

NICOLA MORETTI (*)^(°) - SABINO A. BUFO (*) - CELIA FOUILLOUX (**)
FILOMENA LELARIO (*) - ANDREA CAPOGROSSI (*)
CHIARA A. SINISGALLI (*) - LUIGI MILELLA (*) - LAURA SCRANO (*)

PRIMI RISULTATI SULLA UTILIZZAZIONE DEL LEGNAME DI *QUERCUS PUBESCENS* WILLD. (ROVERELLA) PER LA PRODUZIONE DI BOTTI DA INVECCHIAMENTO ⁽¹⁾

(*) Università della Basilicata, Via dell'Ateneo lucano 10, Potenza.

(**) Université Claude Bernard, Lione, Francia

(°) Autore corrispondente; nicola.moretti@unibas.it

In questo studio è stato confrontato dal punto di vista quali-quantitativo e sensoriale un vino rosso (Aglianico di Cantine del Notaio, Rionero in Vulture) invecchiato per dodici mesi in botte di Quercus pubescens Willd. (roverella) e di Quercus petraea (Matt.) Liebl. (rovere di provenienza francese). I primi risultati ottenuti evidenziano che il vino invecchiato in barrique di Q. pubescens è più ricco in composti fenolici rispetto a quello invecchiato in barrique di Q. petraea. L'analisi sensoriale condotta sui vini tal quali e su un blend ottenuto mescolandoli in un rapporto 1:1 (v:v) ha evidenziato uno spiccato gradimento degli utenti verso quest'ultimo.

Parole chiave: roverella; botti da invecchiamento; vini rossi; caratterizzazione chimica.

Key words: pubescent oak; barrels; red wine; chemical characterization.

Citazione: Moretti N., Bufo S.A., Fouilloux C., Lelario F., Capogrossi A., Sinisgalli C.A., Milella L., Scrano L., 2019 - *Primi risultati sulla utilizzazione del legname di Quercus pubescens Willd. (roverella) per la produzione di botti da invecchiamento.* L'Italia Forestale e Montana, 74 (3): 143-154.
<https://doi.org/10.4129/ifm.2019.3.02>

1. INTRODUZIONE

Il vino è una bevanda alcolica tradizionale di elevata importanza commerciale, ottenuta dalla fermentazione del mosto d'uva. La qualità del vino è legata alla composizione e alla varietà dell'uva (Artero *et al.*, 2015). I vini sono anche classificati in base alla zona geografica dei vigneti, alle variazioni genetiche dei vitigni, alle diverse pratiche viticole e alle tecniche di vinificazione e invecchiamento (Dennis *et al.*, 2012). Il vino, in realtà, è una miscela complessa di diverse centinaia di composti molti dei quali, pur in basse concentrazioni, svolgono un ruolo importante nella sua evoluzione e qualità (García-Guzmán *et al.*, 2015). Le

¹ Il contributo è stato presentato nella sessione 11 - Ricerca, innovazione e prospettive nella filiera foresta-legno - del IV Congresso Nazionale di Selvicoltura, Torino, 5-9 novembre 2018.

concentrazioni medie delle componenti principali del vino sono acqua (86%), etanolo, (12%), glicerolo e polisaccaridi e altri oligoelementi (1%), diversi tipi di acidi (0,5%) e composti volatili (0,5%) (Farina A., 2015). I polifenoli insieme ad altri composti antiossidanti conferiscono sinergicamente al vino le sue proprietà nutraceutiche (Sumby *et al.*, 2010, Xiang *et al.*, 2014).

L'affinamento o invecchiamento in botte di legno è uno dei metodi utilizzati dai produttori di vino per sostenere la maturazione dopo che la fermentazione alcolica è terminata. In passato il legno era considerato solo un “contenitore universale” per il vino: infatti era sottovalutata la sua capacità di incidere sulle qualità organolettiche di questa importante bevanda. Il vino in botte è oggetto di numerose trasformazioni che, in funzione della porosità del legno, possono portare allo sviluppo di un processo detto “a bassa ossigenazione” (Garde-Cerdán e Ancín-Azpilicueta, 2006; Vivas e Glories, 1993).

Un'altra caratteristica peculiare di questo tipo di conservazione è l'arricchimento di aromi complessi. L'estrazione di composti volatili dalle botti dipende soprattutto dal tempo di contatto tra il vino e il legno e dalla composizione del vino stesso. Il processo pertanto è di reciproco scambio in quanto il vino estrae dal legno e gli trasferisce allo stesso tempo delle sostanze chimiche. Questo avviene perché le tre maggiori componenti del legno (lignina, cellulosa ed emicellulosa) possono conferire caratteristiche acido-base. Inoltre, la lignina possiede alcuni siti idrofobici di attacco per i componenti fenolici del vino (Tachis, 2000).

Le botti di *Q. petraea* (Matt.) Liebl. sono comunemente usate nell'invecchiamento del vino e degli alcolici grazie alle intrinseche proprietà del legno che favorisce una maggiore stabilità del colore, una chiarificazione spontanea e un aroma complesso e strutturato (Garde-Cerdán *et al.*, 2010; Puech *et al.*, 1999). Recentemente coesiste un orientamento verso l'utilizzo di altre specie legnose: è il caso di *Q. pubescens* Willd., una quercia semidecidua, caratterizzata da un'alta variabilità morfologica (Schwarz, 1993). È diffusa nell'Europa occidentale, centrale e sud-orientale (Jalas e Suominen, 1999) ed è stata utilizzata in passato per produrre traversine ferroviarie o come legna da ardere, per la carpenteria e per la costruzione di imbarcazioni.

Al fine di valorizzarla nel settore enologico, abbiamo messo a confronto dal punto di vista quali-quantitativo e sensoriale un vino rosso (Aglianico di Cantine del Notaio, Rionero in Vulture) invecchiato per dodici mesi rispettivamente in botti di *Q. pubescens* e di *Q. petraea*.

Il confronto ha interessato anche lo studio della struttura anatomica del legno delle due specie poiché la velocità ed il tipo di invecchiamento è funzione della composizione e delle proprietà fisiche e chimiche del tessuto legnoso. Infatti, come già riportato, è importante che siano attivate reazioni tra il vino e l'ambiente in cui è conservato che incidano sull'evoluzione del colore, dei profumi e del gusto.

Inoltre, è stata condotta un'esperienza sensoriale sul vino tal quale, invecchiato nelle due differenti botti e un vino *blend* ottenuto miscelando i due vini in un rapporto 1:1.

2. MATERIALI E METODI

Il legno di roverella necessario per la costruzione della botte è stato prelevato da esemplari arborei cresciuti nel Comune di San Fele, Località Bosco Civita (Potenza), mentre il legname di rovere proveniva da Chantilly, Francia.

Il legno delle due specie è stato stagionato all'aperto per circa diciotto mesi presso un'azienda produttrice di botti di Sarno (SA, Campania), quindi sono state assemblate due botti da cento litri. In seguito presso l'azienda Cantine del Notaio in Rionero in Vulture (PZ, Basilicata), le due botti sono state riempite e dopo alcune colature il vino è stato lasciato invecchiare per un anno (Figura 1).



Figura 1 - Botti di rovere (sx) e roverella (dx).

2.1. *Esame microscopico dei legni*

L'esame microscopico della struttura delle doghe di roverella è stato eseguito presso l'Università degli Studi di Bari adoperando uno Stereomicroscopio Nikon SMZ 800, dotato di fotocamera digitale Nikon DS-5M, di un sistema di acquisizione dati e software LUCIA.

2.2. *Preparazione dei campioni di vino*

I campioni di vino (trasportati e conservati al buio a -4°C) prima della analisi sono stati filtrati (PTFE Millipore $0,22\ \mu\text{m}$) ed analizzati adoperando un HPLC Agilent 1200 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) dotata di una pompa binaria (G-1312A), un campionatore automatico (G-1329A), un rivelatore a serie di diodi 1315-D (DAD) e una colonna monolitica di Onyx ($50\times 2\ \text{mm}$ C18, Phenomenex, Italia). Condizioni Operative: fase mobile - (A) Acqua Milli-Q (Millipore, Bedford, MA, USA) acidificata con TFA $0,1\%$ e (B) metanolo (entrambi da Sigma Aldrich, Darmstadt, Germania). L'eluizione in gradiente è consistita nella variazione della fase mobile (0% B a $1\ \text{min}$, $0\text{-}30\%$ B a $6,7\ \text{min}$, $30\text{-}70\%$ B a $13,70\ \text{min}$, $70\text{-}90\%$ B a $14,50\ \text{min}$, e 90% B a $19,70\ \text{min}$), per consentire una corretta separazione delle componenti, flusso della colonna: $0,6\ \text{ml/min}$; rivelazione a $\lambda\ 278\ \text{nm}$. Sono state eseguite tre repliche analitiche per ciascun campione.

Per l'identificazione e la quantificazione di alcune componenti del vino è stata condotta un'ulteriore analisi tramite HPLC (Ultimate 3000, Dionex, Sunnyvale, CA, USA) collegato a uno spettrometro di massa compact Qq-TOF HRMS (Bruker Daltonik).

Per la separazione cromatografica è stata utilizzata una colonna Accucore RP-MS, 100×2,1 mm, 2,6 µm (ThermoFisher Scientific, Waltham, MA, USA), flusso 0,2 ml/min a 25 °C.

Le condizioni di separazione cromatografica sono state le seguenti: solvente A, - acqua ultrapura acidificata con acido acetico (1%), solvente B, acetonitrile 100% (Sigma Aldrich, Darmstadt, Germania), utilizzato in eluizione a gradiente: T. 0 min (10 % B), T. 45 min (100% B), T. 50 min (100% B), T. 55 min (10% B), T. 60 min (10% B).

I dati di massa sono stati acquisiti in modalità positiva e negativa ESI con velocità di acquisizione di 3 Hz. La determinazione della formula molecolare è stata ottenuta mediante la valutazione combinata dell'accuratezza di massa, dei modelli isotopici, delle informazioni sull'addotto e sui frammenti, utilizzando il software Smart Formula 3D.

2.3 *Determinazione del Potere Antiossidante (DPPH)*

Si tratta di un metodo analitico che utilizza una misura di tipo spettrofotometrico per determinare la capacità anti-radicalica di un campione. Il 2,2-difenil-1-picrilidrazile (DPPH) è un radicale azotato molto stabile e disponibile in commercio, caratterizzato da un'intensa colorazione rosso porpora, che decolora quando viene ridotto in presenza di una molecola dotata di capacità antiossidante. Mediante misurazione spettrofotometrica a 515 nm della variazione di assorbanza della soluzione di DPPH, dopo reazione con un composto antiossidante, è possibile quantificare la capacità riducente della sostanza in esame sia che essa agisca con trasferimento di idrogeno che per cessione di elettroni. Il risultato è generalmente espresso come IC₅₀, cioè la quantità di antiossidante in grado di ridurre del 50% la concentrazione iniziale di DPPH.

Il test è stato condotto seguendo il metodo di Milella *et al.* (2014). I campioni sono stati analizzati individualmente a diverse concentrazioni aggiungendo una soluzione metanolica del radicale DPPH (100 µM). Per ciascuna misura sono stati aggiunti a 200 µl di reagente DPPH 50 µl di campione opportunamente diluito; le miscele sono state agitate e lasciate riposare al buio a temperatura ambiente. L'assorbanza delle soluzioni risultanti è stata misurata a 515 nm dopo 30 min. Il potere antiossidante è stato espresso per confronto con i valori di assorbanza misurati per quantità note di Trolox, molecola antiossidante scelta come standard di riferimento (mg TE g⁻¹). Sono state eseguite tre repliche analitiche ed i risultati sono stati espressi come media ± deviazione standard (Padula *et al.*, 2013).

2.4 *FRAP Test (Ferric Reducing Antioxidant Power)*

Il test FRAP misura la capacità riducente degli antiossidanti nei confronti degli ioni ferro. Si tratta di un metodo basato sul trasferimento di elettroni, in cui gli ioni ferro passano da Fe³⁺ a Fe²⁺. In determinate condizioni di pH (3,6) e, in presenza di TPTZ (2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine), gli ioni Fe formano complessi con caratteristiche diverse: in particolare il derivato ridotto (Fe²⁺-TPTZ) assume

una colorazione blu che presenta un assorbimento massimo a 593 nm, misurabile per via spettrofotometrica. La capacità riducente di una sostanza antiossidante può quindi essere misurata come variazione dell'assorbanza della soluzione contenente l'ossidante alla lunghezza d'onda stabilita per confronto con la variazione relativa al Trolox usato come standard di riferimento.

Il test FRAP è stato in origine ideato per la misurazione del potere riducente del plasma ma è stato poi adattato per saggiare la capacità antiossidante di composti puri e matrici complesse. Il saggio è stato eseguito seguendo il metodo ufficiale modificato da Russo *et al.*, (2015). Il reagente FRAP è stato preparato fresco prima di ogni esperimento miscelando 300 mM di tampone acetato in acqua distillata pH 3,6, 20 mM FeCl₃ 6H₂O in acqua distillata e 10 mM TPTZ in HCl 40 mM in proporzione 10: 1: 1. Sono stati aggiunti 25 µl di campione opportunamente diluito (25 µl di metanolo per il bianco) a 225 µl di reagente FRAP e incubati a 37°C per 40 minuti al buio. L'assorbanza della soluzione risultante è stata misurata a 593 nm. Sono state fatte tre repliche per ciascuna analisi ed i risultati sono stati espressi come media ± deviazione standard (Padula *et al.*, 2013).

2.5 Contenuto totale di polifenoli (TPC)

Per le analisi del contenuto totale di polifenoli nei campioni di vino è stato utilizzato il metodo ufficiale di *Folin-Ciocalteu*, così come riportato da Milella *et al.*, 2014. Sono stati aggiunti 75 µL di vino (nel bianco 75 µL di metanolo) a 425 µl di acqua distillata, 500 µL di reagente di Folin-Ciocalteu e 500 µL di una soluzione acquosa di carbonato di sodio (10% p/v). La miscela è stata agitata e lasciata al buio a temperatura ambiente per 60 minuti, quindi è stata misurata l'assorbanza a 723 nm. Per ogni campione è stato calcolato l'indice di *Folin-Ciocalteu* e, mediante una retta di taratura con acido gallico come standard di riferimento, è stata determinata la concentrazione di polifenoli totali espressa in mg equivalenti di acido gallico per grammi di campione (mgGAE/g). Sono state eseguite tre repliche per ciascuna analisi ed i risultati sono stati espressi come media ± deviazione standard (Padula *et al.*, 2013).

2.6 Analisi sensoriale

L'esame sensoriale è stato fatto presso la Cantina del Notaio in Rionero. Al *panel* di assaggio, sette sommelier, appartenenti alla Federazione Italiana Sommelier Albergatori e Ristoratori (FISAR), hanno giudicato le caratteristiche sensoriali ed organolettiche del vino invecchiato nelle due botti e del *blend*, con l'obiettivo di verificare le differenze sensoriali tra le 3 tesi oggetto di studio e le preferenze dei campioni. Agli assaggiatori è stata somministrata una scheda FISAR nella quale esprimere un giudizio per i seguenti parametri:

- valutazione visiva colore (tonalità, intensità e limpidezza);
- valutazione olfattiva (franchezza, intensità, raffinatezza e complessità);
- valutazione gustativa (franchezza, corpo, equilibrio e persistenza);
- valutazioni finali e retro-olfattive e giudizio complessivo.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Le sezioni di legno delle due botti (Figure 2 e 3), esaminate al microscopio, mostrano un tessuto e un aspetto omogeneo, con fibre allineate e riunite.

Diversa è la dimensione dei vasi (maggiore nel legno di rovere francese) che determina una maggiore aerazione/ossigenazione del vino consentendo alle molecole di tannino di polimerizzare e diventare meno invadenti nel tempo.

Risulta comunque difficile differenziare le due specie (*Q. petraea* e *Q. pubescens*) sulla base delle caratteristiche anatomiche del loro legno (Schoch *et al.*, 2004).

Questa peculiarità è confermata dai dati riportati in tabella 1 in cui è riportato il potere ossidante del vino. Il contenuto in tannini è molto elevato nel vino invecchiato nella botte di rovere rispetto a quella di roverella ed è in linea con il più elevato valore di *Total Flavonoid Content* (TFC) riscontrato. Gli altri parametri sono leggermente migliori nel vino invecchiato in botte di roverella.

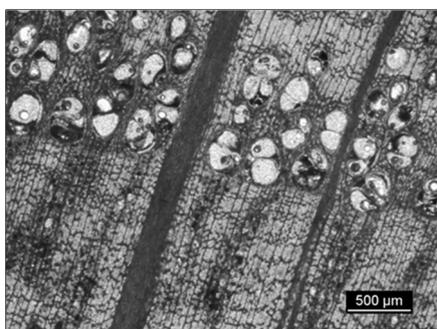


Figura 2 - Micro-sezione anatomica di *Q. pubescens*.



Figura 3 - Micro-sezione anatomica di *Q. petraea* (Schoch *et al.*, 2004).

Tabella 1 - Potere ossidante del vino invecchiato in botti di *Q. petraea* e *Q. pubescens*.

Barrique	ABTS		DPPH		FRAP		TFC		TPC		TANNINI	
	mgGAE/g		mgGAE/g		mgGAE/g		mgGAE/g		mgGAE/g			
	±		±		±		±		±			
	media	D.S.										
Rovere	16477	794	143	2,86	101356	870	4984	472	2364	171	5914	359
Roverella	16710	194	148	3.46	10716	948	4606.30	424	2379	186	1784	162

Le analisi cromatografiche riportate in tabella 2 hanno evidenziato una leggera differenza imputabile alla specie legnosa delle botti in cui il vino è stato sottoposto al processo di invecchiamento: in particolare il contenuto in resveratrolo è maggiore nel vino invecchiato in botti di *Q. pubescens*.

Tabella 2 - Analisi cromatografica delle due tesi di vino.

Massa Mol [M-H]-	Formula	Composti	Tempo ritenzione	<i>Quercus petraea</i> Intensità	<i>Quercus pubescens</i> Intensità
135.0452	C8H8O2	Anisaldehyde	1 min	2,2.10 ⁴	2,6.10 ⁴
181.0506	C9H10O4	Syringaldehyde (4 picchi)	1,5 min	2.10 ⁴	2,8.10 ⁴
			2,2 min	0,8.10 ⁴	1,7.10 ⁴
			5,7 min	0,8.10 ⁴	1,4.10 ⁴
			9,5 min	0,5.10 ⁴	0,8.10 ⁴
181.0659	C13H10O	Benzophenone	1,6 min	8.10 ³	5,3.10 ³
165.0557	C9H10O3	Acetovanillone	6,2 min	5,5.10 ⁴	7.10 ⁴
181.0506	C9H10O4	Homovanillic acid (3 picchi)	1,5 min	2.10 ⁴	2,8.10 ⁴
			2,2 min	0,8.10 ⁴	1,7.10 ⁴
			5,7 min	0,8.10 ⁴	1,4.10 ⁴
			9,5 min	0,5.10 ⁴	0,8.10 ⁴
199.1704	C12H24O2	Lauric acid	30,3 min	3,4.10 ⁵	1,8.10 ⁵
227.2017	C14H28O2	Myristic acid	34,9 min	2,8.10 ⁵	2,6.10 ⁵
241.2173	C15H30O2	Pentadecanoic acid	36,4 min	2,3.10 ⁴	2,2.10 ⁴
			37 min	3.10 ⁴	4,8.10 ⁴
255.2329	C16H32O2	Palmitic acid	39,1 min	0,9.10 ⁶	2,5.10 ⁶
269.2496	C17H34O2	Margaric acid	40,4 min	1,8.10 ⁴	0,6.10 ⁴
			40,9 min	2.10 ⁴	2.10 ⁴
283.2642	C18H36O2	Stearic acid	42,7 min	1,2.10 ⁶	5,5.10 ⁶
			37 min	0,8.10 ⁴	0,7.10 ⁴
			38 min	0,3.10 ⁴	0,5.10 ⁴
279.2330	C18H32O2	Linoleic acid	50,4 min	0,35.10 ⁴	0,55.10 ⁴
			6,1 min	0,8.10 ⁴	1,3.10 ⁴
			9,1 min	2,1.10 ⁴	4.10 ⁴
227.0714	C14H12O3	Resveratrol (4 picchi)	10 min	1,7.10 ⁴	2.10 ⁴
			12,3 min	2.10 ⁴	2,5.10 ⁴
			14 min	1,2.10 ⁴	0,8.10 ⁴
284.0405	C15H10O6	Kaempferol	14 min	1,2.10 ⁴	0,8.10 ⁴
577.5212	C30H26O12	Procyanidine	1,4 min	2,8.10 ⁵	5,2.10 ⁵
169.0142	C7H6O5	Gallic acid	1,3 min	4,4.10 ⁵	0,8.10 ⁶
273.0760	C15H12O5	naringenin	9,5 min	3,5.10 ³	6,6.10 ³
239.0700	C15H10O3	6-hydroxyflavone	26,6 min	1,2.10 ⁵	1.10 ⁵
271.0600	C15H10O5	Genistein	13,5 min	1,4.10 ⁴	1,4.10 ⁴
433.1130	C21H20O10	Genistin	8,6 min	1.10 ⁴	1,7.10 ⁴
417.1180	C21H20O9	Daidzin	12 min	3,4.10 ³	4,8.10 ³
285.0760	C16H12O5	Glycitein	18,9 min	1,2.10 ⁴	1,1.10 ⁴
447.1290	C22H22O10	Glycitin	9,8 min	1,4.10 ⁴	2,5.10 ⁴
205.1598	C14H22O	2,4-Di-tert-butylphenol	30,6 min	1,5.10 ⁶	1,2.10 ⁶
409.3112	C28H42O2	Tocotrienol	45,6 min	1,3.10 ³	4,2.10 ⁵
			3,7 min	1,7.10 ³	2,6.10 ³
151.0401	C8H8O3	Vanillin	50,4 min	1,7.10 ³	1,5.10 ³
581.1865	C27H32O14	Naringin	7,5 min	0,73.10 ³	3,5.10 ³
			52,7 min	0,73.10 ³	0,45.10 ³
163.0391	C9H6O3	Umbelliferone	2,8 min	-	2,2.10 ⁴
177.0558	C10H10O3	Coniferaldehyde	2,5 min	-	2,8.10 ⁴
281.2486	C18H34O2	Oleic acid	39,8 min	7.10 ⁴	5,8.10 ⁴
			50,4 min	7.10 ⁴	4.10 ⁴
105.0046	C7H6O	Benzaldehyde	45,3 min	-	0,46.10 ⁴
207.1390	C13H20O2	3-Oxo-alpha-ionol	20,2 min	-	5.10 ⁴
143.1078	C8H16O2	Caprylic acid	50,4 min	-	5,2.10 ⁴

La qualità del vino invecchiato è determinata da diversi fattori ma sicuramente la componente fenolica, per l'azione antiossidante e le proprietà organolettiche della bevanda, e il tipo di specie legnosa con cui è stata a contatto (Aiken e Noble, 1984), è da considerarsi fondamentale.

I polifenoli, prodotti secondari del catabolismo degli zuccheri, sono molecole composte da più anelli fenolici condensati e si dividono in: flavonoidi (flavonoli, flavan-3-oli e antociani e, in parte minore, flavanoli e flavoni) (Figura 4) e composti non flavonoidi (acidi fenolici e stilbeni).

Potenti antiossidanti, sono utili per garantire l'ottimale funzionamento di fegato, sistema immunitario e capillari; contribuiscono inoltre alla prevenzione di numerose patologie, come quelle cardiovascolari, infiammatorie e persino alcune forme tumorali. L'ampia varietà di azioni biologiche ascritte ai flavonoidi dipende in gran parte dalla loro capacità di bloccare il danno provocato dai radicali liberi (Minussi *et al.*, 2003), che si correla in maniera importante con molte patologie croniche degenerative.

In particolare gli stilbeni rappresentano una famiglia di polifenoli più complessi che negli ultimi anni hanno assunto un ruolo fondamentale per la loro influenza positiva sulla salute umana. Sono composti costituiti da due anelli benzenici uniti per mezzo di una catena etanica o etilenica, sintetizzati dalla vite in risposta ad attacchi fungini o all'esposizione ai raggi UV.

Il composto più noto appartenente a questa classe è il resveratrolo (Figura 5), ritenuto responsabile dell'effetto benefico del vino rosso nel ridurre l'incidenza di malattie coronariche (Hung *et al.*, 2000; Martinez e Moreno, 2000; Wu *et al.*, 2001). Nel vino, il contenuto fenolico totale dipende qualitativamente e quantitativamente sia da fattori correlati all'uva sia da fattori legati alle tecnologie di vinificazione (macerazione, uso di enzimi e coadiuvanti enologici, temperature di macerazione, fermentazione, recipienti di conservazione ed invecchiamento ecc.).

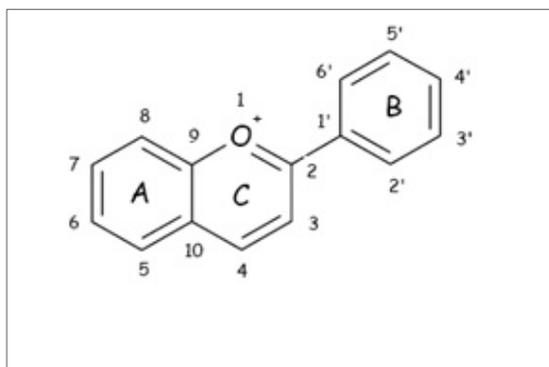


Figura 4 - Struttura chimica di base dei composti flavonoidi (2-fenil-benzopirilio).

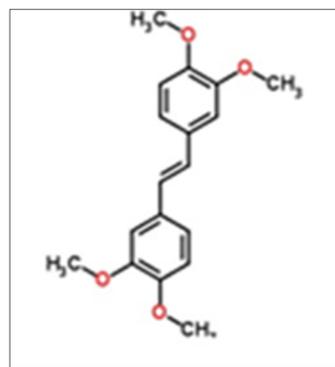


Figura 5 - Resveratrolo.

Fra i polifenoli, molecole interessanti sono gli antociani e i tannini, che sono capaci di reagire con le glicoproteine della saliva (mucina) e con le proteine della parete della bocca modificando il loro stato e le loro proprietà lu-

brificanti. In base alla natura ed alla concentrazione dei tannini, si può ottenere una sensazione bilanciata e delicata o, al contrario, un retrogusto amaro o astringente.

Il vino invecchiato in botti di *Q. pubescens* è risultato reggere il confronto dal punto di vista quali-quantitativo con quello conservato nel legno di *Q. petraea* (storicamente utilizzato per l'invecchiamento) ma nel contempo ha sviluppato un bouquet attrattivo per il consumatore ed un gusto rotondo. La valutazione sensoriale è riportata in tabella 3.

Tabella 3 - Valutazione sensoriale del vino.

Tipologia botte	N° schede	Valutazione visiva colore				Valutazione olfattiva					Valutazione gustativa					Sensazioni finali e retroolfattive	Giudizio complessivo	Totale parziale	Totale gen. su 100	Totale globale per tipologia	Valore totale medio
		tonalità	intensità	limpidezza	tot. parziale	franchezza	intensità	finezza	complessità	tot. parziale	franchezza	corpo	equilibrio	persistenza	tot. parziale						
Rovere	1	4	4	4	12	8	7	6	7	28	8	6	6	6	26	8	6	14	80	555	79.29
	2	5	5	5	15	7	6	5	6	24	6	6	6	6	24	8	6	14	77		
	3	5	5	4	14	7	6	6	6	25	6	7	6	6	25	8	7	15	79		
	4	5	5	6	16	6	7	6	7	26	6	7	5	7	25	9	6	15	82		
	5	5	5	5	15	7	7	6	6	26	7	6	7	6	26	9	7	16	83		
	6	4	5	5	14	0	6	6	8	20	7	8	6	7	28	9	8	17	79		
	7	3	5	6	14	5	6	6	7	24	5	6	6	6	23	8	6	14	75		
Roverella	1	4	3	3	10	6	7	7	8	28	8	8	8	7	31	9	7	16	85	579	82.71
	2	5	5	5	15	6	5	5	5	21	6	6	6	7	25	8	6	14	75		
	3	5	6	5	16	6	7	7	7	27	7	7	8	6	28	9	7	16	87		
	4	5	6	5	16	7	7	6	6	26	7	7	6	7	27	8	7	15	84		
	5	5	5	5	15	8	7	6	6	27	7	6	6	6	25	9	7	16	83		
	6	3	5	4	12	6	7	5	5	23	5	7	6	7	25	6	6	12	72		
	7	5	6	6	17	7	8	8	7	30	8	7	7	8	30	9	7	16	93		
Blend	1	5	5	5	15	7	7	7	7	28	7	7	7	7	28	9	7	16	87	615	87.86
	2	5	5	5	15	7	6	7	6	26	7	7	7	8	29	9	7	16	86		
	3	5	6	6	17	7	7	6	6	26	7	7	7	7	28	9	7	16	87		
	4	5	5	6	16	7	6	6	7	26	7	8	8	8	31	8	8	16	89		
	5	6	5	5	16	8	7	7	7	29	8	7	7	7	29	10	7	17	91		
	6	5	5	5	15	7	6	7	7	27	6	6	6.5	6.5	25	8	6	14	81		
	7	5	5	6	16	7	8	7	8	30	7	8	8	8	31	9	8	17	94		

4. CONCLUSIONI

In questo studio preliminare l'interesse principale è stato incentrato su alcuni parametri come la determinazione dei polifenoli totali, la valutazione dell'attività antiossidante, l'influenza del legno durante l'invecchiamento sul colore e, infine, l'ottimizzazione delle proprietà sensoriali dei vini rossi.

L'obiettivo principale è stato di ottenere un vino dalle migliori caratteristiche sensoriali e in grado di conferire un maggior effetto positivo sulla salute dei consumatori (alto contenuto di composti antiossidanti).

La ricerca, che ha visto la partecipazione attiva di "Cantine del Notaio" di Rionero in Vulture, ha stimolato numerosi ed interessanti spunti di riflessione che meritano un ulteriore approfondimento. L'analisi chimica ha evidenziato un maggiore contenuto in resveratrolo e un minor contenuto di tannini nel vino invecchiato nella botte di *Quercus pubescens* Willd., mentre l'analisi sensoriale ha mostrato un maggior gradimento del *blend* rispetto ai due vini tal quali.

Si apre quindi una nuova prospettiva di destinazione d'uso e valorizzazione di questa specie legnosa che potrebbe consentire la produzione di vino di qualità, anche dal punto di vista nutraceutico, in minor tempo, consentendo alla Cantina una commercializzazione più veloce e una conseguente non trascurabile valorizzazione dei boschi di roverella, attualmente sottostimati.

RICONOSCIMENTI

Si ringrazia il Sindaco del Comune di San Fele, Dott. Donato Sperduto, per aver messo a disposizione le piante oggetto del presente studio e le "Cantine del Notaio", nella persona del Dott. Gerardo Giuratrabocchetti, per la collaborazione alla sperimentazione.

SUMMARY

Use of downy oak wood (Quercus pubescens Willd.) for the production of aging barrel

Quercus pubescens Willd. (Pubescent oak or downy oak), a semi-deciduous oak, widespread in western, central and south-eastern Europe (Jalas & Suominen, 1999) is characterized by a high morphological variability (Schwarz, 1993). It grows in thermophilous broad-leaved forests, with optimum in the sub-Mediterranean belt, and is well adapted in growing in different types of soils. Thanks to its drought resistance, probably linked to the fact that it easily hybridizes with other species of *Quercus* genus (Ferrari & Medici, 2003), it is commonly used in reforestation. In the past, the downy oak wood was mainly used for railway thanks to its good durability properties, while nowadays it is used as firewood, occasionally for carpentry or boat construction.

Recently its use has been revalued and addressed to the production of aging barrels for the production of high quality wines. Usually for aging oak barrels are used; they are made with French oak (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.) a wood species widespread in France but also in Eastern Europe and in some areas of Asia Minor and Morocco. Its wood gives color stability, spontaneous clarification and a complex and structured aroma to wine. In an experimentation undertaken by our research team two samples of the same red wine (Aglianico made by

Cantine del Notaio, in Rionero in Vulture), aged for twelve months respectively in barrels of downy oak and of French oak, were compared to evaluate chemical and sensorial differences. The comparison also involved the study of the anatomical structure of wood, and the type of drying of the staves, since the speed and type of aging can be influenced by these. It is actually important to activate reactions between wine and the surrounding environment that are responsible of the wine color, aroma and taste. Oxidation, in particular, stabilizes wine allowing it to resist longer over time, while the release of tannins permits taste harmonization. By precision analytical instrumentation it was possible to quantify the content of resveratrol and tannins, also evaluating the antioxidant power of the two tested wines. In order to evaluate consumer's acceptance and expectations in relation to the specific perceptible profile of the product, a sensory testing of aged wines was carried out, in addition to the chemical-physical analyses.

Instrumental analysis of a food can actually assure the compliance with the hygienic-sanitary and physico-chemical parameters required by the legislation, but it does not provide data on its pleasantness to the palate or on the emotion induced by scent and aromas.

The sensory experience was carried out not only on two wines but also on a blended wine obtained by mixing in a 1:1 ratio the two samples. The chemical analysis showed a higher content of resveratrol and lower of tannins in the wine aged in the downy oak cask, whereas the sensory analysis showed a greater liking of the blend.

It is evident that new perspectives of exploitation of downy oak wood can be opened, which could allow the production of high quality wine, also from a nutraceutical point of view, with the consequent valorization of the currently underestimated stands of this specie.

BIBLIOGRAFIA

- Aiken W.J., Noble A., 1984 - *Composition and sensory properties of Cabernet Sauvignon wine aged in French versus American oak barrels*. *Vitis*, 23: 27-36.
- Artero A., Artero A., Tarín J.J., Cano A., 2015 - *The impact of moderate wine consumption on health*. *Maturitas*, 80 (1): 3-13. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2014.09.007>
- Dennis E.G., Keyzers R.A., Kalua C.M., Maffei S.M., Nicholson E.L., Boss P.K., 2012 - *Grape contribution to wine aroma: production of hexyl acetate, octyl acetate, and benzyl acetate during yeast fermentation is dependent upon precursors in the must*. *J. Agric. Food Chem.*, 60 (10): 2638-2646. <https://doi.org/10.1021/jf2042517>
- Farina A., 2015 - *Nozioni su vini, vitigni e zone vitivinicole d'Italia*. Alessandro Farina editore.
- García-Guzmán J.J., Hernández-Artiga M.P., Palacios-Ponce de León L., Bellido-Milla D., 2015 - *Selective methods for polyphenols and sulphur dioxide determination in wines*. *Food Chem.*, 182: 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.101>
- Garde-Cerdán T., Lorenzo C., Carot J.M., Esteve M.D., Climent M.D., Salinas M.R., 2010 - *Effects of composition, storage time, geographic origin and oak type on the accumulation of some volatile oak compounds and ethylphenols in wines*. *Food Chem.*, 122: 1076-1082. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.077>
- Garde-Cerdán T., Ancín-Azpilicueta C., 2006 - *Review of quality factors on wine ageing in oak barrels*. *Trends in Food Science & Technology*, 17 (8): 438-447. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.01.008>
- Martínez J., Moreno J.J., 2000 - *Effect of resveratrol, a natural polyphenolic compound, on reactive oxygen species and prostaglandin production*. *Biochem Pharmacol.*, 59 (7): 865-70. [https://doi.org/10.1016/S0006-2952\(99\)00380-9](https://doi.org/10.1016/S0006-2952(99)00380-9)
- Milella L., Bader A., De Tommasi N., Russo D., Braca A., 2014 - *Antioxidant and free radical-scavenging activity of constituents from two *Scorzonera* species*. *Food Chem.*, 160: 298-304. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.097>
- Minussi R.C., Rossi M., Bologna L., Cordi L., Rotilio D., Pastore G.M., Duran N., 2003 - *Phenolic compound and total antioxidant potential of commercial wines*. *Food Chem.*, 82: 409-16. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00590-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00590-3)

- Hung L.M., Chen J.K., Huang S.S., Lee R.S., Su M.J., 2000 - *Cardioprotective effect of resveratrol. A natural antioxidant derived from grapes*. Cardiovasc Res., 47: 549-555.
[https://doi.org/10.1016/S0008-6363\(00\)00102-4](https://doi.org/10.1016/S0008-6363(00)00102-4)
- Jalas J., Suominen J., R.L., 1999 - *Atlas Florae Europaeae*. <http://www.helsinki.fi/kmus/afe.html> (Ed.).
- Padula M.C., Lepore L., Milella L., Ovesna J., Malafronte N., Martelli G., De Tommasi N., 2013 - *Cultivar based selection and genetic analysis of strawberry fruits with high levels of health promoting compounds*. Food Chemistry, 140 (4): 639-646.
- Puech J.L., Feuillat F., Mosedale J.R., 1999 - *The tannins of Oak Heartwood: structure, properties, and their influence on wine flavor*. Am. J. Enol. Vitic., 50: 469-478.
- Russo, D., Malafronte, N., Frescura, D., Imbrenda, G., Faraone, I., Milella, L., Fernandez, E., De Tommasi, N. 2015 - *Antioxidant activities and quali-quantitative analysis of different Smilax sonchifolius [(Poepp. and Endl.) H. Robinson] landrace extracts*. Natural Product Research, 29 (17): 1673-1677. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.990906>
- Schoch W., Heller I., Schweingruber F.H., Kienast F., 2004 - *Wood anatomy of central European Species*. Online version: www.woodanatomy.ch
- Schwarz O., 1993 - *Quercus L.* In: Tutin *et al.* (eds.) *Flora Europaea*. Volume 1: *Psilotaceae to Platanaceae*. 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, p. 72-76.
- Sumby K.M., Grbin P.R., Jiranek V., 2010 - *Microbial modulation of aromatic esters in wine: current knowledge and future prospects*. Food Chem., 121: 1-16.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.004>
- Wu J.M., Wang Z.R., Hsieh T.C., Bruder J.L., Zou J.G., Huang Y.Z., 2001 - *Mechanism of cardioprotection by resveratrol, a phenolic antioxidant present in red wine*. Int. J. Mol. Med., 8 (1): 3-17.
- Xiang L., Xiao L., Wang Y., Li H., Huang Z., He X., 2014 - *Health benefits of wine: don't expect resveratrol too much*. Food Chem., 156: 258-263. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.006>
- Tachis G., 2000 - *Italia: il legno, il vino dalla botte alla barrique*. Dipartimento dello Sviluppo economico, Regione Toscana.
- Vivas N., Glories Y., 1993 - *Etude de la flore fongique du chêne (Quercus sp.) caractéristique du séchage naturel des bois destinés à la tonnellerie*. Cryptogamie-Mycologie, 14 (2): 127-148.