

STUDIO PRELIMINARE SULLA FRAZIONE AROMATICA DEI VINI DI MINNELLA BIANCA RACCOLTA A TRE STADI DI MATURAZIONE

La Minnella bianca è una varietà tipica dell'Etna che rientra come varietà minore per l'Etna bianco pertanto la raccolta non ha mai rappresentato una particolare preoccupazione. In questo studio abbiamo voluto monitorare il cambiamento della frazione aromatica nei vini durante la maturazione delle uve. Per far questo ci siamo serviti della produzione di tre aziende, operando una vinificazione naturale senza impiego di trattamenti fisici e chimici drastici né in estrazione né in stabilizzazione.



Di

Rosario Raciti¹

DIBAF, Università della Tuscia, Viterbo

Claudio D'Onofrio²

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

Fabio Mencarelli³

DIBAF, Università della Tuscia, Viterbo

INTRODUZIONE

● La superficie vitata in provincia di Catania è di circa 3.181 ettari, di cui il 92,7 % della superficie è atto alla produzione di uve nere, mentre la restante percentuale è adibita alla produzione di uve bianche. Vitigni tipicamente provinciali risultano: il Nerello Mascalese con 2.554 ettari (66%) su 3.767 regionali e il Nerello Cappuccio, un tempo più diffuso, che contribuisce all'uvaggio dell'Etna rosso DOC fino al

20%; si è ridotta invece a soli 230 ettari, la produzione di uve a bacca bianca dove il Carricante con 140 ettari è la più importante varietà. All'interno del disciplinare di produzione dell'Etna bianco DOC sono ammesse altre varietà a bacca bianca come Inzolia, Trebbiano e Minnella Bianca, quest'ultima oggetto di questa sperimentazione. La Minnella bianca è una varietà autoctona Siciliana che viene coltivata quasi esclusivamente ai piedi del Monte Etna su una superficie vitata di appena 3 ettari. L'uva è stata descritta nel

1760 dallo scrittore e viaggiatore italiano Domenico Sestini (Signorelli, 1991) come vitigno che cresce ai piedi del monte Etna.

● Il nome Minnella è un diminutivo di minna (seno), termine che indica un seno piccolo, questo perché le bacche hanno una certa somiglianza con un piccolo seno a causa della loro forma allungata. Le piante hanno una vigoria piuttosto scarsa e le forme di allevamento sono a spalliera o ad alberello. La produzione è generalmente abbondante ma non costante nel tempo, ma la varietà

è poco resistente a malattie e avversità.

- Ansaldo *et al.* (2014) riportano relativamente alle caratteristiche aromatiche delle uve che "Le uve hanno scarsa dotazione di composti terpenici ma quantità considerevoli di composti appartenenti alla serie dei benzenoidi e dei norisoprenoidi. Tra i terpeni prevalgono il geraniolo e l'alfa terpineolo, il linalolo è presente in quantità esigue. Il rapporto tra linalolo e geraniolo è minore di uno.

- Dall'osservazione delle quantità dei norisoprenoidi vi è una rilevante presenza di 3 oxo-alfa ionolo e soprattutto di vomifoio. Riguardo al contenuto dei benzenoidi, composti più abbondanti presenti nell'uva, una grande percentuale è costituita da alcool benzilico, 2-fenil etanolo e di vanillina". La loro misurazione è stata fatta su uve che avevano una concentrazione in zuccheri attorno ai 18°Brix e un'acidità titolabile attorno ai 4,6 g/L. Sappiamo però che la composizione aromatica è fortemente dipendente dallo stadio di maturazione e anche dalle condizioni climatiche del periodo produttivo, mentre in questo caso l'ambiente produttivo ha minor importanza vista l'esiguità e la localizzazione della produzione di questa varietà.

- Per questo studio ci siamo quindi concentrati sull'analisi della frazione aromatica volatile dei vini prodotti da uve a tre stadi di maturazione avendo cura di uniformare il processo di vinificazione. Le uve sono state raccolte in tre aziende limitrofe per arrivare a un quantitativo sufficiente per la sperimentazione, tale da poter essere vinificato in purezza nell'impianto aziendale. Dobbiamo evidenziare che le aziende di seguito elencate hanno una conduzione della vinificazione naturale, anche delle uve bianche, che prevede la partenza della fermentazione alcolica senza lieviti industriali e anche l'esecuzione della fermentazione malolattica senza impiego di drastiche stabilizzazioni né fisiche né chimiche.

MATERIALI E METODI

- La sperimentazione è stata condotta su uve di Minnella Bianca raccolte manualmente in tre epoche di maturazione con le caratteristiche dei mosti riportate in **Tab. 1**. Le uve sono state raccolte nelle aziende limitrofe (tra Linguaglossa e Randazzo) alle pendici dell'Etna (N-O), Raciti Maria-

Tab. 1. Analisi dei mosti relativi alle tre differenti epoche di maturazione. I dati sono le media (\pm deviazione standard) di tre mosti delle uve provenienti dalle tre aziende.

Data di vendemmia	°Babo	pH	Acidità totale (g/L)
05/10/2016 (precoce)	15.2 \pm 1.3	3.5 \pm 0.1	4.35 \pm 0.24
13/10/2016 (intermedia)	18.3 \pm 1.1	3.7 \pm 0.1	4.65 \pm 0.18
20/10/2016 (tardiva)	22 \pm 1.4	3.9 \pm 0.1	5.50 \pm 0.18

no, Massimiliano Calabretta e Giovanni Raiti (azienda Giuliemi). Il processo di vinificazione è stato il medesimo per le tre raccolte. Le uve dalle tre aziende sono state conferite in cassette da 20 kg, sottoposte ad una diraspa-pigiatura e sono subito state inviate in una pressa pneumatica operando una pressione non superiore a 1 bar. Il mosto fiore è stato messo in 3 serbatoi da 150 L e sono state effettuate aggiunte di metabisolfito di potassio pari a 10 g/HL. I mosti non sono stati inoculati ma sono stati aggiunti di attivante di fermentazione a base di tiamina, al 50% della dose consigliata. L'andamento della fermentazione è stato monitorato ogni giorno seguendo la degradazione degli zuccheri espressi in °Babo e mantenendo la temperatura tra i 19 e 21°C, in un ambiente a temperatura controllata. È stato effettuato il primo travaso dopo 7 giorni per allontanare le fecce, quindi è stato aggiunto altro attivante e portata a termine la fermentazione con zuccheri quasi a 0. Quindi è stato condotto un ulteriore travaso. Dopodiché i vini hanno subito la fermentazione malolattica naturalmente secondo la metodologia impiegata dalle aziende in oggetto. Al termine di questa, il vino per le analisi chimiche non è stato sottoposto ad alcun trattamento stabilizzante. Sono state collezionate alcun bottiglie che sono

state mantenute in cella frigorifera fino al momento delle analisi.

- Sul mosto sono state effettuate le normali analisi enochimiche quali pH, acidità totale, acidità volatile, anidride solforosa, titolo alcolometrico volumico seguendo le metodiche OIV ed infine sono state condotte le analisi dei composti aromatici volatili in gas massa come descritto da Bellincontro *et al.* (2016). Per quanto riguarda l'analisi statistica, abbiamo impiegato il metodo dell'analisi della varianza per comparare i dati delle tre raccolte; i valori delle medie con lettere differenti in ciascuna riga, sono differenti significativamente per $p \leq 0.05$ (minima differenza significativa, test di Fisher).

RISULTATI E DISCUSSIONE

- Per quanto concerne le principali analisi enochimiche, in **Tab. 2** riportiamo i dati di comparazione tra le tre raccolte. Il dato più eclatante è la bassa acidità totale dei campioni in contrasto con pH non particolarmente alti. Questo dato già osservato da Ansaldo *et al.* (2014) può essere messo in relazione ai terreni vulcanici della zona, ricchi in potassio, che facilitano le salificazioni a livello cellulare e quindi abbassano

Tab. 2. Principali analisi enochimiche al termine della fermentazione. I dati sono le media (\pm deviazione standard) di tre mosti delle uve provenienti dalle tre aziende.

	precoce	intermedia	tardiva
Alcol % (v/v)	10.4 \pm 0.4c	12.0 \pm 0.5b	13.70 \pm 0.4a
Ac. totale (g/L)	4.8 \pm 0.2b	4.6 \pm 0.1b	5.0 \pm 0.1ab
Ac. volatile (g/L)	0.35 \pm 0.05a	0.25 \pm 0.03b	0.37 \pm 0.02a
pH	3.35 \pm 0.01b	3.48 \pm 0.01a	3.33 \pm 0.02b
Solforosa libera (mg/L)	21 \pm 1b	20 \pm 2b	25 \pm 2a
Solforosa totale (mg/L)	60 \pm 5b	60 \pm 7b	80 \pm 7a

sensibilmente l'acidità del citoplasma.

● Sparacio *et al.* (2010) riportano che i suoli etnei " sono con spessore variabile, pH sub-acido, struttura appena accennata, tessitura sciolta, privi di carbonati, ricchi in microelementi (ferro e rame) e mediamente dotati di potassio, fosforo e magnesio, poveri in azoto e calcio".

● L'analisi della frazione aromatica volatile ha rivelato una carica aromatica significativamente più bassa nei vini della raccolta tardiva rispetto agli altri due. Per quanto riguarda gli esteri (**Tab. 3**), la maggior parte di essi viene prodotta durante la fermentazione (Swiegers *et al.* 2005) e alla terza raccolta abbiamo avuto circa 20000 µg/L contro i 30000 e 32000 µg/L degli altri due campioni. Quest'ultimi vini provenienti da raccolte in epoche di maturazione più anticipate, hanno mostrato valori simili: nel vino della raccolta intermedia si assiste ad una maggior concentrazione di etilesanoato, etillattato, etilottanoato, etildecanoato come esteri derivanti dagli acidi grassi di membrana delle cellule del lievito e dietilsuccinato e idrossimetildietilsuccinato, che invece sono frutto della fermentazione malolattica.

● Tutti questi componenti conferiscono aromi fruttati sempre se in concentrazioni adeguate altrimenti la nota di grasso, formaggio, burro, può prevalere. Nel vino della raccolta anticipata, si aveva una più alta concentrazione di isoamilacetato, β-fenilacetato, etil 2-idrossimetil butanoato, vale a dire esteri provenienti dalla reazione tra alcoli superiori (isopentanoato, feniletanoato, idrossimetanoato) e acido acetico o acetil CoA; inoltre l'etilidrogenosuccinato che deriva dalla reazione tra acido succinico e alcol etilico. Anche questi esteri hanno aromi fruttati, basti pensare che l'isoamilacetato è l'aroma tipico della banana matura, ma hanno anche note, se possiamo dire parlando di olfatto, più dolciastre tipo miele, tabacco. Gli esteri in maggior concentrazione in tutti i vini sono stati l'etilidrogenosuccinato e il dietilsuccinato. Questi composti assieme all'etilattato si formano a seguito della fermentazione malolattica (Ugliano e Moio, 2005).

● Se osserviamo la **Tab. 4** degli alcoli, anche questi composti sono principalmente di fermentazione e anche in questo caso, i valori del vino della terza epoca di raccolta, sono significativamente più bassi di

quelli degli altri due campioni. Il vino della raccolta precoce si caratterizza per una maggior concentrazione di alcol alifatici come l'alcol isoamilico, anche conosciuto come 3-metil-1-butanoato (di conseguenza una maggior concentrazione dell'estere isoamilacetato che abbiamo visto nella tabella precedente), 4-metil-1-pentanoato, 3-metil-2-butenolo, 3-metil-1-pentanoato e di 2 feniletanoato, tutti alcoli conosciuti come alcoli ramificati o, con termine anglosassone, fusel alcohols, vale a dire con aroma dolciastro di carburante ma anche di whiskey, cognac, fermentato, eccetto che il feniletanoato che rappresenta il tipico aroma di rosa. Questo composto è in concentrazione molto più elevata degli altri alcoli marcando quindi il vino con questa nota di rosa.

● Il vino della raccolta intermedia, evidenzia una maggior concentrazione di composti che danno l'odore di erbaceo (C6) e di 2,3,4-trimetossibenzil alcol e di alcol benzilico che conferiscono note olfattive di ciliegia ma anche floreali. Mentre gli aromi degli alcoli superiori sono frutto del catabolismo degli aminoacidi (via di Ehrlich) durante la fermentazione, i composti che

Tab. 3. I principali esteri presenti nel vino di Minnella Bianca alle tre differenti epoche di maturazione. I dati sono la media (± deviazione standard) di tre analisi dei tre diversi mosti nelle tre epoche di raccolta.

Esteri (µg/L)	precoce	intermedia	tardiva	sensazione olfattiva
Isoamilacetato	590.5±35.5	344.1±19.2	159.6±27.2	banana matura
Etilsesanoato	240.9±15.5	336.7±18.2	133.4±15.9	fruttato, ananas, mela
Etil (S)-(-)-lattato	1583.6±65.2	2965.6±35.9	1699.1±46.3	fruttato
Etilottanoato	650.0±18.2	873.2±12.9	370.4±23.2	fruttato, grasso
Etil 3-idrossilbutanoato (3-idrossilbutirrato)	38.5±1.2	32.54±2.2	11.3±1.4	uva
Etil 2-idrossi-4-metilpentanoato	54.8±2.4	41.8±1.9	22.0±2.8	mirtillo
Isoamillattato	44.5±2.9	59.3±1.9	20.7±2.3	fruttato, frutta secca
Etildecanoato	267.8±11.1	357.2±12.4	190.9±28.2	uva
Dietilsuccinato	5872.5±179.8	8396.4±121.2	1899.4±91	frutta cotta
Beta-fenilacetato	553.6±76.1	231.6±35.7	145.4±23.2	rosa, miele, tabacco
Etil 2-(idrossimetil) butanoato	58.8±1.1	10.0±0	12.0±1.0	erbaceo, fruttato, dolciastro
Dietilmalato	21.6±1.1	33.9±2.3	12.4±2.1	zucchero, caramello
2-idrossi-3-metil-dietilsuccinato	78.0±4.1	146.1±5.9	27.8±3.8	fruttato, bacca
Etilidrogenosuccinate	20215.3±762.1	18080.1±237.3	2614.39±111.4	fruttato, zucchero
Metilgentisato	18.0±0	42.9±3.2	22.5±1.0	balsamico, genziana

Tab. 4. I principali alcoli presenti nel vino di Minnella Bianca alle tre differenti epoche di maturazione. I dati sono la media (\pm deviazione standard) di tre analisi dei tre diversi mosti nelle tre epoche di raccolta.

Alcoli ($\mu\text{g/L}$)	precoce	intermedia	tardiva	sensazione olfattiva
4-metil-1-pentanololo	28.2 \pm 3.1	18.4 \pm 2.9	12.9 \pm 1.0	frutta secca
3-metil-2-buten-1-olo (alcol isoamilico)	11.4 \pm 0	3.64 \pm 0	1.1 \pm 0	carburante, muffa
3-metil-1-pentanololo	61.8 \pm 0.9	42.1 \pm 1.7	9.1 \pm 0	fermentato, whiskey
1-esanololo	499.0 \pm 17.0	1094.8 \pm 34.7	230.2 \pm 32.1	erbaceo
Trans-3-esen-1-olo	5.9 \pm 0.2	12.4 \pm 1.1	0.2 \pm 0	erbaceo
3-esen-1-olo	27.2 \pm 2.1	56.3 \pm 6.1	2.13 \pm 0.9	erbaceo
Ottanololo	5.7 \pm 0.2	5.0 \pm 0.8	1.39 \pm 0	fruttato
2,3,4-trimetossibenzil alcol	7.9 \pm 1.3	16.1 \pm 0.9	3.9 \pm 0.9	dolciastro, fruttato, ciliegia
Alcol benzilico	15.6 \pm 1.0	24.9 \pm 2.2	9.7 \pm 1.7	fruttato, rosa, fenolico
2-feniletanololo	51423.9 \pm 342.1	31338.7 \pm 189.9	4872.88 \pm 236.8	rosa

danno le note di erbaceo sono generalmente varietali ed è particolare che, nonostante le uve della raccolta intermedia siano state raccolte ad uno stadio di maturazione più avanzato, ancora mantengano queste note. Generalmente il livello di alcoli superiori è correlato negativamente alla qualità del vino, ma se la concentrazione è <300 ppm possono contribuire alla complessità dell'aroma (Moio, 2016). Nel nostro caso i valori di concentrazione sono bassi tranne che per il feniletanololo che contribuisce positivamente al bouquet con i sentori aromatici di rosa.

● Tra gli acidi, anche in questo caso, il vino della raccolta posticipata presenta valori significativamente più bassi rispetto a quelli degli altri due campioni. Il vino della raccolta intermedia evidenzia una mag-

gior concentrazione di composti come acido esanoico, octanoico e decanoico che conferiscono aromi sgradevoli di rancido, sudore, essendo acidi grassi di membrana mentre il vino della raccolta precoce ha una maggior concentrazione di acidi ramificati, 2 e 3 metilbutanoico, con note più fruttate. Comunque la presenza degli acidi grassi, quando in concentrazione non elevata, è correlata positivamente alla qualità dei vini in quanto vengono prodotti in quantità maggiori in vini di qualità, simultaneamente agli esteri etilici la cui produzione è correlata agli acidi stessi (Moio, 2016). La concentrazione in terpeni (Tab. 5), aromi varietali, come atteso, è stata più elevata nel vino della raccolta precoce con particolare presenza dell'acido geranico che conferisce un'impronta aromatica al

vino con una nota floreale di geranio. Generalmente il contenuto in terpeni nell'uva aumenta nel corso della maturazione dell'acino (Palomo *et al.*, 2007; Dunlevy *et al.* 2009; Darriet *et al.*, 2012; D'Onofrio, 2013) fino al momento della completa maturazione per poi diminuire e ricomparire, successivamente, nell'invecchiamento in funzione di quanti terpeni legati sono ancora presenti nel vino (Moio e Piombino, 2013). Anche i nor-isoprenoidi (Tab. 6), sempre come aromi varietali, sono stati in maggior concentrazione nel vino delle uve raccolte precocemente che in quello della raccolta intermedia e decisamente maggiore che nel vino della raccolta tardiva. In particolare si osserva una maggior concentrazione in vomifoliolo che conferisce una nota di frutta matura e frutta esotica. Tali composti aumentano con la maturazione in quanto derivano dalla degradazione dei carotenoidi (Baumes *et al.*, 2002; Dunlevy *et al.*, 2009; Darriet *et al.*, 2012) ma in questo caso probabilmente l'eccessiva esposizione solare ne determina una perdita con la maggior permanenza in vigneto; infatti nel vino della raccolta intermedia il composto principale è il 3-ossi-alfa-ionolo che è un composto di ossidazione. Infine per i composti aromatici fenolici e benzenoidi del gruppo della vanillina (alcol omovanillico, acetovanillone) e non (eugenolo, isoeugenolo, metossieugenolo, guaiacolo, siringolo, cresolo,

Tab. 5. I principali terpeni presenti nel vino di Minnella Bianca alle tre differenti epoche di maturazione. I dati sono la media (\pm deviazione standard) di tre analisi dei tre diversi mosti nelle tre epoche di raccolta.

Terpeni ($\mu\text{g/L}$)	precoce	intermedia	tardiva	sensazione olfattiva
Linalolo	4.7 \pm 0.3	4.7 \pm 0.3	0.46 \pm 0	rosa
Citronellolo	5.1 \pm 0.6	5.1 \pm 0.6	1.6 \pm 0	agrumi
Geraniolo	9.4 \pm 0.4	9.4 \pm 0.4	4.0 \pm 0.1	floreale
Diolo 1	4.5 \pm 0.2	4.5 \pm 0.2	7.6 \pm 0.2	fiori appassiti
Acido geranico	62.8 \pm 2.3	62.8 \pm 2.3	1.8 \pm 0	erbaceo, geranio

benzaldeide) questi sono stati in maggior concentrazione nel vino della raccolta intermedia assieme al 4-vinilguaiacolo e all'acido omosiringico. Questo potrebbe indicare una più alta concentrazione fenolica, visto che questi composti sono di derivazione dalla via dell'acido schichimico. D'altra parte una maggior esposizione delle uve all'irradiazione solare nelle condizioni etnee può indurre una maggior sintesi fenolica per la protezione contro la forte ossidazione solare. Il vino della raccolta precoce ha avuto una concentrazione decisamente più elevata di tirosolo, quasi il doppio. Anche il tirosolo è un alcol superiore e insieme al feniletanolo è sempre in più alta concentrazione nel vino tra tutti gli altri alcoli superiori.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

● In conclusione la raccolta anticipata rispetto alla tradizionale delle uve var. Minnella consente di ottenere di vini con una maggiore complessità aromatica e con note marcate di banana matura, rosa, frutta matura ed esotica. La raccolta a maturazione più avanzata porta ad avere una maggior concentrazione di composti aromatici erbacei e di composti di derivazione benzenoidica e fenolica, come il gruppo delle vanilline, però da luogo anche alla comparsa di acidi di derivazione della membrana cellulare come l'ottanoico e il decanoico che possono dare aromi non particolarmente gradevoli. Il vino delle uve raccolte tardivamente, non era paragonabile con gli altri due vini e anche all'assaggio si manifestava decisamente meno aromatico. Dobbiamo comunque evidenziare che questa sperimentazione è stata condotta seguendo la vinificazione aziendale che non prevede l'impiego di temperature molto basse durante la pressatura e durante la fermentazione né alcuna stabilizzazione drastica per i sali tartarici. Inoltre i vini svolgono regolarmente la fermentazione malolattica per cui alcuni aromi varietali sono persi e altri di fermentazione secondaria si formano.

RIASSUNTO

● La Minnella bianca è una varietà tipica dell'Etna che rientra come varietà minore per l'Etna bianco pertanto la raccolta non ha mai rappresentato una particolare

Tab. 6. I principali nor-isoprenoidi presenti nel vino di Minnella Bianca alle tre differenti epoche di maturazione. I dati sono la media (\pm deviazione standard) di tre analisi dei tre diversi mosti nelle tre epoche di raccolta.

Norisoprenoidi ($\mu\text{g/L}$)	precoce	intermedia	tardiva	Sensazione olfattiva
3 OH beta damascone	2.5 \pm 0	2.5 \pm 0	0.19 \pm 0	ribes, susina, miele, tabacco
3-ossi-alfa-ionolo	28.3 \pm 0.7	44.3 \pm 0.9	16.0 \pm 0.4	tabacco, dolciastro
Vomifoliolo	63.2 \pm 2.5	37.2 \pm 3.1	4.85 \pm 1.2	frutta esotica, frutta matura

preoccupazione. In questo studio abbiamo voluto monitorare il cambiamento della frazione aromatica nei vini durante la maturazione delle uve. Per far questo ci siamo serviti della produzione di tre aziende, operando una vinificazione naturale senza impiego di trattamenti fisici e chimici drastici né in estrazione né in stabilizzazione.

● La raccolta anticipata rispetto alla tradizionale delle uve var. Minnella consente di ottenere di vini con una maggiore complessità aromatica e con note marcate di banana matura, rosa, frutta matura ed esotica. La raccolta a maturazione più avanzata porta ad avere una maggior concentrazione di composti aromatici erbacei e di composti di derivazione benzenoidica e fenolica, come il gruppo delle vanilline, però da luogo anche alla comparsa di acidi di derivazione della membrana cellulare come l'ottanoico e il decanoico che possono dare aromi non particolarmente gradevoli. Il vino delle uve raccolte tardivamente, non era paragonabile con gli altri due vini e anche all'assaggio si manifestava decisamente meno aromatico.

ABSTRACT

● Minnella bianca is a minor white variety which is used to produce with Cataratto and Carricante Etna Bianco DOC wine. In this study we have compared wines produced from three harvest times, early, regular, late. Wines were produced with a natural system of vinification without using too low temperature, making malolactic fermentation and without using chemical and physical stabilization. Wine produced from early harvest grapes was more aromatic with floral and fruity notes. Regular harvest produced a wine with more complex note (more branched alcohols and fatty acid derived acids). Late harvest wine have very flat aroma. ●

BIBLIOGRAFIA

- Ansaldo G., Cartabellotta D., Falco V., Gagliano F., Scienza A. 2014. Identità e ricchezza del vigneto sicilia. In 1. vigneti - sicilia, ansaldi g. cip - biblioteca centrale della Regione Siciliana "Alberto Bombace".
- Baumes R., Wirth J., Bureau S., Gunata Y., Razungles A. 2002. Biogeneration of C13-norisoprenoid compounds: experiments supportive for an apocarotenoid pathway in grapevines. *Analytica Chimica Acta* 458 :3-14.
- Bellincontro A., Matarese F., D'Onofrio C., Accordini D., Tosi E., Mencarelli F. 2016. Management of postharvest grape withering to optimise the aroma of the final wine: A case study on Amarone. *Food Chemistry* 213: 378-387.
- D'Onofrio C. 2013. Changes in volatile compounds. In *Sweet, reinforced, and fortified wines*. Ed. Mencarelli F. e Tonutti P., Wiley and Sons, Londra.
- Darriet P., Thibon C., Dubourdieu D. 2012. Aroma and aroma precursors in grape berry. In *The Biochemistry of the Grape Berry* Ed. H. Gerós, M. M. Chaves, S. Delrot, Bentham Books, pp. 111-137.
- Dunlevy J.D., Kalua C.M., Keyzers R.A., Boss P.K. 2009. The production of flavour and aroma compounds in grape berries. In *Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology* Ed. K.A. Roubelakis-Angelakis, Springer NY, pp. 294-340.
- Moio L. 2016. Il respiro del vino. Mondadori Milano.
- Moio L., Piombino P. 2013. Management of vinification and stabilization to preserve the aroma characteristic of dehydrated grape. In *Sweet, reinforced, and fortified wines*. Ed. F. Mencarelli, P. Tonutti., Wiley and Sons, Londra.
- Sánchez-Palomo E., Díaz-Maroto M.C., GonzálezViñasa M.A., Soriano-Pérez A., Pérez-Coello M.S. 2007. Aroma profile of wines from Albillo and Muscat grape varieties at different stages of ripening. *Food Control* 5:398-403.
- Signorelli A. 1991. Sestini D. - Memorie sui vini siciliani. Sellerio, Palermo.
- Swiegers J.H., Bartowsky E.J., Henschke P.A., Pretorius I.S. 2005. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. *Aust. J. Grape Wine Res.* 11:139-173.
- Ugliano M., Moio L. 2006. The influence of malolactic fermentation and *Oenococcus oeni* strain on glycosidic aroma precursors and related volatile compound of red wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 2468-2476.