

DOCUMENTO
TECNICO**¹Antonietta Baiano****²Antonio De Gianni****²Gabriella Varva****³Ilaria Viggiani****³Carmela Terracone****⁴Matteo Alessandro
Del Nobile**

¹Ricercatrice Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente. - Università di Foggia

²Dottorando in Biotecnologie dei Prodotti Alimentari Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente - Università di Foggia

³Titolare di Borsa di Studio Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente - Università di Foggia

⁴Ordinario Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente. - Università di Foggia



A. Baiano

AFFINAMENTO IN ANFORE DI TERRACOTTA DI UN FIANO PASSITO OTTENUTO CON CRIOMACERAZIONE

Si fa presto a dire 'affinamento in anfora'. Le modalità di produzione e le caratteristiche finali di porosità e permeabilità delle terrecotte influiscono sulle caratteristiche chimico-fisiche dei vini in corso di affinamento in maniera così cospicua da portare all'ottenimento di prodotti assolutamente differenziati pur partendo dallo stesso vino base.

Introduzione

Tra gli scopi principali della vinificazione e dell'affinamento sono da annoverare il conseguimento ed il mantenimento di elevate proprietà organolettiche esaltando, dove presente, il potenziale enologico delle uve o realizzando prodotti sensorialmente attraenti, nel caso di uve neutre (1). In un tale contesto, l'obiettivo può essere perseguito combinando tecnologie di produzione e sistemi di maturazione/invecchiamento innovativi.

La macerazione pre-fermentativa a freddo, la cosiddetta criomacerazione o immersione a freddo, è stata ampiamente utilizzata nella produzione di vini bianchi al fine di favorire l'estrazione dei composti aromatici dalle uve. Recentemente, questa tecnologia è stata impiegata anche nella produzione di vini rossi per migliorare l'estrazione di pigmenti ed aromi dalle bucce (2, 3, 4, 5). Il ghiaccio secco (anidride carbonica solida) è il criogeno più usato per abbassare la temperatura. Esso pro-

voca il congelamento delle bucce e la conseguente rottura cellulare che, a sua volta, favorisce il rilascio e la solubilizzazione di precursori d'aroma, molecole odorose e composti fenolici. Inoltre, il ghiaccio secco provoca uno shock termico che rapidamente raffredda il mosto, rallenta l'attività degli enzimi polifenolossidasi e, sublimando, crea una cortina di gas sul mosto, proteggendolo dagli effetti negativi dell'ossigeno prima della fermentazione (3). La criomacerazione pre-fermentativa è

Fig. 1 - Anfore usate nella sperimentazione

quindi utilizzata principalmente per esaltare i caratteri varietali dei vini bianchi in quanto dà luogo a vini più equilibrati, aventi maggiori rotondità e corpo (3). L'effetto secondario è quello di incrementarne e contestualmente proteggerne il potenziale fenolico. La vinificazione in ambiente fortemente ridotto mediante l'impiego di metabisolfito e/o acido ascorbico prolunga, durante la fase pre-fermentativa, la protezione del mosto rispetto agli effetti negativi che l'ossigeno esercita sulla componente aromatica che su quella fenolica.

Negli ultimi anni, diversi ricercatori hanno dimostrato che l'affinamento del vino in presenza di fecce ne migliora le caratteristiche organolettiche, incrementandone il corpo ed intensificando il profilo aromatico, riduce l'intorbidamento proteico nei vini bianchi, protegge rispetto alle precipitazioni tartariche e favorisce la crescita dei batteri lattici (6). Al termine della fermentazione alcolica, le cellule dei lieviti rilasciano una serie di sostanze nel vino, che, insieme alle sostanze volatili formatesi durante la vinificazione, danno luogo a complessi equilibri di aromi che si riflettono sulla sua qualità.

Sempre negli ultimi decenni, è aumentato l'interesse dei ricercatori in merito all'affina-

mento dei vini bianchi in anfore di terracotta. Lanati et al. (7), studiando i vini bianchi georgiani prodotti secondo l'antica tecnologia che impiegava le anfore *Kakhetiana* durante la fermentazione, la macerazione e l'invecchiamento, hanno dimostrato che la tradizionale vinificazione in anfore rappresenta la massima espressione della produzione naturale del vino. Dal 2001, anche in Italia, in particolare in Friuli, alcuni produttori hanno adottato questo tipo di affinamento con risultati eccellenti. Tuttavia, ancora pochi sono gli studi scientifici sull'evoluzione dei parametri chimici, fisici e sensoriali dei vini nel corso dell'affinamento in anfora.

Il Fiano (*Vitis vinifera* L.) è un antico vitigno meridionale, ampiamente coltivato nel Sud Italia ed in particolare in Campania, Puglia e Sicilia. Ha foglia orbicolare, media, tri- o pentalobata; grappolo piccolo o medio, piramidale con acini serrati di colore giallo dorato con tendenza al rosastro quando più rivolti al sole. Ha buona fertilità delle gemme e produzione limitata, caratteristica che ne ha limitato fortemente lo sviluppo in passato, facendone considerare antieconomico il suo allevamento. Il germogliamento e la fioritura si verificano in epoca intermedia mentre la maturazione avviene tra la fi-

ne di settembre e l'inizio di ottobre.

Nella provincia di Avellino, questo vitigno costituisce la base produttiva della denominazione di origine controllata Fiano di Avellino. L'originalità del vino prodotto dall'uva Fiano risiede in un aroma varietale molto tipico, facilmente riconoscibile dai degustatori ma di difficile descrizione. La nota odorosa dominante che spesso è associata al Fiano di Avellino è la nocciola tostata. Pur appartenendo al gruppo delle cosiddette uve "non aromatiche", l'uva Fiano presenta un elevato contenuto di molecole volatili in forma glicosilata, che diventano odorosamente attive nel vino, grazie alla loro liberazione in seguito ai processi di idrolisi. In particolare, i monoterpeni, responsabili di note floreali, vengono liberati soprattutto in seguito all'idrolisi enzimatica, operata dai lieviti nel corso della fermentazione alcolica.

L'effetto della criomacerazione sulla componente fenolica dei vini bianchi è stato poco investigato perché l'arricchimento di un vino bianco in tali composti potrebbe predisporli a reazioni di imbrunimento a causa della formazione di chinoni. Tuttavia, data la sua sempre maggiore applicazione per esaltare il potenziale aromatico dei vini, la sua influenza sui composti fenolici

e il potenziale antiossidante non può essere trascurato. Analogamente, la vinificazione in ambiente fortemente ridotto ha effetti poco noti sulla frazione fenolica. Si è ritenuto, pertanto, opportuno, investigare l'effetto di queste due tecnologie di vinificazione sulle caratteristiche chimico-fisiche di un vino Fiano passito secco. Lo studio è stato protratto nel corso dell'affinamento sulle fecce realizzato in contenitori inerti e in anfore diversamente trattate, allo scopo di valutare anche l'effetto delle modalità di affinamento.

Materiali e metodi

Produzione del vino

Uve della cultivar *Fiano* prodotte in un vigneto posto a pochi chilometri da Foggia (Puglia, Italia) sono state raccolte nel mese di settembre 2011 e immediatamente disposte in cassetine forate in un fruttaiolo per consentirne l'appassimento. La vinificazione è stata condotta nel corso della prima settimana di ottobre in un impianto pilota costituito da una pigia-diraspatrice, 20 serbatoi in acciaio inox (100 litri di capacità), un sistema elettronico di gestione della temperatura, e 2 torchi. Al momento della la-

Tab. 1 - Evoluzione, nel corso dell'affinamento, dei principali parametri chimico-fisici

Tempo di affinamento (mesi)	Alcol (% vol)	Densità (g/cm ³)	Ac.volatile (g ac.acetico/l)	Ac.titolabile (g ac.tartarico/l)	Estratto secco (g/l)	Zuccheri (g/l)	pH
Affinamento in anfore di terracotta grezza							
0	17,7±0,1 b	0,978 b	0,59±0,13 b	5,0±0,1 a,b	40,3±1,1 a	2,9±0,1 a	4,05±0,01 b
2	17,8±0,5 a,b	0,978 b	0,57±0,06 a,b	5,3±0,1 c	39,8±0,2 a	3,5±0,4 b	4,01±0,03 a
5	17,5±0,1 a,b	0,978 b	0,53±0,06 a,b	4,9±0,2 a	42,1±0,5 b	2,8±0,1 a	4,07±0,01 b
8	17,4±0,2 a,b	0,975 a	0,40±0,01 a	4,9±0,1 a	38,3±1,1 a	3,5 b	4,05±0,01 b
11	17,3±0,1 a	0,978 b	0,49±0,03 a,b	5,2±0,2 b,c	46,2±1,1 c	3,5 b	4,05±0,01 b
Affinamento in anfore di terracotta vetrificata							
0	17,7±0,1 b	0,978 c	0,59±0,13 b	5,0±0,1 b,c	40,3±1,1 a	2,9±0,1 a	4,05±0,01 c
2	18,1±0,1 d	0,978 b	0,58±0,02 b	5,3 d	39,8±0,2 a	3,4±0,3 b	4,00±0,01 a
5	17,9±0,1 c	0,977 b	0,57±0,09 a,b	4,8±0,2 a	41,7±0,6 a	3,1±0,1 a	4,03±0,01 b
8	17,6±0,1 a,b	0,975 a	0,40±0,05 a	4,9±0,1 a,b	40,9±0,7 a	3,5±0,1 b	4,01±0,01 a,b
11	17,5±0,1 a	0,978 d	0,54±0,05 a,b	5,2±0,4 c	55,1±9,2 b	3,5±0,1 b	4,01±0,02 a,b
Affinamento in anfore di terracotta ingobbiata							
0	17,7±0,1 a	0,978 e	0,59±0,13 b	5,0±0,1 a	40,3±1,1 a	2,9±0,1 a	4,05±0,01 a,b
2	18,0±0,1 b	0,978 d	0,56±0,02 a,b	5,1±0,1 a	38,6±2,8 a	3,2±0,1 a,b	4,03 a
5	18,4±0,1 c	0,977 c	0,50±0,06 a,b	5,2±0,3 a	40,8±0,5 a	3,2±0,5 b	4,03±0,04 a
8	18,5±0,1 c,d	0,974 a	0,40±0,02 a	5,0 a	42,8±0,2 a	3,3 b	4,04 a,b
11	18,7±0,2 d	0,977 b	0,52±0,06 a,b	5,1 a	58,9±8,0 b	3,3 b	4,08±0,04 b
Affinamento in vetro							
0	17,7±0,1 a	0,978 e	0,59±0,13 b,c	5,0±0,1 a,b	40,3±1,1 a,b	2,9±0,1 a	4,05±0,01 d
2	18,0±0,1 b	0,978 d	0,64±0,04 b,c	5,2±0,1 b	38,8±1,7 a	3,1±0,2 b	4,01±0,01 b
5	18,0±0,1 b	0,977 c	0,47±0,02 a,b	4,9±0,1 a	40,±0,2 a	3,2 b	4,02±0,02 c
8	18,0 b	0,975 a	0,42±0,03 a	4,9±0,2 a	42,5±0,9 b	3,5±0,1 c	3,98±0,01 a
11	18,1±0,1 b	0,977 b	0,69±0,03 c	5,0±0,2 a,b	51,0±3,2 c	3,5±0,1 c	4,04±0,03 c,d

In colonna, per ciascuna tipologia di materiale, a lettere diverse corrispondono differenze significative ($p < 0.05$ - LSD test). D - vetro; G - anfora grezza, V - anfora vetrificata; I - anfora ingobbiata

vorazione, le uve presentavano le seguenti caratteristiche: zuccheri 25,10±0,12 °Brix; acidità titolabile 3,22±0,00 g di acido tartarico/L; un pH di 4,07±0,06.

Le uve sono state sottoposte a vinificazione in condizioni riducenti previa criomacerazione e fino al consumo quasi totale degli zuccheri (vino passito secco). In particolare lo schema di processo contemplava le seguenti fasi: aggiunta alle uve di metabisolfito di potassio (5 g/q) immediatamente prima della pigiadiraspatura; trasferimento del pigiato al tino e aggiunta di CO₂ solida; sosta a 4 °C per 24 ore; torchiatura manuale del pigiato criomacerato; trasferimento del mosto torchiato

al tino ed aggiunta di 20 g/hl di una miscela di metabisolfito di potassio ed acido ascorbico (50:50); defecazione del mosto a 7-8 °C per 24 ore; inoculo del mosto defecato (20 g di lieviti/hl) ed aggiunta di attivatori per lieviti (20 g/hl); fermentazione a 18°C. L'affinamento dei vini è stato condotto sulle fecce in recipienti di vetro (materiale inerte) e in tre tipi di anfore (Foto 1). Le tre tipologie di anfore hanno in comune il materiale di produzione, l'argilla pura, ma hanno proprietà di resistenza e porosità diverse in virtù delle temperature di cottura con cui sono realizzate. Le anfore di tipo grezzo hanno subito un'unica fase di cottura a 1100 °C; quelle con rivestimento vetri-

ficato, invece, sono state sottoposte a due fasi di cottura, la prima a 1100 °C, la seconda a 970 °C, tra le quali è stata realizzata una verniciatura interna. Per i contenitori di tipo ingobbiato, invece, la prima fase di cottura è stata condotta a 970 °C mentre la seconda a 1100 °C. I recipienti utilizzati per l'invecchiamento sono stati codificati nel seguente modo: D - vetro; G - anfora grezza, V - anfora vetrificata; I - anfora ingobbiata. I campioni sono stati prelevati ed analizzati immediatamente dopo la svinatura e periodicamente fino a 11 mesi.

Determinazione dei parametri chimico-fisici delle uve e dei vini

L'estratto secco delle varie parti degli acini è stato determinato separando le bucce dai vinaccioli e dalla polpa e ponendoli in stufa a 70°C fino a peso costante. Il titolo alcolometrico effettivo a 20°C, l'acidità totale, l'acidità volatile, la densità, il contenuto in zuccheri e l'estratto secco sono stati determinati secondo il Regolamento CEE 2676/90 (8). È stato misurato anche il pH. L'analisi HPLC-DAD degli acidi organici è stata eseguita come descritto da Baiano e Terracone (9). La concentrazione degli acidi organici è espressa in mg/l di vino.

Profili fenolici e attività antiossidante

Il contenuto fenolico totale

Tab. 2 - Evoluzione, nel corso dell'affinamento, del contenuto in acidi organici

Tempo di affinamento (mesi)	Ac. Tartarico (g/l)	Ac. Malico (g/l)	Ac. Lattico (g/l)	Ac. Acetico (g/l)	Ac. Citrico (g/l)
Affinamento in anfore di terracotta grezza					
0	2,3 a	2,0±0,1b	0,4±0,1a	0,4 a	0,8±0,3 c
2	2,3 a	2,0±0,1b	0,4±0,02 a	0,4 a	0,7 a,b
5	2,3 a	1,8 b	0,4 a	0,5 b	0,5 a
8	3,2b	2,8c	0,8 b	0,9 c	0,8 b,c
11	3,1b	0,7±0,1a	0,8±0,1 b	1,1±0,1 d	2,3 d
Affinamento in anfore di terracotta vetrificata					
0	2,3 a	2,0±0,1 c	0,4±0,1 a	0,4 a	0,8 ±0,3 b
2	2,3±0,1a	1,8±0,1 b	0,38 a	0,4 a	1,0 b
5	2,3 a	1,8 b	0,4 a	0,5 b	0,5 a
8	3,0±0,1 b	2,8 d	0,8±0,1 b	0,8±0,1 c	0,7 ±0,1 a
11	3,2 b	0,7±0,1 a	1,0 c	1,1 d	2,3 c
Affinamento in anfore di terracotta ingobbiata					
0	2,3 b	2,0±0,1 c	0,4 ±0,1 a	0,4 a	0,8±0,3 b
2	2,2 a	1,8 b	0,41±0,01 a	0,4 a	1,0 b
5	2,3 b	1,9 b,c	0,5 a	0,5 a	0,5a
8	3,0±0,1 c	2,8 d	0,9 b	0,9a	0,7a
11	3,2 d	1,1 a	0,9 b	1,0 ±0,1 a	2,3 c
Affinamento in vetro					
0	2,3 b	2,0 ±0,1 c	0,4±0,1 a	0,4 a	0,8±0,3 b
2	2,2 a	1,8 b	0,39±0,02 a	0,4 a	1,0±0,1 b
5	2,2±0,1 a	1,8 b	0,5 a	0,5 b	0,5 a
8	2,9 c	2,8 ±0,1 d	0,9 b	0,9±0,1 c	0,8 a,b
11	3,3 d	1,0 a	0,9 ±1,0 a,b	1,1 ±0,1c	1,6 c

In colonna, per ciascuna tipologia di materiale, a lettere diverse corrispondono differenze significative ($p < 0.05$ - LSD test). D - vetro; G - anfora grezza, V - anfora vetrificata; I - anfora ingobbiata

è stato misurato secondo il metodo Folin-Ciocalteu (10) mentre le diverse classi fenoliche sono state determinate secondo i metodi di Di Stefano et al. (11) e Di Stefano e Cravero (12). L'analisi HPLC-DAD dei profili fenolici è stata effettuata secondo il metodo di Revilla e Ryan (13). La valutazione dell'attività antiossidante è stata fatta attraverso i test DPPH (14) e ABTS (15).

Analisi statistica

L'analisi della varianza (ANOVA) e l'LSD Multiple Range Test ($p < 0,05$) sono stati applicati per valutare la significatività delle differenze riscontrate tra i campioni in

funzione della tecnologia di vinificazione e del contenitore usato per l'affinamento. L'Analisi delle Componenti Principali (PCA) è stata effettuata per verificare la possibilità di discriminare i campioni, in funzione del tipo di contenitore usato per l'affinamento, sulla base di tutti gli indici misurati.

Risultati della ricerca

Principali parametri chimico-fisici dei vini nel corso dell'affinamento

La Tab. 1 illustra l'evoluzione dei principali parametri chimico-fisici nel corso del-

l'affinamento. I valori di pH piuttosto elevati sono tipici di vini prodotti a partire da uve appassite, sebbene la freschezza sia stata garantita da una acidità titolabile che è rimasta abbastanza costante nel corso dell'affinamento e senza differenze tra le varie tipologie di recipiente. Le più importanti differenze imputabili alle modalità di affinamento hanno riguardato l'estratto secco e l'acidità volatile. I dati relativi all'estratto secco sono indice di una importante concentrazione dei vini a causa dell'evaporazione, che è risultata più spinta nelle anfore ingobbiate e meno in quelle grezze.

Lo stato di salute è dimostrato per i vini affinati in

tutti i tipi di recipienti dai valori di acidità volatile, al di sotto della soglia di percezione, con un incremento misurato nei vini in vetro (~17%) e una riduzione dell'8, 12 e 17%, rispettivamente nelle anfore vetrificate, ingobbiate e grezze.

Acidi organici

Nel corso dell'affinamento, è osservabile un incremento degli acidi tartarico, lattico, acetico, citrico e succinico (Tab. 2). Con riferimento agli acidi tartarico e citrico, tale incremento è da considerare fittizio, in quanto determinato dalla concentrazione per evaporazione. Infatti, normalmente la concentrazione di ta-

Tab. 3 - Evoluzione, nel corso dell'affinamento, dei contenuti in flavonoidi, flavani reattivi alla vanillina, composti fenolici totali e attività antiossidante

Tempo di affinamento (mesi catechina/l)	Flavonoidi (mg (+) - catechina/l)	Flavani reattivi alla vanillina (mg (+) - gallico/l)	Comp. Fenol. Tot. (mg acido Trolox/l)	DPPH (mmoli Trolox/l)	ABTS (mmoli Trolox/l)
Affinamento in anfore di terracotta grezza					
0	264,9±19,5 c	42,3±7,4 c	469,2±16,6 b	0,04±0,01 b	1,31±0,18 b
2	274,6±14,9 c	43,7±2,6 c	379,5±30,3 a	0,03 a	0,79±0,15 a
5	171,7±29,7 b	32,2±0,3 b	342,5±7,3 a	0,03 a	0,82±0,13 a
8	167,4±22,3 b	27,4±1,8 b	332,4±49,3 a	0,02 a	0,81±0,11 a
11	106,2±13,7 a	13,9±2,1 a	382,3±18,2 a	0,02 a	0,84±0,13 a
Affinamento in anfore di terracotta vetrificata					
0	264,9±19,5 c	42,3±7,4 c	469,2±16,6 c	0,04±0,01 b	1,31±0,18 b
2	257,5 b	44,0±0,4 c	409,6±8,6 b	0,04±0,01 b	0,89±0,13 a
5	197,4±14,9 a	37,4±2,6 c	375,9±5,7 a	0,0±0,01 a	0,77±0,14 a
8	203,9±18,6 c	27,2±3,4 b	380,1±4,9 a	0,02 a	0,89±0,06 a
11	135,2 b	6,4±0,1 a	381,5±6,6 a	0,02 a	0,78±0,13 a
Affinamento in anfore di terracotta ingobbiate					
0	264,9±19,5 c	42,3±7,4 c	469,2±16,6 b	0,04±0,01 b	1,31±0,18 b
2	266,1±14,9 c	41,1±2,0 c	388,9±48,5 a	0,04±0,01 b	0,86 ±0,13 a
5	206,0 b	37,2±1,1 b,c	386,3±14,5 a	0,04±0,01 b	0,86±0,07 a
8	193,1±32,2 b	29,2±4,4 b	391,6±3,3 a	0,02 a	0,84±0,11 a
11	115,9 a	6,9±1,5 a	392,6±3,3 a	0,02 a	0,87±0,04 a
Affinamento in vetro					
0	264,9±19,5 c	42,3±7,4 c	469,2±16,6 c	0,04±0,01 b	1,31±0,18 c
2	248,9±14,9 c	46,4±1,2 c	431,0±5,6 b	0,04±0,01 b	0,88±0,15 b
5	206,0±25,8 b	37,6±3,0 b,c	405,6±0,7 a	0,04 ±0,01 b	0,86±0,14 b
8	214,6±18,6 b	33,9±1,7 b	398,9±7,9 a	0,02 a	0,61±0,09 a
11	115,9 a	15,1±0,7 a	391,3±9,0 a	0,02 a	0,75±0,13 a,b

In colonna, per ciascuna tipologia di materiale, a lettere diverse corrispondono differenze significative ($p < 0.05$ - LSD test). D - vetro; G - anfora grezza, V - anfora vetrificata; I - anfora ingobbiate

li acidi diminuisce nel tempo a causa dell'insolubilizzazione e della precipitazione dell'acido tartarico e del consumo dell'acido citrico da parte dei batteri lattici. Gli incrementi di acido lattico e acetico sono da imputare rispettivamente a fermentazione malolattica e acetica. Non si osservano differenze di rilievo tra i campioni affinati nelle varie tipologie di recipiente.

Profili fenolici e attività antiossidante

Nel corso dell'affinamento (ma la diminuzione è risultata più evidente dopo 5 mesi), è stata osservata una significativa riduzione della concentrazione fenolica, sia in termini

di contenuto fenolico totale che di tenere in flavonoidi e flavani reattivi alla vanillina, e dell'attività antiossidante (Tab. 3).

Nell'ultimo campionamento, i flavonoidi sono diminuiti di circa il 60% nelle anfore grezze, il 50% nelle anfore vetrificate e il 56% in quelle ingobbiate e nei recipienti in vetro. La concentrazione dei flavani reattivi alla vanillina è diminuita di circa il 65% nelle anfore grezze e nel vetro e di circa l'85% nelle anfore vetrificate ed ingobbiate. Per il contenuto fenolico totale, la riduzione è stata di poco inferiore al 20% in tutti i tipi di recipiente.

L'attività antiossidante, già

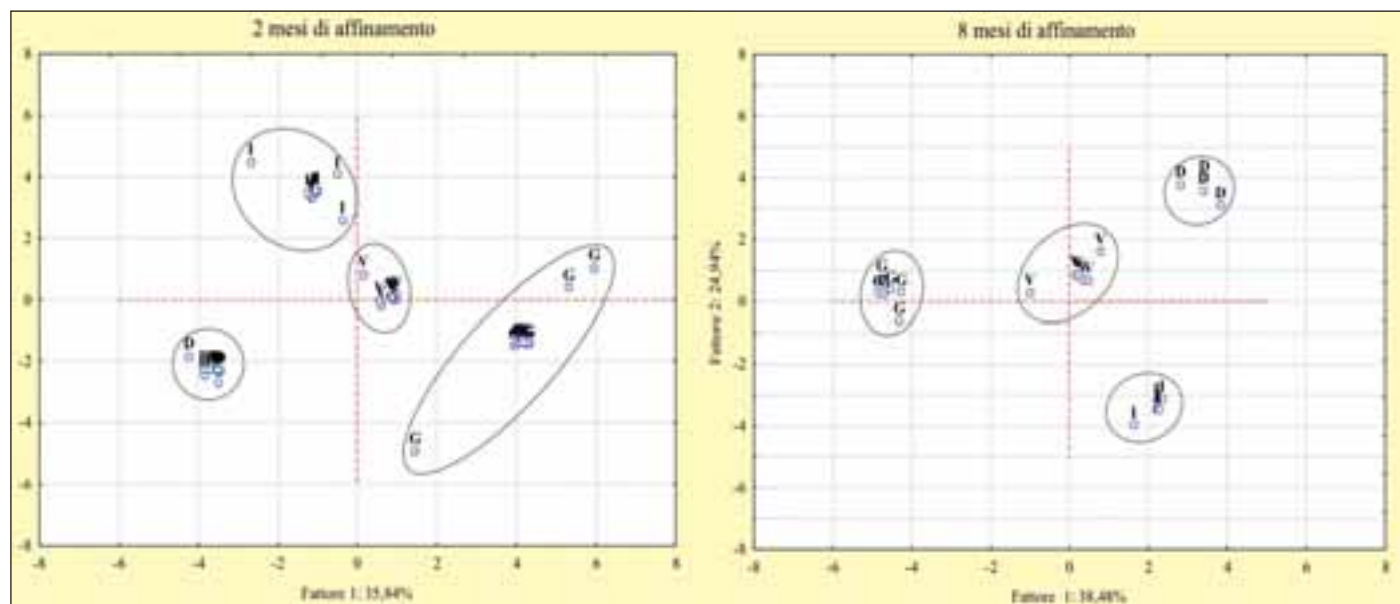
piuttosto bassa alla vinificazione, al termine dell'affinamento è apparsa dimezzata nel caso dell'applicazione del test del DPPH e si è ridotta in misura compresa tra il 35 e il 43% nel caso dell'applicazione del test dell'ABTS. Nonostante entrambi i metodi misurino la capacità del campione di fungere da radical scavenger, le differenze di risultato tra i due test possono essere spiegate sulla base delle differenze di reazione. La reazione radicalica dell'ABTS avviene mediante trasferimento di elettroni mentre nel caso del DPPH c'è un trasferimento di idrogeno-radicali. I 3 principali composti fenolici individuati sono stati, in ordi-

ne decrescente, galocatechina, epicatechina gallata ed acido caffeico.

Altre considerazioni

Quanto sia stato marcato l'effetto della tipologia di recipiente di affinamento sulle caratteristiche dei vini appare evidente dai risultati ottenuti applicando la PCA a tutti i dati analitici rilevati (Fig. 1a e 1b). Dopo due soli mesi di affinamento, i campioni di vino risultano già raggruppabili in maniera omogenea in funzione del materiale dei recipienti (Fig. 1a). L'effetto contenitore è risultato decisamen-

Fig. 1 - Applicazione della PCA per evidenziare l'effetto del recipiente sulle caratteristiche del Fiano pasito dopo a) 2 mesi b) 8 mesi di affinamento



D - vetro; G - anfora grezza, V - anfora vetrificata; I - anfora ingobbiata

te più marcato dopo una conservazione di 8 mesi (Fig. 1b), come dimostrato dalla minore dispersione dei gruppi che individuano ciascuna tipologia di affinamento e come dimostrato anche dall'aumento della varianza spiegata dalla somma dei fattori I e II (58,88 e 63,42%, rispettivamente dopo 2 e 8 mesi).

Le principali differenze sono ascrivibili alla diversa evoluzione della componente acidica ed antiossidante del vino. Infatti, dopo 8 mesi di affinamento, sulla base dei valori delle coordinate, le variabili associate negativamente al fattore I sono la concentrazione di acido tartarico e citrico, mentre il grado alcolico, l'estratto secco, il tenore in flavonoidi e in composti fenolici totali e l'attività antiossidante (saggio del DPPH) sono positivamente associati allo stesso Fattore.

La concentrazione di acido succinico e l'attività antiossidante (saggio dell'ABTS) sono negativamente associati al fattore II mentre il residuo zuccherino vi era associato positivamente. Il giudizio sensoriale espresso da assaggiatori non addestrati nel corso di degustazioni condotte in maniera informale è risultato positivo per tutti i vini, sebbene con una netta preferenza

per quello affinato nelle anfore vetrificate e in vetro.

Riferimenti bibliografici

(1) Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lonvaud A. (2004) - Trattato di enologia - Volume 1, Edagricole.

(2) Petrozziello, M., Guaita, M., Motta, S., Panero, L., Bosso, A. (2011) - Analytical and Sensory Characterization of the Aroma of "Langhe D.O.C. Nebbiolo" Wines: Influence of the Prefermentative Cold Maceration with Dry Ice - Journal of Food Science, 76, C525-C534.

(3) Gambacorta G., Antonacci D., Pati S., La Gatta M., Faccia M., Coletta A., La Notte E. (2011) - Influence of winemaking technologies on phenolic composition of Italian red wines - European Food Research Technology, 233, 1057-1066.

(4) Parenti, A., Gori, C., Bartolini, A.B. (2006) - Criomacerazione prefermentativa su uve Sangiovese: criogeni e metodiche a confronto - Vignevini, 4, 115-120.

(5) Álvarez, I., Aleixandre, J.L., García, M.J., Lizama, V. (2006). Impact of prefermentative maceration on the phe-

nolic and volatile compounds in Monastrell red wines. Analytica Chimica Acta, 563: 109-115

(6) Rodriguez-Bencomo J.J., Ortega-Heras M. (2010) - Effect of alternative techniques to ageing on lees and use of non-toasted oak chips in alcoholic fermentation on the aromatic composition of red wine - European Food Research Technology, 230, 485-496.

(7) Lanati D., Marchi D., Mazza G. (2001) - Georgian white wines in amphoras. Organoleptic and analytical properties of wines obtained with different winemaking Techniques - L'Enologo, 40, 111-117.

(8) Regolamento (CEE) n. 2676/90 della Commissione, del 17 settembre del 1990, che determina i metodi d'analisi comunitari da utilizzare nel settore del vino - Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee, L272, 1-192.

(9) Baiano, A., Terracone, C. (2011) - Varietal differences among the phenolic profiles and antioxidant activities of seven table grape cultivars grown in the south of Italy based on chemometrics - Journal of Agriculture and Food Chemistry, 59, 9815-9826.

(10) Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965) - Colorimetry

of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents - American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.

(11) Di Stefano, R., Craverro, M. C., Gentilizi, N. (1989) - Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini - L'Enotecnico, 5, 83-89.

(12) Di Stefano, R., Craverro, M.C. (1991) - Metodi per lo studio dei polifenoli delle uve - Rivista di Viticoltura ed Enologia, 2, 37-43.

(13) Revilla, E., Ryan, J.M. (2000) - Analysis of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high-performance liquid chromatography-photodiode array detection without sample preparation - Journal of Chromatography A, 881, 461-469.

(14) Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995) - Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity - Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie, 28, 25-30

(15) Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999) - Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay - Free Radical Biology and Medicine, 26, 1231-1237.