Correlation between analytical parameters measured in 54 Sagrantino wines (fig. 4a), individually plotted for the 33 young wines (1-2 years, fig. 4b) and the 21 old wines (3-17 years, fig. 4c).

Le uve di *Sagrantino* coltivate a Montefalco si caratterizzano per il costante raggiungimento a maturazione di un elevato tenore zuccherino che spesso porta a vini al di sopra dei 15 gradi alcool. I livelli di pH delle uve sono solitamente bassi e tali da garantire buone condizioni di fermentescibilità con un adeguato e relativamente semplice controllo della microflora spontanea. Il profilo delle antocianine dell'uva è caratterizzato dalla netta prevalenza delle forme trisostituite ed in particolare della malvina, ma le forme più facilmente ossidabili rappresentano comunque un 30% circa del totale. Nel corso della macerazione fermentativa, il livello dei flavonoidi non antocianici è fin dall'inizio più alto di quello degli antociani e la loro estrazione è particolarmente elevata fin dal primo giorno di macerazione; ciò ad indicare, oltre ad una ricchezza quantitativa, una marcata localizzazione dei tannini a livello di buccia. Il proseguimento della macerazione oltre i 5 giorni risulta essere una fase particolarmente delicata dal punto di vista tecnologico, traducendosi in perdite di antociani che, nel relativamente breve lasso di tempo di ca. altri 15 giorni di macerazione, sono del 40 % circa. Polifenoli totali, proantocianidine e indice di vanillina dei vini *Sagrantino* sperimentali di un anno di invecchiamento sono risultati marcatamente più elevati rispetto a quelli di tutte le altre varietà presenti nella banca-dati dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, con un tannino presente in forma già altamente condensata fin dal primo anno di età. Il contenuto antocianico del *Sagrantino* è prossimo a quello del Teroldego e comparabile con quello di Lagrein e Marzemino, tutte varietà tipicamente note per la loro ricchezza antocianica ma coltivate in ben diversi areali. L'intensità colorante dei vini *Sagrantino* giovani e la nuance sono tra le più alte tra quelle in banca dati.

I vini sperimentali hanno mostrato strettissime analogie compositive con quelli commerciali analizzati, confermando la significatività scientifica anche delle vinificazioni in rosso su scala semi-industriale, oltre a quella già accertata per le vinificazioni in bianco [Nicolini et al., 1996].

Alla luce dei coefficienti delle rette di regressione tra i valori analitici ricavati applicando differenti metodiche spettrofotometriche mirate alla valutazione sintetica degli "antociani" e di "tannini", si può concludere dicendo che:

- la metodica dei flavonoidi proposta da Di Stefano et al. [1989], fornendo in un singolo passaggio analitico sia il dato dei flavonoidi non antocianici ("tannini") sia quello dei flavonoidi antocianici ("antociani"), costituisce una valida ed economica alternativa alle distinte metodiche rispettivamente delle proantocianidine totali e degli antociani totali;
- l'alternatività della metodica dei flavonoidi è stata validata in tutto l'intervallo coperto nei vini *Sagrantino* dalle due classi di composti polifenolici e sia per vini giovani che per vini a lungo invecchiati;
- conseguentemente, la metodica dei flavonoidi costituisce un efficace ed efficiente strumento per il controllo di varie-fasi del processo di vinificazione della varietà *Sagrantino*.

Ringraziamenti

Si ringraziano Diego Tonon, Giuliano Cova, Carla Sanchez, Giuseppe Avanzi e il dr. Ivano Fiorini per la collaborazione analitica, ed il dr. Francesco Cisani per il supporto agronomico. Si ringrazia inoltre il Parco Scientifico Tecnologico di Terni e l'Azienda Agricola Val di Maggio-Caprai di Montefalco per il supporto finanziario.

Bibliografia

1. AA.VV. (1879). *Bullettino Ampelografico*. Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, (XII):434.
2. AA.VV. (1986). *Supplemento ordinario Gazzetta Ufficiale*, (serie generale, n°161, 14 luglio 1986).
3. BALDESCHI G. (1893). *I vitigni e i vini dell'Umbria*. Annuario Generale per la Viticoltura e la Enologia, (II):34. In Bruni, 1962.
4. BRUNI B. (1962). *Sagrantino*. In: Principali vitigni da vino coltivati in Italia. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. Direzione Generale della Produzione Agricola. Roma. (II, Scheda 47). Arti Grafiche Longo & Zoppelli, Treviso.
5. CASTIA T., FRANCO M.A., MATTIVI F., MUGGIOLU G., SFERLAZZO G., VERSINI G. (1992). *Characterization of grapes cultivated in Sardinia: chemometric methods applied to the anthocyanic fraction*. *Sciences des Aliments*, (12,2):239-255.
6. CAVIGLIA P., CALDANO G., ROSSI A. (1998). *Codice denominazioni di origine dei vini*. - Unione Italiana Vini Editrice, Milano:76-80.
7. CHEYNIER V., SOUQUET J-M., KONTEK A., MOUTOUNET M. (1994). *Anthocyanin degradation in oxidising grape musts* - J. Sci. Food Agric., (66,3):283-288.
8. DI STEFANO R., CRAVERO M.C., GENTILINI N. (1989). *Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini*. L'Enotecnico (25,5):83-89.
9. DI STEFANO R., CRAVERO M.C. (1989). *I composti fenolici e la natura del colore dei vini rossi*. L'Enotecnico (25,10):81-87.
10. DI STEFANO R., FOTI S., BORSA D. (1993). *Indagine sulla natura e sul contenuto di alcune classi di polifenoli in uve prodotte nella Sicilia orientale*. L'Enotecnico, (29,11):67-83.
11. FERRARINI M. (1938). *Sagrantino e Heiden*. Montefalco, Bollettino Mensile della Pro Montefalco, 1 agosto 1938, (II,8):69.
12. FRONZI L., (1915). *Il Sagrantino di Montefalco*. Perugia:3-5.
13. GAROFOLO A., CEDRONI A. (1998). *Miglioramento qualitativo dei vini Cesanese D.O.C.: interventi sul colore*. L'Enotecnico, (34,1/2):79-87.
14. GLORIES Y. (1978). *Recherches sur la matière colorante des vins rouges*. Thèse Univ. Bordeaux II.
15. GLORIES Y. (1984a). *La couleur des vins rouges (I)* - Conn. Vigne Vin, (18,3):195-217.
16. GLORIES Y. (1984b). *La couleur des vins rouges (II)* - Conn. Vigne Vin, (18,4):253-271.
17. LOVINO R., DI BENEDETTO G., SCAZZARIELLO M. (1997). *L'impiego di enzimi pectolitici nella vinificazione in rosso di uve dell'Italia meridionale*. L'Enotecnico, (33,6):75-86.
18. MARZOTTO N. (1925). *Uve da vino* - (I):239. In: Bruni, 1962.
19. MATTIVI F., (1993). *Solid phase extraction of transresveratrol from wines for HPLC analysis*. - Z. Lebensm. Unters. Forsch., (196):522-525.
20. MATTIVI F., RENIERO F., KORHAMMER S. (1995b). *Isolation, characterization, and evolution in red wine vinification of resveratrol monomers* - J. Agric. Food Chem., (43,7):1820-1823.
21. MATTIVI F., NICOLINI G. (1997). *Analysis of polyphenols and resveratrol in Italian wines* - Biofactors, (6):445-448.
22. MATTIVI F. (1997). *I pigmenti antocianici della bacca nella chemiotassonomia della vite*. - Atti Convegno "Girolamo Molon. L'Ampelografia e la Pomologia", Milano 8 ottobre - Vicenza, 9 ottobre, O. Failla e L. Magliaretta ed., Biblioteca internazionale "La Vigna":239-269.
23. NESSI S., (1973). *La coltivazione della vite e la produzione del vino a Montefalco attraverso i secoli*. Spoletium, (18):31-38.
24. NICOLINI G., VERSINI G., AMADEI E. (1996). *Caratteristiche qualitative del vino MüllerThurgau del Trentino in relazione ad interventi di tecnica enologica*. Riv. Vitic. Enol. (49,2):37-57.
25. NICOLINI G., MATTIVI F., GIMENEZ MARTINEZ R., MALOSSINI U. (1998). *Importanza dei polifenoli dei vinaccioli nella composizione dei vini rossi del Trentino*. Riv. Vitic. Enol., (51,2):31-50.
26. PARONETTO L., MATTIVI F. (1999). *Il resveratrolo in enologia e applicazione dei raggi U.V.C. per aumentarne il tenore*. L'Enotecnico, (35,3):73-81.
27. RIGO A., VIANELLO F., CLEMENTI G., ROSSETTO M., SCARPA M., VRHOVŠEK U., MATTIVI F. (2000). *Contribution of the proanthocyanidins to the peroxy radical scavenging capacity of some Italian red wines*. J. Agric. Food Chem., (48,6):1996-2002.