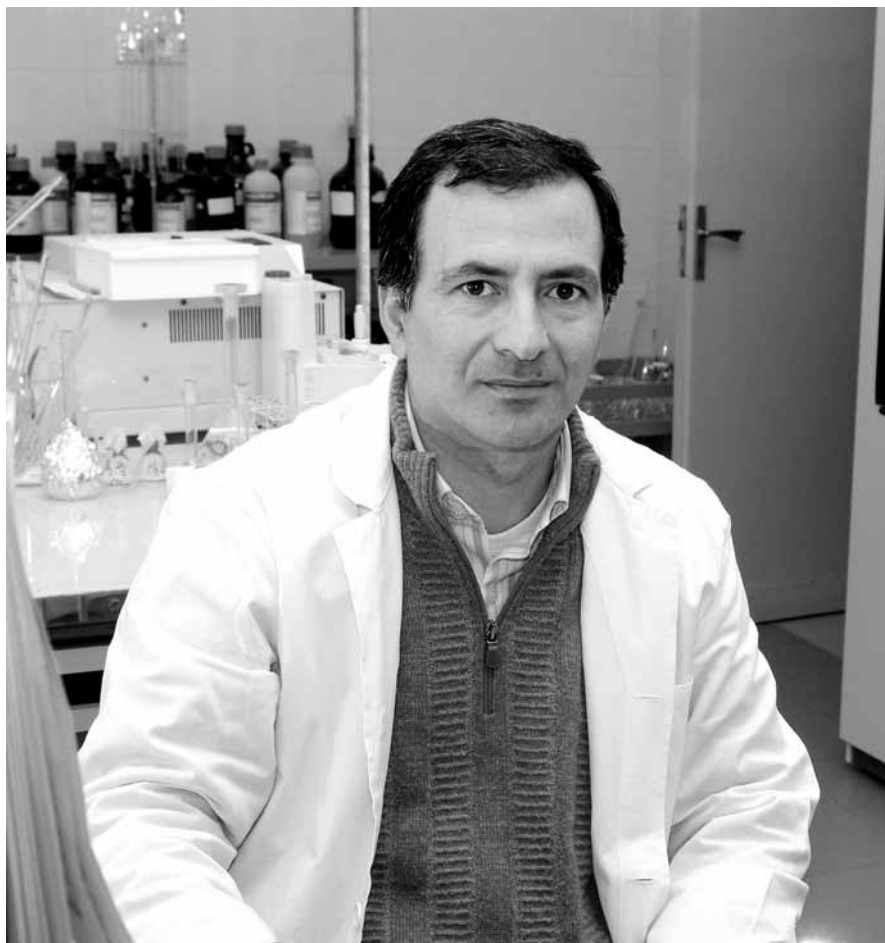


DOCUMENTO
TECNICO**Serafino Suriano
Raffaele Lovino
Grazia Ceci***CRA - Unità di ricerca per l'uva
da tavola e la vitivinicoltura
in ambiente mediterraneo
Cantina Sperimentale di Barletta*

S. Suriano

NERO DI TROIA: CINETICHE DI FERMENTAZIONE A CONFRONTO CON VARIE TECNICHE DI MACERAZIONE

Sono stati confrontati diversi sistemi di macerazione ed è stata seguita la fermentazione alcolica attraverso il rilevamento giornaliero dei principali parametri enologici. È stato osservato che i processi di estrazione della componente polifenolica e colorante sono risultati migliori nel tipo di macerazione a cappello sommerso.

Introduzione

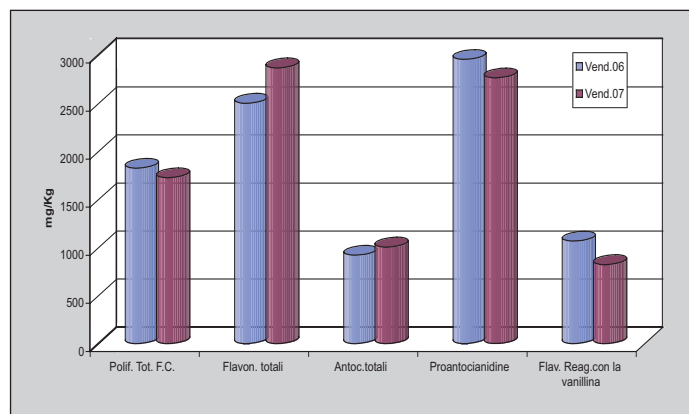
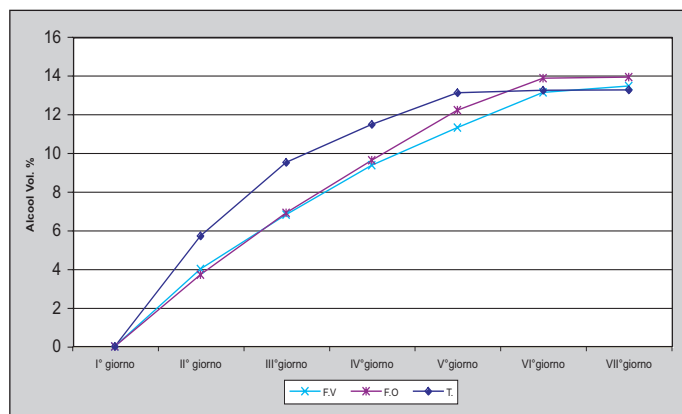
Durante la maturazione dell'uva, la bacca subisce una serie di modificazioni che portano ad un incremento del contenuto glucidico che viene immagazzinato prevalentemente nelle cellule della polpa, a una diminuzione dell'acidità dovuta all'assorbimento del potassio dal terreno e al consumo dell'acido malico. Inoltre si verificano l'idrolisi delle pectine con la diminuzione della durezza dell'acino, l'

aumento degli antociani nelle varietà a frutto colorato, un incremento delle dimensioni molecolari dei tannini della buccia con diminuzione dell'astringenza e la lignificazione del seme che riduce il rilascio delle sostanze polifenoliche (Di Stefano R. et al., 2000).

La maggior parte dei composti di interesse tecnologico presenti negli acini d'uva quali aromi, precursori aromatici e polifenoli sono localizzati nelle parti solide: buccia, polpa e vinaccioli.

La vinificazione in rosso ha come obiettivo la massima estrazione degli antociani dalle bucce e in quantità variabile dei tannini dalle bucce e dai semi in funzione della tipologia di vino che si intende produrre. Questi composti rappresentano importanti fattori di qualità e influiscono sulla maturazione e sulla resistenza dei vini nel tempo.

L'estrazione dei polifenoli dipende dalla varietà, dal grado di maturazione dell'uva, dalle dimensioni degli

Fig. 1 - Costituenti polifenolici delle bucce di "Uva di Troia" nelle due vendemmie**Fig. 2 - Cinetiche di fermentazione del mosto di uva Nero di Troia. Vendemmia 2007**

acini (Suriano S. et al., 2005), dalla durata nonché dalla frequenza delle follature o dei rimontaggi del mosto con le bucce e i semi durante la fermentazione. Le tecniche di vinificazione in rosso possono prevedere tempi più o meno lunghi di macerazione delle parti solide dell'uva nel mosto. Normalmente le macerazioni più lunghe vengono attuate per la produzione di vini da invecchiamento, mentre quelle più brevi per la produzione di vini di pronto consumo.

Le prime fasi della macerazione

Sin dalle prime fasi della macerazione si verificano i processi di dissoluzione degli antociani e dei tannini dalle bucce nel mosto. Durante la fermentazione alcolica, i lieviti trasformano gli zuccheri in alcol etilico e anidride carbonica. Quest'ultima spinge le parti soli-

de (vinacce) verso l'alto e nel giro di poco tempo si vengono a creare due distinte parti, una liquida in basso e una solida in alto costituita da bucce e vinacce che formano il cosiddetto cappello. Per favorire ed accelerare i processi di diffusione e di estrazione delle sostanze polifenoliche e aromatiche dalle vinacce, si devono eseguire periodicamente le operazioni di follatura e di rimontaggio. Si possono effettuare due tipi di macerazione, una a cappello emerso e l'altra a cappello sommerso: la prima, più utilizzata, consiste nel lasciare galleggiare le vinacce e per evitare che queste si asciugano e si inacidiscono, si operano con opportuna frequenza, follature con cui si affondano il cappello in modo manuale o automatico oppure con rimontaggi con cui il mosto/vino viene irrorato uniformemente sul cappello. La seconda macerazione quella a cappello sommerso prevede la pre-

senza di una griglia o di un dispositivo che consente alle vinacce di rimanere sempre sommerse nel mosto, impedendo così eventuali fenomeni di inacidimento. In queste condizioni la macerazione dura fino alla fine della fermentazione alcolica a volte si protrae oltre. Il rimontaggio, invece, consiste nello spillare il mosto/vino dal basso e nel farlo ricadere per mezzo di una pompa alla sommità del fermentino sullo strato di vinaccia galleggiante. Questa operazione può essere eseguita in presenza o in assenza di aria. Sia la follatura che il rimontaggio sono pratiche enologiche che consentono il contatto tra la fase solida (vinaccia) e quella liquida (mosto-vino) e vengono effettuate per i seguenti motivi:

- lisciviare le vinacce per estrarre le sostanze dalla frazione solida alla liquida (Spigno G., Faveri D. 1999);
- rimescolare e omogeneizzare la massa in modo da

avere analoghe concentrazioni in ogni sua parte di anidride solforosa, zuccheri, alcol e mantenere una temperatura pressoché uguale nel suo interno;

- idrolizzare le pectine e attivare gli enzimi che attaccano la parete cellulare delle bucce favorendo sia l'estrazione dei tannini a peso molecolare medio alto, sia l'estrazione degli antociani (Buccelli P. et al., 2005);
- arieggiare i mosti e rimescolare i lieviti nella massa in fermentazione, in modo da regolare meglio lo svolgimento della fermentazione e delle reazioni di condensazione dei composti fenolici.

Attualmente la macerazione e la fermentazione vengono effettuate in particolari contenitori chiamati fermentini. Si tratta di attrezzature realizzate generalmente in acciaio inox, in grado di effettuare in modo automatico e/o semiautomatico tutte le operazioni del processo di vinificazione, consentendo un notevole risparmio di mano d'opera e ottimizzando i tempi di lavoro. Questi fermentini possono essere costituiti da serbatoi a sviluppo verticale con rimontaggio automatico e controllato, oppure da serbatoi orizzontali rotanti con controllo dei cicli di lavorazione e della temperatura.

In questa esperienza è stata effettuata la vinificazione di uve Nero di Troia confrontando un fermentino a sviluppo verticale con uno orizzontale rotante che con-

Tab. 1 - Caratteristiche ponderali e analisi chimiche sul succo di 100 acini d'uva di Nero di Troia

Parametri		Vendemmia 2006	Vendemmia 2007
Peso medio bacca	g	2,53	2,86
Vinaccioli per bacca	n.medio	2,0	1,7
Peso medio vinaccioli per bacca	mg	38,0	46,5
incidenza vinaccioli-peso bacca	%	1,50	1,63
zuccheri riduttori	g/L	232,0	240,0
pH		3,7	3,9
Acidità totale	g/L	5,20	4,30
Acido tartarico	g/L	5,40	3,60
Acido malico	g/L	1,30	1,28

sente di tenere sempre immerso il "cappello" e con uno di tipo convenzionale. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di seguire il decorso della fermentazione alcolica, confrontando diversi sistemi di macerazione attraverso il rilevamento giornaliero dei principali parametri enologici.

Materiali e metodi

La prova sperimentale è stata condotta durante le vendemmie 2006 e 2007 presso l'Azienda Rivera di Andria (BA) e presso la Cantina Sperimentale di Barletta. Le uve utilizzate nelle prove provengono da un vigneto della varietà di Uva di Troia coltivate nel territorio del Nord barese rientrante nel comprensorio della Doc "Castel del Monte".

È stata studiata la composizione della materia prima, attraverso la determinazione degli indici globali di polifenoli della buccia e dei semi secondo le metodologie riportate da Di Stefano et al., (1991).

Nella vendemmia 2007 sono state confrontate tre tecno-

logie di vinificazione:

– una di tipo convenzionale (Teste = T) svolta presso la Cantina Sperimentale di Barletta. Le uve sono state pigiate e diraspate, addizionate di 5 g/q di SO₂ e di 1,5 g di acido tartarico per Kg di uva, sono state introdotte in un serbatoio di acciaio ed ivi sottoposte a due follature giornaliere, ogni 12 ore e fino al termine della fermentazione;

– una innovativa a cappello sommerso (fermentino orizzontale = F.O.), impiegando un roto-vinificatore costituito da due serbatoi cilindrici orizzontali e concentrici. Quello interno forellato è riempito con il pigiato, che è tenuto sempre immerso nella fase liquida (mosto/vino). La frequenza e la durata della rotazione sono state programmate attraverso comandi elettronici e impostate nel seguente modo: ogni 3 ore una rotazione di 1 minuto con la minima velocità, una volta in un senso (2 giri) e la successiva nel senso opposto. In questo roto-vinificatore sono state introdotte le uve già pigiate diraspate e addizionate di 5 g/q di SO₂ e di 1,5 g di acido tartarico per Kg di uva;

– una con l'impiego di un

serbatoio cilindrico verticale (fermentino verticale = F.V.) in cui sono stati effettuati 2 rimontaggi al giorno per i primi due giorni di fermentazione, successivamente 3 rimontaggi e 1 delestage al giorno fino allo svolgimento dell'8-9% di alcol. Nei giorni successivi e fino al termine della macerazione si è proceduto con 1 rimontaggio e 1 delestage al giorno. Anche in questo caso le uve sono state inizialmente pigiate e diraspate, introdotte nel vinificatore e addizionate di 5 g/q di SO₂ e di 1,5 g di acido tartarico per Kg di uva.

Nella vendemmia 2006, la prova di vinificazione convenzionale è stata omessa mentre sono state eseguite le altre due con modalità analoghe a quelle che sono state precedentemente descritte.

I controlli analitici sono stati effettuati sui campioni di mosto durante la fermentazione e sui vini alla svinatura. È stato seguito il decorso fermentativo su tutte le tesi, prelevando giornalmente una campione di mosto, il quale è stato sottoposto a centrifugazione a 5.000 giri per 15 minuti. Sulla parte limpida sono state eseguite le analisi con analoghe modalità. Le analisi

Tab. 2 - Costituenti polifenolici delle uve Nero di Troia

		Vendemmia 2006	Vendemmia 2007
<i>Sull'estratto bucce</i>			
Polifenoli totali F.C.(+)catechina	mg/Kg acini	1825	1726
Flavonoidi totali (+)catechina	mg/Kg acini	2501	2868
Antociani totali come malvidina 3-glucoside)	mg/Kg acini	919	1004
Proantocianidine (come cianidina cloruro)	mg/Kg acini	2957	2765
Flavani reagenti con la vanillina(+)catechina	mg/Kg acini	1066	822
<i>Antocianine</i>			
Delfinidina 3-glucoside	%	3,1	2,2
Cianidina 3-glucoside	%	1,5	1,7
Petunidina 3-glucoside	%	4,6	4,1
Peonidina 3-glucoside	%	5,4	6,3
Malvidina 3-glucoside	%	32	34
Antociani acetati	%	24,1	25,4
Antociani p.cumarati	%	29,3	26,3
<i>Sull'estratto semi</i>			
Polifenoli totali F.C.(+)catechina	mg/Kg acini	1760	1498
Flavonoidi totali (+)catechina	mg/Kg acini	809	709
Proantocianidine (come cianidina cloruro)	mg/Kg acini	1530	1321
Flavani reagenti con la vanillina(+)catechina	mg/Kg acini	1188	1103
<i>Acidi idrossicinnamici (mosto)</i>	mg/Kg acini	175	198

Tab. 3 - Caratteristiche analitiche del mosto di uva Nero di Troia durante la fermentazione con il fermentino orizzontale

Parametri	17-10 2006	18-10 2006	19-10 2006	20-10 2006	21-10 2006	22-10 2006	23-10 2006	24-10 2006	25-10 2006
Densità	1,10370	1,08980	1,05875	1,03265	1,01290	1,00000	0,99835	0,99810	0,99790
Zucch.rid.(g/l)	230	182	171,6	74,5	31,4	6,4	3,4	3,4	2,4
pH	3,7	3,72	3,67	3,73	3,77	3,79	3,79	3,83	3,82
Ac. Totale (g/l)	5,17	5,83	11,1	6,84	6,7	6,26	5,98	6	6
Ac.Vol.(g/L)			0,24	0,38	0,38	0,4	0,37	0,4	0,4
Conduitt.(ms/cm)	2,85	3,02	3,07	3,25	3,25	3,23	3,25	3,2	3,23
Inten.Col.	3,05	4,65	8,5	12,65	13,8	15,2	14,59	14,21	14,1
Antociani (mg/l)	88	163	370	607	726	735	735	733	690
Polifenoli (mg/l)	641	916	1518	2235	2753	3079	3248	3250	3301
Alcol svolto (% Vol)		2,9	3,5	9,33	11,92	13,4	13,62	13,65	13,74
Estr.Tot (g/L)		245,2	166,1	117,6	74,3	45,7	41,2	41,1	41

chimico-fisiche eseguite secondo i metodi ufficiali Ce (1990) hanno riguardato: il grado alcolico, il contenuto zuccherino, l'estratto totale, l'acidità volatile e il pH. I polifenoli totali, il contenuto di antociani totali, l'intensità colorante e la tonalità colorante sono stati determinati per spettrofotometria seguendo i metodi indicati da Di Stefano R. et al. (1989).

A fermentazione ultimata, sui vini sono stati determinati gli indici dei polifenoli totali, dei flavani reagenti alla vanillina e delle proantocianidine. Inoltre è stato effettuato lo studio sulla scomposizione dell'assorbanza a 520 nm in funzione del contributo dato dagli antociani monomeri (dAl%), dai pigmenti sensibili alla SO₂ (dAT%) e da quelli non sensibili all'azione decorante della SO₂ (dTAT%).

Risultati e discussioni

Parametri fondamentali e costituenti fenolici delle uve Nero di Troia.

Nella Tab. 1 sono riportati i dati ponderali delle uve e le caratteristiche analitiche del succo di 100 acini di uva Nero di Troia.

I parametri legati al peso medio acino, al peso medio dei vinaccioli e all'incidenza dei vinaccioli sul peso della bacca sono risultati superiori nella vendemmia 2007 rispetto a quella precedente. Viceversa, i parametri legati al grado di maturazione hanno evidenziato un andamento opposto a quello dei caratteri ponderali delle uve.

Il contenuto in zuccheri riduttori e la forza acida sono risultati superiori nelle uve

della vendemmia 2006 rispetto a quella del 2007. A causa del pH elevato e dell'acidità totale bassa, nel 2007 è stato necessario acidificare la massa prima dell'inizio della fermentazione mediante aggiunta di 1,5 g di acido tartarico per Kg di uva.

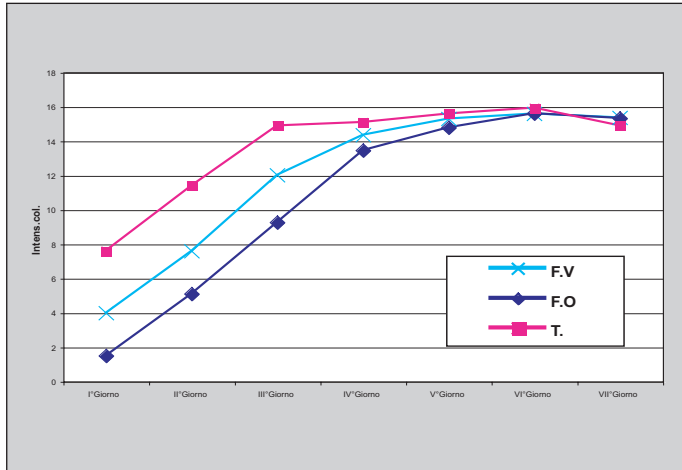
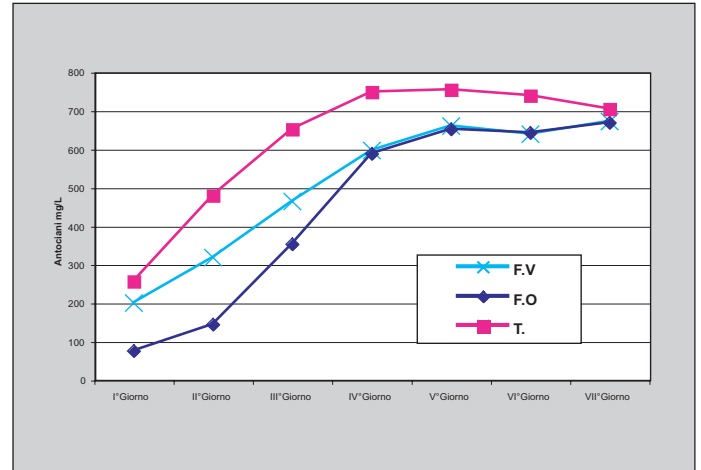
La dotazione dei costituenti polifenolici delle uve è riportata nella Tab. 2.

Nel 2007, il contenuto in antociani totali delle bucce 1004 mg/Kg di uva e quello dei flavonoidi totali 2868 mg/Kg sono risultati superiori rispetto all'annata precedente. Al contrario, il contenuto di proantocianidine (1965 mg/Kg) e di flavani reagenti alla vanillina (822 mg/Kg di uva) sono risultati più bassi rispetto alla vendemmia 2006 (Fig. 1). In entrambi gli anni, comunque, le bucce delle uve han-

no presentato una buona dotazione sia in antociani che in tannini. Anche i semi sono risultati abbastanza forniti in costituenti fenolici. In particolare modo il contenuto dei flavani reagenti alla vanillina è risultato maggiore rispetto ai corrispondenti composti presenti nelle bucce. Tali composti sono tannini a basso peso molecolare, che si ritengono molto reattivi specie nei confronti delle proteine e come tale possono conferire al gusto un'elevata astringenza. Infine, il profilo antocianico dell'uva è risultato pressoché costante nei due anni ed è stato caratterizzato dalla più elevata percentuale di malvidina 3-glucoside che ha prevalso sulle altre antocianine con valori del 32% e del 34%, seguita dagli antociani p-cumarati e dagli acetati. Pertanto, ancora una

Tab. 4 - Caratteristiche analitiche del mosto di uva Nero di Troia durante la fermentazione nel fermentino verticale

Parametri	17-10 2006	18-10 2006	19-10 2006	20-10 2006	21-10 2006	22-10 2006	23-10 2006	24-10 2006	25-10 2006
Densità	1,10865	1,07760	1,04395	1,10168	0,99675	0,99635	0,99635	0,99630	0,99625
Zucch.rid.(g/l)	241,7	175	106,5	48,5	3	2,8	2,8	2,6	2,4
pH	3,73	3,68	3,68	3,69	3,76	3,76	3,78	3,81	3,8
Ac. Totale (g/l)	4,8	8,2	8,06	7,3	6,6	6,55	5,9	6,12	5,98
Ac.Vol.(g/L)			0,35	0,35	0,38	0,38	0,38	0,38	0,4
Conduitt.(ms/cm)	2,79	2,99	3,03	3,03	3	2,98	2,98	2,98	2,99
Inten.Col.	3,66	5,95	9,07	11,48	11,86	12,04	11,85	11,53	11,34
Antociani (mg/l)	114	239	401	540	590	591	581	597	562
Polifenoli (mg/l)	696	1334	1781	2264	2417	2679	2643	2700	2806
Alcol svolto (% Vol)		4,03	8,12	11,6	14,4	14,45	14,45	14,5	14,5
Estr.Tot (g/L)		217,2	143,3	83,5	39,6	39,5	39,5	38,8	38,8

Fig. 3 - Evoluzione dell'intensità colorante durante la macerazione. Vendemmia 2007**Fig. 4 - Estrazione degli antociani durante la macerazione. Vendemmia 2007**

volta, si evidenzia che il profilo antocianico risulta legato alla componente genetica della varietà.

2006: cinetiche di fermentazione

Evoluzione dei principali composti chimici e fenolici durante la fermentazione (vendemmia 2006).

Nelle Tab. 3 e 4 sono riportati i risultati analitici del mosto/vino nel corso della fermentazione sia del fermentino orizzontale (F.O) che di quello verticale (F.V.).

Entrambi i mosti hanno evidenziato un contenuto glucidico iniziale abbastanza elevato e leggermente differente tra loro. Il più importante aspetto della fermentazione del mosto è la trasformazione degli zuccheri in alcol etilico ad opera dei lieviti. Osservando i dati, si rileva che la fermentazione è stata molto più veloce nel fermentino verticale rispetto a quello orizzontale. Infatti, nel F.V. già al 4° giorno l'80% degli zuccheri sono stati fermentati e al 5° giorno sono stati quasi completamente esauriti e il vino ha presentato una gradazione alcolica di 14,4%. La fermentazione è stata più regolare nel F.O.: al 4° giorno gli zuccheri trasformati sono stati del 67,6% e al 7° giorno sono stati quasi completamente fermentati.

Alla fine del processo fer-

mentativo la gradazione alcolica è risultata leggermente più alta nel F.V. a causa del più elevato contenuto zuccherino del mosto. È noto che il processo fermentativo è strettamente correlato allo sviluppo dei lieviti, alla temperatura, alla presenza di ossigeno, alla presenza dei fattori di crescita e spesso risulta condizionato dalle modalità di macerazione. Una fermentazione più regolare è auspicabile ai fini di una migliore estrazione delle componenti solide della buccia e delle sostanze aromatiche dell'uva. Alla svinatura, che è stata eseguita al 9° giorno, i vini dei due fermentini hanno presentato un identico residuo zuccherino, che rappresenta la frazione non fermentescibile.

Inizialmente, entrambi i mosti hanno presentato un pH alto e un'acidità totale bassa (tipico del Nero di Troia). Con l'innescarsi del processo fermentativo si è verificato un abbassamento del pH, che è risultato più accentuato nel mosto del F.V. e più ridotto nel mosto del F.O. Conseguentemente il tenore in acidità totale è aumentato nel momento in cui si è verificato una diminuzione del pH. In seguito, durante lo svolgimento della fermentazione, si è riscontrato un leggero incremento del pH fino al termine della fermentazione, dovuto alla salificazione degli acidi organici e in particolar modo dell'acido tartarico da parte

dei principali cationi estratti dal mosto/vino.

La conduttività rappresenta l'espressione quantitativa dell'attitudine di un conduttore (in questo caso il mosto) ad essere percorso da corrente elettrica ed è l'inverso della resistenza elettrica. Questo parametro è funzione delle differenti specie ioniche presenti nel mosto (principalmente potassio) ed è correlato anche al pH, alla densità, al tenore zuccherino e al grado alcolico. Per l'esattezza, la conduttività aumenta con l'aumentare del pH e con il diminuire della densità come conseguenza della riduzione del contenuto zuccherino. L'alcol risulta di ostacolo al passaggio della corrente elettrica. Inizialmente i valori della conduttività sono risultati bassi e diversi per entrambi i mosti, però l'evoluzione di questi valori, nel corso della fermentazione, è risultata analoga. Le diminuzioni del pH verificatesi nel secondo giorno (F.V.) e nel terzo (F.O), non sono state tali da giustificare un abbassamento della conduttività. In realtà, i valori di questa sono aumentati a causa della riduzione della densità e del tenore zuccherino. Successivamente, con l'esaurimento degli zuccheri fermentescibili e con il prevalere dell'alcol, si è verificata una leggera diminuzione e stabilizzazione dell'indice della conduttività.

Sia gli antociani che l'in-

Tab. 5 - Caratteristiche analitiche del mosto di uva Nero di Troia durante la fermentazione nella tesi convenzionale

Parametri	29-09-2007	30-09-2007	01-10-2007	02-10-2007	03-10-2007	04-10-2007	05-10-2007
Densità	1,09505	1,0653	1,032	1,00880	0,99910	0,99975	0,99515
Zucch.rid. (g/L)	228,9	130	83,1	26	9,6	3,1	3,0
pH	3,65	3,68	3,72	3,79	3,82	3,84	3,87
Ac. Totale (g/l)	5,1	6,2	6,5	6,2	5,9	5,7	5,7
Ac.Vol.(g/L)			0,3	0,38	0,38	0,39	0,39
Conduitt.(ms/cm)	2,66	2,68	2,76	2,78	2,67	2,54	2,45
Inten.Col.	7,61	11,4	14,9	15,1	15,6	15,94	14,9
Antociani (mg/L)	257	480	652	749	755	740	705
Polifenoli (mg/L)	494	1224	1924	2450	2920	3034	3044
Alcol svolto (% Vol)		5,7	9,5	11,47	13,1	13,23	13,25
Estr.Tot (g/L)		191	116,5	62,4	44,8	33,9	32,3

tenosità colorante sono correlati positivamente tra loro, all'aumentare del primo aumenta il secondo. Durante la macerazione e la fermentazione dei mosti nel F.O. entrambi gli indici sono aumentati e hanno raggiunto il più alto valore al 5° giorno del processo estrattivo, per poi diminuire nei tre giorni successivi. Anche per i mosti del F.V. entrambi gli indici, sebbene in modo più contenuto, sono aumentati regolarmente fino al 5° giorno, per poi diminuire successivamente. La diminuzione, molto probabilmente, si è verificata sia in seguito ai processi di assorbimento degli antociani sulla parete cellulare dei lieviti sia al loro trascinarsi operato dal bitartrato di potassio durante la precipitazione. Il giorno prima della svinatura, avvenuta il 25 di Ottobre, i vini prodotti con il F.O. hanno presentato valori

di intensità colorante e di antociani totali rispettivamente di 14,1 e di 690 mg/L; mentre per i vini prodotti con il F.V. i valori sono stati rispettivamente di 11,34 e 562 mg/L di antociani. La maggiore estrazione riscontrata nei vini del F.O. è stata di oltre il 24% per gli antociani e di circa il 20% per l'intensità colorante rispetto agli omologhi vini del F.V.

I polifenoli totali estratti dalle bucce e dai semi sono aumentati con il procedere della fermentazione sino alla fine della macerazione. Il processo di estrazione è risultato regolare in entrambi i vinificatori. Inizialmente il contenuto dei polifenoli è stato maggiore nel mosto del F.V. rispetto a quello del F.O.; successivamente la situazione si è invertita e questi sono risultati più elevati nei vini del F.O.. Il giorno prima della svinatura, i vini

ottenuti con il F.O. hanno presentato un tenore di polifenoli totali di 3301 mg/L contro i 2806 mg/L di quelli prodotti con il F.V.

2007: cinetiche di fermentazione

Evoluzione dei principali composti chimici e fenolici durante la fermentazione (vendemmia 2007).

Nelle Tab. 5, 6 e 7 sono riportati i risultati analitici del mosto/vino nel corso delle fermentazioni relative alle tre tesi messe a confronto: - vinificazione con il F.O. - vinificazione con il F.V. - vinificazione convenzionale - Teste (T).

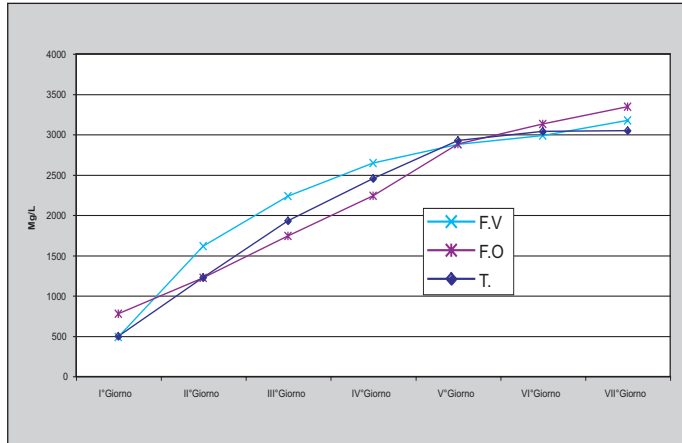
Poiché sono state utilizzate uve provenienti dallo stesso vigneto e vendemmate lo stesso giorno, il valore della densità e il contenuto degli zuccheri riduttori sono risultati pressoché

uguali nelle tre tesi a confronto. Il decorso fermentativo è stato più regolare e quasi simile nei due fermentini e leggermente diverso e più veloce nel T. (Fig. 2). Le fermentazioni sono iniziate il giorno successivo all'ammestramento delle uve, ovvero il primo giorno di macerazione ed hanno avuto una durata di sette giorni.

Il Teste ha presentato un rapido inizio della fermentazione, al 3° giorno ha raggiunto 9,5% di alcol e al 5° giorno quasi tutti gli zuccheri sono stati fermentati; successivamente la fermentazione ha continuato molto più lentamente, arrivando alla svinatura con un contenuto zuccherino residuo simile alle altre tesi e con una gradazione alcolica di 13,25% Vol.. Viceversa, le fermentazioni delle altre due tesi (F.O. e F.V.), hanno presentato un andamento più regolare: al 3° giorno en-

Tab. 6 - Caratteristiche analitiche del mosto di uva Nero di Troia durante la fermentazione con il fermentino orizzontale

Parametri	29-09-2007	30-09-2007	01-10-2007	02-10-2007	03-10-2007	04-10-2007	05-10-2007
Densità	1,0965	1,07225	1,0494	1,03000	1,00740	0,99655	0,99515
Zucch.rid. (g/L)	234,1	172	118,0	74,6	27	3,8	3,0
pH	3,5	3,53	3,66	3,73	3,79	3,82	3,86
Ac. Totale (g/l)	5,1	6,5	6,6	6,3	6,15	6,23	6,15
Ac.Vol.(g/L)			0,28	0,32	0,35	0,39	0,39
Conduitt.(ms/cm)	2,4	2,43	2,51	2,52	2,58	2,6	2,56
Inten.Col.	1,5	5,1	9,27	13,47	14,79	15,61	15,34
Antociani (mg/L)	76	145	354	589	652	643	669
Polifenoli (mg/L)	774	1220	1736	2234	2876	3126	3342
Alcol svolto (% Vol)		3,7	6,9	9,62	12,2	13,85	13,9
Estr.Tot (g/L)		202	153	111,9	61	37,5	34,1

Fig. 5 - Estrazione dei polifenoli durante la macerazione. Vendemmia 2007

trambi i mosti hanno raggiunto quasi lo stesso valore 6,9% - 6,8% di alcol, nei tre giorni successivi il mosto del F.O. ha svolto una maggiore quantità di alcol rispetto al mosto del F.V. e alla fine del 6° giorno gli zuccheri si sono esauriti e la gradazione alcolica è risultata rispettivamente di 13,9% Vol. per il F.O. e di 13,45% Vol. per il F.V.

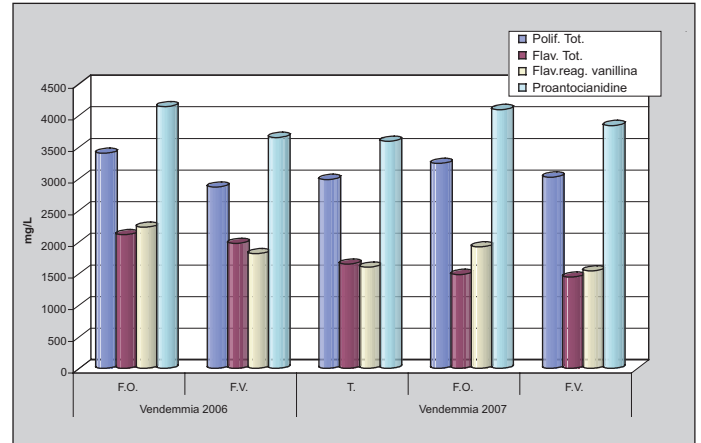
Poiché le uve presentavano un pH elevato, si è deciso anche in questa vendemmia di acidificare tutte le tesi, con 1,5 g/kg di uva di acido tartarico. Con l'inizio del processo fermentativo si è verificato un abbassamento iniziale del pH soltanto nel mosto del F.V., successivamente ha subito un incremento lento e graduale fino a raggiungere un valore di pH 3,73. I mosti delle altre due tesi, invece, hanno evidenziato un andamento diverso. Entrambi i valori del pH sin dal primo giorno di macerazione hanno iniziato ad aumentare e alla fine della fermentazione, i vini hanno presentato valori pressoché uguali. Il più basso valore di pH riscontrato nel F.V. all'inizio della fermentazione può essere attribuito ai rimontaggi che non hanno ben omogeneizzato l'intera massa.

L'acidità volatile è risultata crescente nell'ambito di una produzione fisiologica dovuta ai lieviti ed è stata abbastanza contenuta alla fine della macerazione con valori pressoché simili nelle

tre tesi a confronto.

Sin dal primo giorno della macerazione, la conducibilità elettrica è aumentata con regolarità nei mosti del F.O. e della tesi T. L'aumento è stato dovuto alla riduzione del contenuto zuccherino e all'innalzamento graduale del pH. Infatti, l'aumento della conducibilità si è ridotto e ha iniziato a stabilizzarsi con la scomparsa degli zuccheri fermentescibili e con la presenza dell'alcol che ha rappresentato un ostacolo al passaggio della corrente elettrica. La conducibilità si è evoluta in modo diverso nel F.V. Infatti, i valori di questo parametro, nei primi tre giorni di macerazione, sono diminuiti in quanto nello stesso momento si è verificato un abbassamento di pH. In questo caso la riduzione della densità e quindi degli zuccheri, che avrebbero dovuto favorire una maggiore conducibilità, è risultata di efficacia inferiore rispetto a quello della riduzione del pH, perché evidentemente la correlazione esistente tra quest'ultimo parametro e la conducibilità risulta più forte degli altri precedentemente detti. La correlazione tra pH e conducibilità è alta ed è positiva, al diminuire del pH diminuisce la conducibilità e così in caso di aumento dell'uno aumenta anche l'altro.

L'evoluzione degli antociani e dell'intensità colorante durante la macerazione sono ben rappresentate nelle Figg. 3 e 4.

Fig. 6 - Costituenti polifenolici dei vini dopo svinatura

L'estrazione degli antociani e le variazioni dell'intensità colorante sono risultate più evidenti nel mosto della vinificazione convenzionale rispetto a quelle dei mosti delle altre tesi. Tali variazioni hanno risentito del decorso fermentativo che è stato più tumultuoso nella prova convenzionale. La rapida trasformazione degli zuccheri ha provocato un maggior sviluppo di calore e conseguentemente un aumento delle temperature, determinando una più rapida e maggiore estrazione delle sostanze coloranti presenti nelle bucce. In questa tesi, la concentrazione degli antociani e l'intensità colorante, sono aumentate rapidamente nei primi quattro giorni di macerazione per poi decrescere. Nella tesi del F.O., il tenore degli antociani totali è risultato più basso e l'aumento è stato più lento della tesi del F.V. A partire dal 4° giorno, il valore degli antociani nei mosti della tesi del F.O. è aumentato e dal 6° giorno in poi tale valore ha uguagliato quello della tesi del F.V. (669 mg/L - 673mg/L). Alla fine della macerazione, nella tesi convenzionale, sebbene il valore degli antociani totali sia risultato maggiore rispetto alle altre due tesi, quello relativo all'indice dell'intensità colorante è risultato inferiore, forse a causa di un diverso grado di polimerizzazione degli antociani con i flavani.

L'evoluzione dei polife-

noli totali è rappresentata nella Fig. 5.

I mosti delle tre tesi si sono arricchiti di tali composti con il procedere della fermentazione, sino al momento della svinatura. Inizialmente l'intensità di estrazione dei polifenoli è stata più rilevante nella tesi del F.V. rispetto alle altre due, per poi subire un rallentamento fino alla svinatura. L'ultimo giorno di macerazione il vino del F.O. ha presentato un tenore di polifenoli totali di 3342 mg/L, più alto degli altri vini.

Composizione fenolica/cromatica

Caratteristiche fenoliche e indici cromatici dei vini dopo svinatura.

La composizione fenolica e cromatica dei vini delle rispettive tesi è stata riportata nella Tab. 8.

Dall'esame di questa tabella si osserva che tutti i vini hanno mostrato una buona dotazione in sostanze polifenoliche. È evidente che le uve di entrambe le vendemmie hanno conseguito un'ottima maturità fenolica. Pertanto, le differenze riscontrate tra i vini delle varie prove sono state attribuite principalmente alla diversa tecnica di conduzione della vinificazione.

Un primo confronto tra i diversi vini è stato effettuato attraverso i dati relativi ai polifenoli totali, ai flavonoidi totali, alle proantocianidi-

Tab. 7 - Caratteristiche analitiche del mosto di uva Nero di Troia durante la fermentazione con il fermentino verticale

Parametri	29-09-2007	30-09-2007	01-10-2007	02-10-2007	03-10-2007	04-10-2007	05-10-2007
Densità	1,09550	1,0693	1,0466	1,02340	1,01410	0,99870	0,99460
Zucch.rid. (g/L)	230	161	117,0	74,6	40	4	2,9
pH	3,71	3,66	3,61	3,65	3,65	3,69	3,73
Ac. Totale (g/l)	4,5	5,8	6,8	6,45	6,3	6,5	6,45
Ac.Vol.(g/L)			0,28	0,39	0,35	0,36	0,38
Conduitt.(ms/cm)	2,7	2,56	2,42	2,37	2,23	2,33	2,34
Inten.Col.	4	7,6	12,02	14,36	15,3	15,6	15,37
Antociani (mg/L)	201	319	465	597	661	640	673
Polifenoli (mg/L)	483	1612	2230	2641	2872	2984	3170
Alcol svolto (% Vol)		4	6,8	9,35	11,3	13,12	13,45
Estr.Tot (g/L)		195	146	93,7	75,6	41,1	31,5

ne e ai flavani reagenti alla vanillina.

Nella Fig. 6 è evidenziata una netta prevalenza dei composti fenolici nel vino ottenuto dal F.O. rispetto a quello ottenuto dalle altre prove. Infatti, nella vendemmia 2006, il tenore dei polifenoli totali del vino del F.O. ha presentato un contenuto del 16% in più rispetto al vino del F.V.; mentre nel-

la vendemmia successiva i polifenoli totali hanno presentato un contenuto dell'8% in più rispetto alla tesi T. e del 7% in più rispetto al F.V.

Nel 2007 il tenore in proantocianidine del vino del F.O. ha evidenziato un contenuto del 12,3% e del 6,2% in più rispetto al vino della tesi convenzionale e del F.V. Nei confronti dei flava-

ni reagenti alla vanillina, la tesi tradizionale è risultata prevalere sulle altre.

Le intensità coloranti, gli antociani totali e monomeri sono ben evidenziati in Fig. 7.

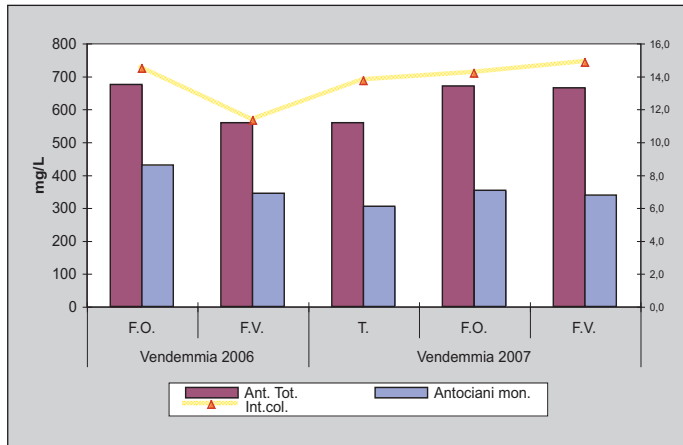
Anche per questi indici, le differenze si rilevano in entrambe le annate con effetto positivo più evidente nel 2006 per i vini del F.O. Nella vendemmia 2007, seb-

bene gli antociani totali e monomeri sono risultati leggermente superiori nel vino del F.O. rispetto al vino del F.V., l'intensità colorante del vinificatore verticale ha prevalso su quella del vinificatore orizzontale. Il vino della prova convenzionale ha presentato i più bassi contenuti in antociani totali e monomeri.

I processi di estrazione

Tab. 8 - Composizione polifenolica e indici cromatici dei vini dopo svinatura

Parametri	Vendemmia 2006			Vendemmia 2007		
	Fermentino Orizzontale	Fermentino Verticale	Testimone	Fermentino Orizzontale	Fermentino Verticale	
Polifenoli totali F.C. (+ catechina)	mg/L	3400	2865	2984	3238	3021
Flavonoidi totali (+ catechina)	mg/L	2112	1975	1483	1442	
Flavonoidi non antocianici (+ catechina)	mg/L	1260	994	836	512	474
Flavani reag. vanillina (+ catechina)	mg/L	2230	1812	1599	1919	1541
Proantocianidine (come cianidina cloruro)	mg/L	4136	3650	3589	4090	3838
pH		3,84	3,82	3,95	3,87	3,73
SO2 libera	mg/L	0,5	0,5	1,6	0,5	0,5
Antociani totali	mg/L	675	558	559	670	665
Antociani monomeri	mg/L	430	344	305	353	339
ampiezza banda ant. tot.	nm	68,0	69,0	63,0	60,0	59,0
ampiezza banda ant. mon.	nm	66,0	66,0	48,0	45,0	42,0
_ max ant. totali	nm	541,0	540,0	541,0	541,0	540,5
_ max ant. monomeri	nm	540,0	540,0	533,0	533,0	533,5
Tonalità del colore 420/520		0,48	0,51	0,56	0,52	0,50
Intensità del colore 420 + 520	P.O.1cm	14,47	11,30	13,71	14,18	14,83
Intensità del colore 420 + 520 + 620 (E420 - E520) / E420 tal quale	P.O.1cm	15,77	12,40	15,81	16,38	16,83
dAL pH vino	%	26,4	25,2	14,4	17,0	17,0
dAT pH vino	%	65,8	64,9	51,9	65,2	68,7
dTAT pH vino	%	7,8	9,9	33,7	17,8	14,3
dAL pH 0	%	75,2	67,9	40,1	40,4	40,5
dAT pH 0	%	18,4	25,3	51,9	51,0	50,5
dTAT pH 0	%	6,4	6,8	8,0	8,6	9,0

Fig. 7 - Intensità colorante, antociani totali e monomeri nei vini a fine fermentazione

della componente polifenolica e colorante sono risultati migliori nel vinificatore orizzontale rotante. Le vinacce sempre immerse nel mosto durante la fermentazione e il loro continuo rimescolamento hanno permesso un maggior ricambio della fase liquida a contatto con le bucce. Ciò ha consentito una migliore dissoluzione delle sostanze tanniche e coloranti delle cellule della buccia nella fase liquida rappresentata in un primo momento dal mosto e poi dal vino. Poiché l'intensità colorante del vino del F.V. è stata superiore a quella del F.O., nonostante gli antociani fossero inferiori, è possibile che siano entrati in gioco quei fenomeni di co pigmentazione che hanno esaltato l'aspetto visivo del colore.

La presenza, le modalità di estrazione e di polimerizzazione di alcune sostanze fenoliche ed incolore (catechina, epicatechina, quercetina ecc..) che hanno agito come copigmenti, sono risultati più efficaci sul colore finale nel F.V. anziché nel F.O.

Nella Fig. 8 è stata riportata la percentuale dei pigmenti che hanno contribuito alla determinazione dell'assorbanza a 520 nm a pH del vino.

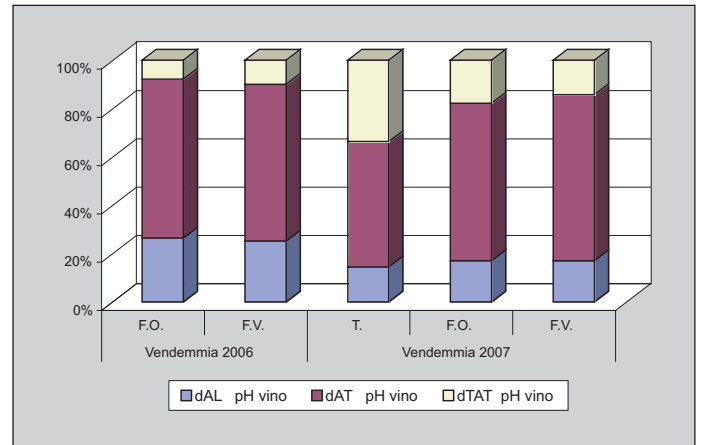
Nel 2006, nei vini delle due tesi a confronto, non sono state rilevate differenze di rilievo; mentre risultano più evidenti le differenze fra i costituenti che hanno contribuito alla scomposizione del

colore dei vini nella vendemmia successiva. Infatti, il vino della tesi che è stato prodotto con tecnologia convenzionale ha presentato una percentuale di pigmenti dTAT del 33,7%, doppia rispetto ai vini ottenuti dal F.V. e dal F.O., i quali hanno presentato rispettivamente valori di 14,3% e di 17,8%. Conseguentemente i valori di dAl e di dTA sono risultati più bassi nel vino della tesi T. Pertanto, sembra che questo vino già nei primi stadi di produzione, sia andato incontro a processi di invecchiamento più accelerati rispetto agli altri due. Molto probabilmente il decorso fermentativo più energico e rapido ha determinato un aumento delle temperature che ha provocato una più rapida polimerizzazione delle sostanze polifenoliche.

Considerazioni conclusive

In due vendemmie successive sono state condotte prove sperimentali di vinificazioni in rosso, mettendo a confronto tecnologie di macerazione differenti.

Il decorso fermentativo è stato più rapido e vigoroso nella prova convenzionale rispetto alla tesi del F.O e del F.V. Risulta perciò evidente che nella tesi T, la trasformazione veloce degli zuccheri ha provocato un aumento delle temperature favorendo così i fenomeni di dissoluzio-

Fig. 8 - Scomposizione dell'assorbanza a 520 nm a pH del vino

ne e di estrazione della materia colorante. Conseguentemente, alla fine della macerazione, i vini della tesi convenzionale hanno raggiunto un contenuto in antociani totali e un indice di intensità colorante maggiore degli altri vini. Successivamente, dalle ultime fasi della macerazione a dopo la svinatura, in seguito ai fenomeni di adsorbimento degli antociani sulle bucce e sui lieviti e alle precipitazioni degli stessi con il bitartrato di potassio, tali indici hanno subito un decremento nel vino della tesi convenzionale e, viceversa, un incremento negli altri due. Dopo la svinatura, la tecnica di macerazione a cappello sommerso, ha dato risultati migliori nei confronti delle altre due tesi, decisamente più alti rispetto al Teste e un po' meno rispetto al F.V.

Infatti, il contenuto in polifenoli totali, in sostanze tanniche e in antociani totali è risultato complessivamente superiore nei vini prodotti nel F.O. L'estrazione ritardata, ma lenta e continua dei tannini e degli antociani dalle bucce, ha favorito le reazioni di polimerizzazione che hanno coinvolto l'acetaldeide, gli antociani e i flavani, evidenziando così risultati positivi per i vini dei due Fermentini. ■

Bibliografia

Buccelli P., Piracci A., Faviere V., Riannetti F., Scotti B., Cichelli A. (2005) - Estrazione del colore da uve nere e vinificazione con tannini ed enzimi

diversi. *Imbottigliamento*, XXVIII, 3, 40-45.

Di Stefano R., Borsa D., Bosso A., Moruno E.G. (2000) - Sul significato e sui metodi di determinazione dello stato di maturità dei polifenoli. *L'Enologo*, XXXVI, 12, 73-76.

Di Stefano R., Cravero M.C. (1989) - Metodi per lo studio dei polifenoli del vino. *L'Enotecnico* XXV, 5, 81-89.

Di Stefano R., Ummarino I., Gentilizi N., Follis R. (2002) - Evoluzione della componente polifenolica di uve da cultivar diverse durante la maturazione. *L'Enologo*, XXXVIII, 10, 81-96.

Di Stefano R., Gentilini N. (1995) - Estrazione dei composti fenolici dalle parti solide dell'uva. *Atti Acc.Vite e Vino*, 47, 83-89.

Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea (1990). Regolamento CEE n.2676/90 della Commissione del 17/9/90 che determina i metodi di analisi comunitari da utilizzare nel settore del vino.

Lambri M., Pagella C. (2001) - Processi di vinificazione in rosso: tecniche innovative di macerazione. *Industrie delle Bevande* - XXX, Dicembre, 595-600.

Spigno G., De Faveri D.M. (1999) - Aspetti tecnico-economici dei vinificatori. *Industrie delle bevande* - XXVIII, Settembre, 353-358.

Suriano S., Tarricone L., (2006) - Confronto tra cloni e biotipi di Nero di Troia coltivati nel Nord Barese: risultati di un biennio di ricerche. *Vignevini*, XXXIII 11, 93-100.

- Suriano S., Tarricone L., Savino M., Rossi M.R. (2005) - Caratterizzazione fenolica di uve di Aglianico e Uva di Troia coltivate nel Nord Barese. *L'Enologo*, XLI, 12, 71-79.