

ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "Paolino d'Aquileia"  
ISTITUTO TECNICO AGRARIO STATALE "PAOLINO D'AQUILEIA"  
con ordinamento Sp. in Viticoltura ed Enologia  
Cividale del Friuli (UD)

ESAME  
per il DIPLOMA DI SPECIALIZZAZIONE di "ENOTECNICO"

a.s. 2015/2016

"La botte in legno; non un semplice contenitore"

Studente: Dorgnach Juri  
Classe: 6^E  
Corso di viticoltura ed enologia  
Tesina a carattere multidisciplinare

Indice:	pagina
1. La botte in legno; non un semplice contenitore.....	
1.1 Introduzione .....	3
1.2 Abstract .....	4
2. Perché la quercia: caratteristiche chimiche e fisiche .....	4
2.1 Specie utilizzate: Quercus petraea, Quercus robur e Quercus alba .....	5
3. Composizione chimica del legno .....	6
4. Produzione della botte .....	7
4.1 Essiccazione e stagionatura del legno .....	7
4.2 Costruzione del fusto e curvatura delle doghe .....	7
4.3 Tostatura, tipi e importanza .....	8
4.3.1 Prodotti ottenuti dalla termodegradazione dei polisaccaridi .....	9
4.3.2 Prodotti ottenuti dalla termodegradazione della lignina .....	9
4.3.3 Prodotti ottenuti dalla termodegradazione dei lipidi .....	10
4.4 Rifinitura .....	10
5. In che modo la botte modifica il vino? .....	10
5.1 L'ossidazione .....	11
5.2 Apporto di aromi e miglioramento delle caratteristiche organolettiche .....	12
6. Esperienza lavorativa presso l'azienda vitivinicola "La Rajade" .....	12
6.1 Vinificazioni particolari .....	12
7. Microorganismi dannosi e pratiche per evitarne lo sviluppo .....	14
7.1 Brettanomyces .....	14
7.2 Fase fermentativa .....	14
7.3 Fase post-fermentativa o di affinamento .....	15
7.4 Fasi critiche e fattori di rischio .....	16
7.5 Meccanismi e pratiche di prevenzione.....	16
8. Legno, un materiale che costa ma che permette un ritorno economico .....	17
Bibliografia.....	18

## 1.1 Introduzione

Nella storia del vino i contenitori ad esso dedicati hanno avuto una loro evoluzione e sviluppo anche in funzione della cultura e della localizzazione dei popoli produttori di questa speciale bevanda.

I popoli mediterranei, quali Greci e Romani, grandi produttori di vino, utilizzavano anfore d'argilla, o altri contenitori quali gli otri in pelle, per lo stoccaggio e il trasporto del mosto d'uva fermentato. Purtroppo la terracotta, comunissima a quel tempo, si dimostrava molto fragile nelle fasi di trasporto, scomoda nella movimentazione, e dal peso elevato in rapporto al volume di liquido contenuto.

I popoli continentali invece, come i Galli ed i Celti, data l'abbondanza di legno nelle foreste dell'Europa settentrionale, iniziarono a usare proprio questo materiale per la costruzione dei primi fusti. Questi nuovi contenitori nati dalla maestria con l'ascia dei popoli del nord, costruiti per contenere la loro bevanda tipica ovvero la birra, si rivelarono molto resistenti, leggeri e facili da trasportare. E fu così che una volta capita la potenzialità di quei barilotti cerchiati ancora con cerchi in legno, i Romani li sostituirono alle loro quanto mai obsolete anfore.

Per molti secoli vennero utilizzate diverse essenze, in base soprattutto alla disponibilità in loco come il castagno, il ciliegio e l'acero, senza fare molta attenzione agli scambi organolettici tra legno e vino, fino all'individuazione di una specie arborea particolarmente adatta, la quercia, in grado di caratterizzare in positivo il vino. Si passò così dal considerare la botte in legno un semplice contenitore per lo stoccaggio e trasporto del vino, a un mezzo capace di interagire con esso affinandolo e migliorandolo. La botte nacque quindi come recipiente atto al trasporto, piccola o di media dimensione, per poi trasformarsi nel tempo, in un contenitore in grado di modificare il vino in positivo, crescendo anche di capacità. Si pensi ai grandi fusti costruiti nel corso del diciottesimo secolo in Germania, in tenute di nobili aristocratici, e nei conventi dei vari ordini monastici, che hanno ricoperto un ruolo di primaria importanza nell'enologia del vecchio continente. La più famosa è di sicuro la botte costruita di Heidelberg, così grande da sostenere sulla sua sommità una pista da ballo.



Il legno rimase il materiale principale per la costruzione non solo di fusti, ma anche di torchi, i primi ancora con la vite centrale in legno, fino praticamente agli inizi del 1900, quando vennero introdotti nuovi materiali con caratteristiche totalmente diverse. Vasche in cemento, ferro smaltato, vetroresina e acciaio inox poi si diffusero velocemente, fino a surclassare completamente il legno, che risultava molto più difficile da gestire e da pulire, ma soprattutto dal prezzo più elevato. Soltanto intorno agli anni '80/'90 si capì come nel vino conservato in acciaio, vetroresina o cemento non avvenissero quei fenomeni di affinamento prima comuni nei fusti in legno, il cui utilizzo venne in seguito rivalutato, fino ai giorni nostri in cui il legno rappresenta sempre più spesso il punto di partenza per ottenere dei prodotti ricchi, complessi e strutturati, difficilmente ottenibili in recipienti la cui inerzia è quasi totale.

## 1.2 Abstract

Wooden barrels have played an important role since the Celtic age as they were used to transport and store wine.

Over the years there have been important changes in the shape (from conical to the modern one), the circle (wood first and then steel) and the type of wood.

Different species of oak can be used to produce barrels: *Quercus robur* (Farnia), *Quercus petraea* (Rovere) and *Quercus alba* (American oak).

*Quercus robur* comes from France, the major oak forest is the Tronçais forest in the Allier region, the second variety comes from Slavonia (Croatia) while the third is from the American forests.

The three types of oak have different chemical and physical characteristics which depend on the soil, on the species and on the types of treatment they undergo.

The oak trunk after being cut down is transformed into staves through two processes: the “split” process and the “sawing” process.

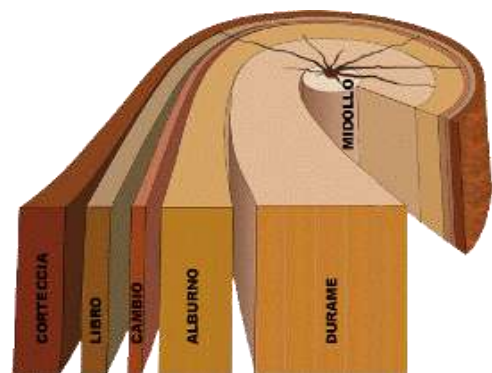
The staves can be aged through two methods: the natural and the artificial method. The wood is stacked in a large open area where it is subjected to the meteorological conditions which modify structure and chemical composition. The artificial is a faster method which does not improve the quality of the wood. The staves are placed in buildings where temperature and humidity are strictly controlled. Too hot temperatures could damage the wood fibers producing fissures.

After these phases, take place the toasting process, which modify the chemical composition of the wood and produce aromatic molecules, like vanillina and eugenolo. The staves are smoothed and then assembled, and when the barrel is complete it can be sold.

Wood as we know is not an inert material as stainless steel, and modify the original characteristics of the wine. Through a slowly oxygenation during the aging process wooden barrels help to stabilize the color, and thanks to the wood's components, like tannins and aromas, improves the body, the structure and the taste of the wine.

## 2. Perché la quercia: caratteristiche fisiche e chimiche

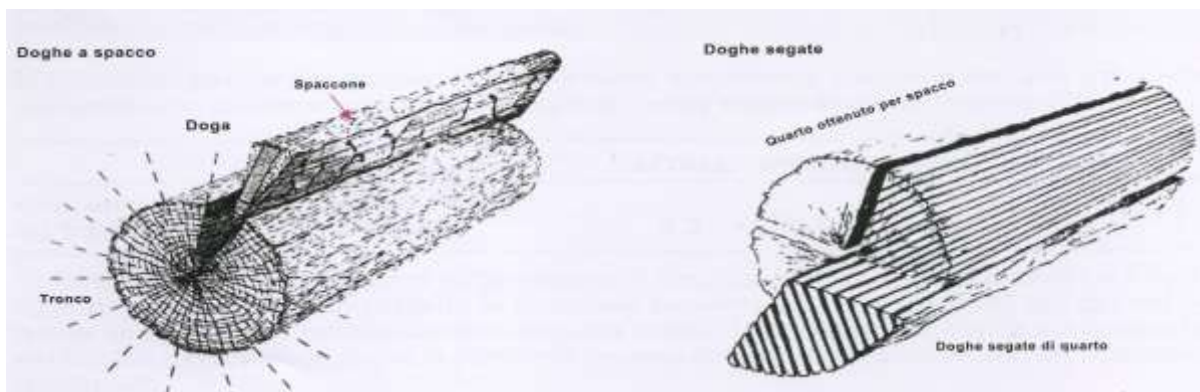
La quercia possiede caratteristiche uniche, che la rendono adatta alle richieste del mondo enologico. Tra queste una grande facilità di curvatura al fuoco, al vapore e all'acqua e la capacità di cedere al vino una grande varietà di molecole odorose positive, se sottoposta ad un'adeguata tostatura. Inoltre il legno è un materiale resistente agli anni grazie al suo contenuto in lignina e tannini. Il legno presenta poi una porosità che gli permette un lento passaggio di ossigeno nel tempo, rimanendo comunque impermeabile ai liquidi ed un arricchimento in tannini importanti per la struttura del prodotto finale. Solo le migliori tavole, ottenute da alberi con anche oltre 200 anni, esenti da difetti come nodi o fenditure nonché da infezioni e marciumi, possono essere utilizzate per la costruzione di fusti in legno. Queste tavole sono ottenute dal durame, la parte più interna del tronco, che è a contatto esternamente con l'alburno, tessuto in cui è trasportata la linfa grezza, a sua volta a contatto con la corteccia costituita da una parte generatrice, detta cambio e una parte morta che è quella esterna a contatto con l'ambiente. Il durame, che fornisce all'albero la sua forza meccanica ha una struttura complessa, costituita da due categorie di tessuti: le fibre, cioè gli elementi di sostegno, le cellule del parenchima ed i raggi, ossia i tessuti di riserva e i vecchi vasi xilematici.



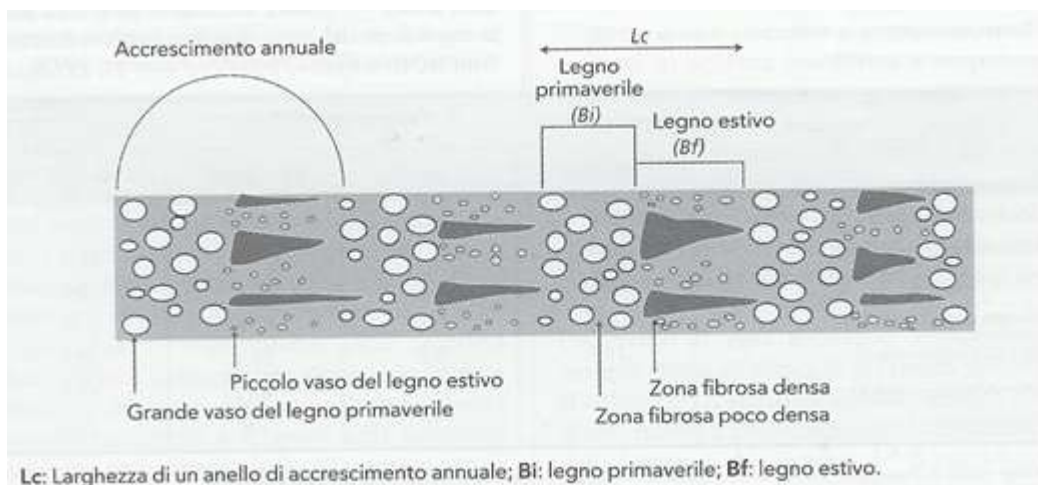
## 2.1 Specie utilizzate: Quercus petraea, Quercus robur e Quercus alba

Si utilizzano principalmente tre specie di quercia per la produzione di botti e tini, ovvero la farnia (*Quercus petraea*), il rovere (*Quercus robur*) e la quercia americana (*Quercus alba*).

La differenza principale tra le diverse specie utilizzate sta nella conformazione fisica e nella composizione chimica del legno. Infatti il legno americano (*Quercus alba*) è costituito da tille più piccole, di spessore di 2-4 micron, il che permette di segare il legno anziché spaccarlo, con perdite di prodotto minori, mentre le altre specie europee, che possiedono tille più grandi, devono essere spaccate per ottenere le doghe onde evitare la fuoriuscita di linfa.



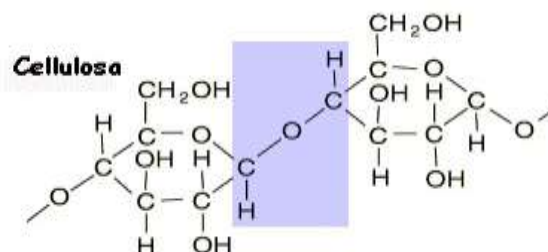
Inoltre le specie europee (*Quercus robur* e *petraea*) presentano un tenore in estratto secco (fenoli totali, tannini ellagici e sostanze aromatiche) inferiore rispetto alle specie americane, molto più aromatiche e quindi anche in grado durante l'affinamento di sovrastare i caratteri di partenza tipici del vitigno. Un'altra importante differenza sta nel tipo di legno, ovvero nella grana, molto più fine nel rovere, cresciuto in terreni poveri che non permettono accrescimenti annuali elevati, leggermente più grossa nella quercia francese, e decisamente grossolana nel legno di origine americana, cresciuto evidentemente su suoli molto fertili e generalmente ricchi. La grana, ovvero la porzione annua d'incremento del tronco, influenza la porosità del legno, maggiore nel caso di grana fine, e gli scambi fra liquido e ossigeno, più comuni e intensi nel caso sempre di grana più fine.



Infine oltre che per la presenza totale dei diversi composti aromatici le varie essenze si differenziano per le concentrazioni in lattoni, la cui molecola più rappresentativa è il whiskylattone (dal sentore di noce di cocco) completamente assente nel legno francese, mediamente presente e con la forma CIS in equilibrio con la forma TRANS nel rovere, e in grandi quantità nelle specie americane dove predomina la forma CIS. Si parla di cis e trans in quanto esistono due forme di questo isomero, di cui molto più odorosa la prima rispetto alla seconda.

### 3. Composizione chimica del legno

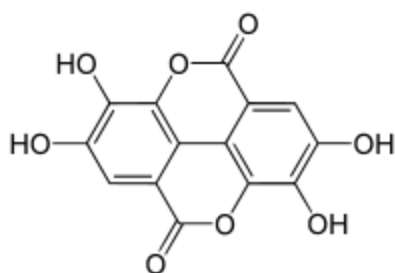
La varietà e la quantità di composti presenti nel legno è molto importante, perché essi andranno poi a interagire col vino, modificandolo, stabilizzando il colore magari come nel caso dei tannini, o arricchendolo in aromi, che si svilupperanno in fase di tostatura a partire dai loro precursori, come la lignina e tutti gli altri polisaccaridi presenti nel legno. Tra questi troviamo sicuramente la cellulosa, polisaccaride a catena lunga, costituito da tante molecole di glucosio unite con legami beta 1,4. I tre gruppi idrossilici in ciascuna unità di glucosio formano legami a idrogeno (inter e intramolecolari) che determinano la struttura rigida del legno e che gli forniscono le caratteristiche fisiche necessarie per renderlo un materiale da costruzione. La cellulosa costituisce il 40-45 % del peso secco del legno.



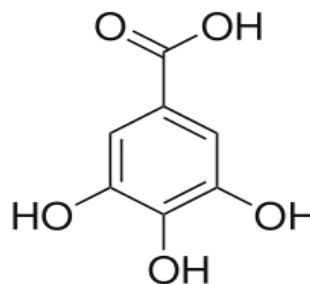
Sono presenti anche emicellulose, formate da una miscela di polisaccaridi, soprattutto zuccheri a 5 atomi di carbonio (xilosio e arabinosio), e a 6 atomi di carbonio (galattosio, mannosio e ramnosio). I polimeri delle emicellulose sono più piccoli rispetto ai polimeri della cellulosa, e formano dei legami a idrogeno con essa, e in combinazione migliorano le caratteristiche fisiche del legno. Costituiscono il 25-35% del peso secco del legno.

Importante è poi la concentrazione di lignina che è un polimero degli alcoli idrossicinnamili, contenuta nel legno per il 20-25 % del suo peso secco, con funzione strutturale nonché precursore della vanillina e delle aldeidi fenoliche.

Infine i tannini, sostanze in grado di originare combinazioni stabili con le proteine e con altri polimeri vegetali, come i polisaccaridi e altri polifenoli, intervengono attivamente nella formazione di composti cromofori stabili nel vino. Dal punto di vista chimico sono molecole fenoliche relativamente voluminose che derivano dalla polimerizzazione di monomeri contenenti funzioni fenoliche. Nel caso di polimeri dell'acido gallico o ellagico, si parla di tannini idrolizzabili (o ellagici), nel caso di polimeri delle catechine si parla di tannini condensati. Il contenuto di partenza in tannini è in genere troppo elevato per un uso enologico, e viene regolato con la stagionatura, che rende il legno più povero di questi composti, la cui cessione diviene poi anche più "dolce".



Acido ellagico



Acido gallico

## 4. Produzione della botte

### 4.1 Essiccazione e stagionatura del legno

Dopo aver selezionato, abbattuto la pianta e ricavato dei tavoloni, si dovrà sottoporre il legno ad un lento processo di essiccamento e stagionatura in quanto la pianta è composta per il 50% circa da acqua, la cui umidità si dovrà ridurre fino al 15-20% per ottenere una stabilità adeguata.

Questo processo richiede diversi anni se eseguito naturalmente ovvero esponendo le tavole ancora grezze agli agenti atmosferici. Si parla di circa 8 mesi per centimetro di spessore della futura doga. Le tavole vengono accatastate, sollevate qualche decina di centimetri da terra e separate qualche centimetro tra loro da dei listelli di legno e disposte in direzione nord-sud per favorire una migliore circolazione dell'aria, evitando così lo sviluppo di muffe.

La stagionatura è tra le fasi più importanti nella produzione di barrique e fusti in quanto durante questa fase il legno non solo si asciuga definitivamente ma subisce anche una profonda evoluzione chimica e biochimica garantendo una cessione aromatica morbida e “dolce” del legno, senza note amare o di “verde”.



La stagionatura può essere eseguita naturalmente o artificialmente, con risultati finali diversi. Nel primo caso infatti avvengono alcune modificazioni, come la degradazione enzimatica degli elagitannini, dovuta al corredo enzimatico dei funghi, e la perdita degli stessi per dilavamento, che in essiccatoio non si verificano.

Nel caso della stagionatura artificiale il processo di essiccazione è più rapido e si ottiene un'umidità finale uniforme e costante su tutta la partita inoltre non sono necessarie ampie superfici per lo stoccaggio del materiale da stagionare. Tuttavia per semplicità, bassi costi, e qualità del legno finale si preferisce la stagionatura naturale, anche se più lunga e con rischi di marciumi e deformazioni del legno. Infine la luce solare a cui sono esposte le doghe, se essiccate all'aria, influisce sulla depolimerizzazione della lignina in vanillina, dando legni più vanigliati rispetto a un'essiccazione al chiuso in locali climatizzati.

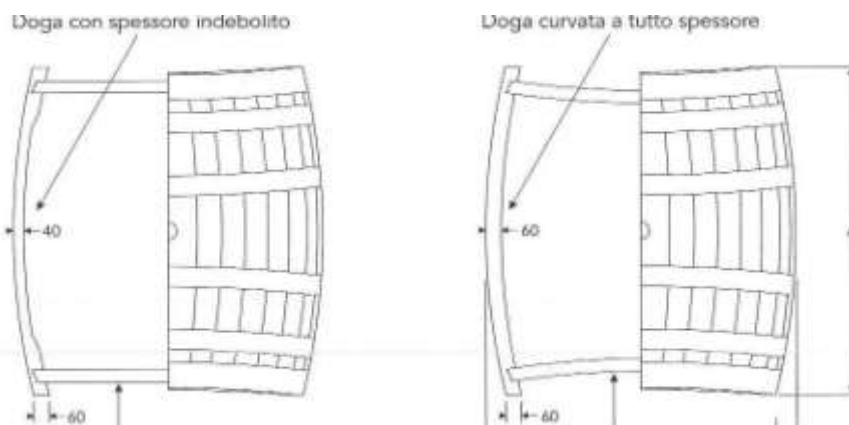
### 4.2 Costruzione del fusto e curvatura delle doghe

Una volta ottenute le doghe dal tronco e una volta fatte essiccare e stagionare, sono pronte per essere assemblate, e successivamente curvate a formare la botte o la barrique. Solitamente per la costruzione di botti o tini si utilizzano diversi tipi di legno per ciascun recipiente, con quantità variabili delle diverse essenze, per creare un bouquet equilibrato, e mirato a soddisfare le esigenze del cliente. L'assemblaggio delle doghe avviene manualmente una ad una su un cerchio metallico formando la rosa che costituirà la base del futuro recipiente.

Dopo l'assemblaggio inizia la fase di curvatura esponendo le doghe assemblate al calore, o con braciere o a fuoco diretto alimentato da trucioli e scarti del legno della stessa partita delle doghe per evitare interferenze aromatiche. Mentre le doghe si riscaldano, viene bagnata la parte interna battendole con sacchi inumiditi.



Il legno grazie alla combinazione di calore ed umidità si ammorbidisce, e mano a mano si iniziano a stringere le estremità delle varie doghe, fino a “chiudere” definitivamente il fusto con un cerchio metallico. Le doghe possono avere spessori irregolari, ovvero maggiore agli estremi e minore al centro della doga, per facilitarne la curvatura. Questo però rende le botti meno solide, e meno longeve enologicamente, in quanto è minore lo strato cedente sostanze al vino. In questa fase viene eseguita anche la piegatura delle doghe dei fondi, per botti di grandi dimensioni, per aumentare la resistenza meccanica (fondi curvati a doppio arco). Si rischierebbe infatti una deformazione del fondo, con fessurazioni e perdite. Le due estremità vengono quindi lavorate per dare la forma caratteristica dei bordi, e viene fatto un solco dentro il quale verrà fissato il fondo della botte.



### 4.3 Tostatura, tipi e importanza

Assemblate le doghe nella forma definitiva queste vengono sottoposte a un ulteriore riscaldamento, detto tostatura, processo che modifica intensamente la struttura e la composizione del legno quanto più risulta energetico. Si può eseguire a fiamma viva o con braciere come per la curvatura, e può variare da 120-130 °C per 30 minuti (tostatura leggera), a 150-170°C per 35 minuti fino anche a 200°C per anche 40-45 minuti (tostatura forte). Ovviamente l'intero processo avviene in ambiente con temperatura e umidità controllate, senza superare mai i 250°C, valore a partire dal quale le doghe rischiano di prendere fuoco. Inoltre l'aumento termico deve essere quanto più lento possibile, per evitare che la produzione di gas nel legno sia superiore alla velocità di fuoriuscita, causando così la comparsa di vesciche e crepe.



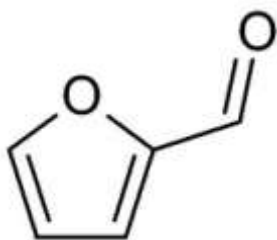


Questo tipo di inconvenienti possono essere evitati attraverso frequenti umidificazioni, raffreddando la superficie e rigirando frequentemente i fusti. La tostatura risulta di vitale importanza in quanto durante questo processo, per effetto del calore, si ha la degradazione parziale dei polimeri varietali del legno e la formazione di numerosi composti aromatici le cui note spaziano dal tostato, all'affumicato (carattere boisè), allo speziato.

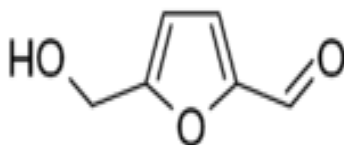
Durante la tostatura si ha la diminuzione della quantità totale dei composti fenolici e lattoni, la trasformazione della lignina, l'aumento della quantità di acido gallico, di composti furanici, delle aldeidi benzoiche e di fenoli volatili, con la comparsa di fenil chetoni. La massima entità di tali fenomeni è ottenuta con un riscaldamento medio, quindi tra 150-170 °C per circa mezz'ora.

#### 4.3.1 Prodotti ottenuti dalla termodegradazione dei polisaccaridi

I principali prodotti ottenuti dalla degradazione termica degli zuccheri, i cui precursori sono le cellulose e le emicellulose, sono le aldeidi furaniche. Grazie al calore si formano il metil-5-furfurale, sentore di mandorla tostata, l'idrossimetil-5-furfurale, sentore di caramello, e il furfurale, più abbondante e dal sentore di mandorla. La quantità dei singoli composti formati varia in base al grado di tostatura, da 5 mg/l di furfurale in caso di tostatura leggera, fino anche a 12mg/l con tostatura forte, e da 0,6 mg/l fino a 1,5 mg/l per il metil-5-furfurale, e da 3,6mg/l a 4,8 mg/l per l'idrossimetil-5-furfurale.



Furfurale



5-idrossimetil-furfurale

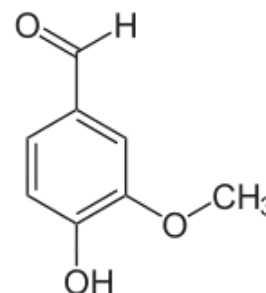


5-metil-furfurale

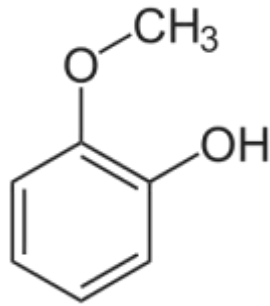
#### 4.3.2 Prodotti ottenuti dalla termodegradazione della lignina

Dalla lignina, contenuta nel legno per circa 1/4 del peso secco, la cui degradazione favorita dalla luce solare inizia già durante la fase di essiccazione all'aria e continua durante la tostatura, si ottengono aldeidi fenoliche, dalle caratteristiche note di legno e vanigliato, di cui la vanillina è la principale e più abbondante molecola. Questo composto però aumenta fino a un certo grado di riscaldamento, tostatura media, poi tende a diminuire.

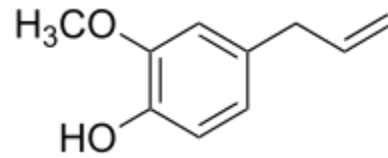
Le altre molecole che si formano dalla demolizione pirolitica, cioè grazie al calore, della lignina sono i fenoli volatili, come guaiacolo, sentore di affumicato, eugenolo, note di chiodo di garofano, e in casi di tostatura eccessiva 4-metil-guaiacolo, sensazione di bruciato e 4-vinil-fenolo, sensazione di vernice.



Vanillina



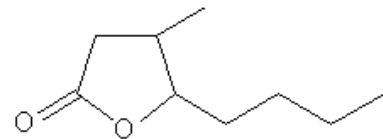
Guaiacolo



Eugenolo

### 4.3.3 Prodotti ottenuti dalla termodegradazione dei lipidi

Il riscaldamento del legno provoca infine la degradazione termica di alcuni lipidi o acidi grassi, con la formazione di isomeri del metilottolattone, già presente nel legno non "trattato", la cui quantità cresce fino a tostatura media, oltre il quale scompare completamente perché sensibile alle alte temperature sopra una certa soglia. L'isomero cis, più odoroso rispetto alla forma trans lo si riconosce per la caratteristica nota di noce di cocco.



Metilottolattone

## 4.4 Rifinitura

Eseguita curvatura, tostatura e cerchiatura i fusti vengono smontati, e le doghe piallate, leggermente all'interno e più energicamente all'esterno, per facilitare la pulizia e migliorare l'aspetto estetico eliminando macchie e piccole imperfezioni. Nuovamente assemblati i fusti vengono aggiunti i vari accessori, come gli assaggi vino, le valvole e le portelle in acciaio per le botti più capienti. Successivamente vengono testate con acqua, sia per verificarne la capacità che la tenuta, e poi se necessario vengono trattate esternamente con prodotti appositi.

Infatti vista la lunga permanenza delle botti in cantina, luogo solitamente molto umido, è bene proteggere il fusto da possibili attacchi di muffa, senza però limitare la traspirazione, utilizzando vernici appunto traspiranti. In testa alle doghe invece si applica una vernice normale, che protegge le fibre interrotte.



## 5. In che modo la botte modifica il vino?

Come già visto in precedenza l'impiego di recipienti di legno per il vino era comune per la facilità di trasporto e per la buona conservazione. Successivamente è stata verificata la sua favorevole influenza sull'evoluzione del vino, sul colore, sulla limpidezza e sul gusto.

La limpidezza è migliore in un vino affinato in legno poiché più sensibile al freddo invernale per cui risultano molto alte le precipitazioni dei sali tartarici, delle particelle intorbidanti e della sostanza colloidale colorante. Durante l'affinamento il vino subisce reazioni di stabilizzazione

(colore, limpidezza, colloidi), modificazione delle strutture fenoliche (ammorbidimento dei tannini) e sviluppa aromi ceduti dalla botte. La composizione fenolica del vino risulta fortemente modificata a seguito dell'affinamento in legno, a causa dell'intervento delle reazioni di micro ossigenazione controllata: il colore diventa più intenso per effetto delle reazioni tra tannini ed antociani in presenza di etanale, il tenore di antociani liberi diminuisce ma crescono le forme combinate e la struttura dei tannini si evolve.

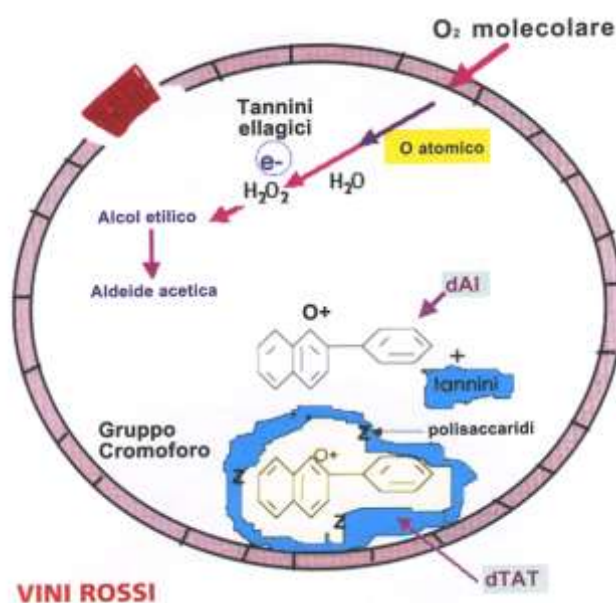
Infine il vino acquista complessità aromatica dovuta alla cessione di composti ceduti dal legno (aroma "boisé"). Questo aroma va controllato poiché non deve essere né troppo forte e coprire le caratteristiche proprie del vino, né impercettibile. Il controllo dell'aroma boisé può essere ottenuto variando la percentuale di vino affinato in fusti nuovi o usati da impiegare nei tagli, oppure variando la scelta del tipo di tostatura, o variando la durata dell'affinamento.

## 5.1 L'ossidoriduzione

Nelle barriques e nelle botti l'ossigeno passa attraverso le fibre del legno (16%), tra gli interstizi delle doghe (63%), ed attraverso il cocchiume (21%). Inoltre anche il tipo di tappo provoca una diversa penetrazione dell'ossigeno nel vino: il tappo in legno in posizione "bonde de cotè" e il tappo in silicone battuto "frappè" provocano una depressione di 120 mbar che aumenta la quantità di ossigeno disciolto nel vino.

L'ossigeno disciolto però scompare in breve tempo a causa dell'ossidazione dei costituenti del vino. Inoltre anche lo stato di usura della botte influenza la quantità di ossigeno che attraversa le doghe, maggiore in fusti nuovi o comunque di primo o secondo passaggio. Questa micro ossigenazione, da circa 1-2 mg/l per anno fino anche a 10 mg/l permette lavorazioni particolari oltre che per i vini rossi anche per i vini bianchi secchi, a patto che il vino abbia una struttura adatta. E' possibile affinare il vino su fecce fini o anche su fecce intere, perché grazie alla continua presenza di ossigeno disciolto non si andrà incontro a fenomeni di riduzione, comuni nelle vasche in acciaio, dove se non si interviene per tempo arieggiando la massa si può assistere alla formazione di odori sgradevoli, poi difficilmente eliminabili. Il vino che si intende però portare all'affinamento di uno o più anni se bianco richiede una quantità adeguata di SO<sub>2</sub> libera, almeno 35-40 mg/l, nonché di glutatione, che si va a liberare lentamente con la degenerazione delle pareti cellulari dei lieviti. Oltre al glutatione nel corso dell'affinamento su fecce si vanno a liberare anche polisaccaridi, che danno il vino in bocca più rotondo e con un gusto più "lungo".

Se il vino è ottenuto da uve rosse ricche in composti fenolici è più protetto, e durante il periodo di affinamento acquisirà un gusto più rotondo, si completerà con note speziate e affumicate, e il suo colore diverrà più stabile nel tempo, grazie anche ai tannini ceduti dalla botte, e all'ossigeno presente. Se il vino presenta una buona quantità di tannini ma con scarso corpo e rotondità, l'affinamento accentuerà il carattere astringente, il che rende ovvio come la botte non sia in grado di "correggere" un vino ottenuto da uve rosse poco mature o di bassa qualità, ma come possa solamente elevare e affinare il vino di partenza, portandolo da un buon livello a uno ottimo.



## 5.2 Apporto di aromi e miglioramento delle caratteristiche organolettiche

Il legno è responsabile della cessione al vino di vari composti; come per esempio della cessione di ellagitannini del legno che sono in grado di catalizzare le reazioni ossidative del vino. Anche in assenza di ossigeno gli ellagitannini sono in grado di modificare la struttura dei tannini del vino, di catalizzare le reazioni di addizione agli antociani e di conseguenza di stabilizzare il colore.

Oltre agli ellagitannini il legno ha la capacità di cedere anche lignine, cumarine (dipende dalla quantità di tostatura), inoltre il legno libera delle sostanze in grado di aumentare in contenuto in acidi fenolici del vino.

Gli aspetti gustativi di queste sostanze cedute dal legno sono:

- Acidi fenolici: sapore acido
- Cumarine: acide e danno durezza
- Ellagitannini: astringenti ma meno amari ed acidi dei gallotannini

Un aspetto molto importante sull'affinamento dei vini in legno riguarda la dissoluzione di costituenti aromatici; quando questi aromi sono perfettamente fusi con gli aromi varietali caratteristici del vino, essi contribuiscono alla ricchezza e alla complessità del bouquet ed intervengono anche sul sapore.

Il legno di rovere contiene molte sostanze volatili dotate di un odore particolare che provengono dalla degradazione di polimeri complessi, quali i lattoni. In particolare si tratta del

$\beta$ -metil- $\gamma$ -octolattone del quale esistono quattro enantiomeri: uno ha odore dolce, boisè, fresco; un altro ha sentori di terra, vegetale, noce di cocco; un altro di speziato; ed infine uno di cuoio. Il legno rilascia anche un altro fenolo volatile molto presente: l'eugenolo che possiede odore caratteristico dei chiodi di garofano.

Il legno può anche cedere altre molecole quali aldeidi fenoliche (vanillina, aroma di legno), norisoprenoidi, e aldeidi benzoiche con concentrazioni minime.

A seconda dell'origine il legno risulta più o meno profumato, gli odori caratteristici si sviluppano soprattutto durante la fase di essiccamento e di fabbricazione delle barriques.

La tostatura produce derivati furanici, fenoli volatili, aldeidi fenoliche e lattoni.

## 6. Esperienza lavorativa presso l'azienda "La Rajade"

### 6.1 Vinificazione particolare in barrique aperta per i vini rossi, e in barrique su fecce intere per vini bianchi, con successivo affinamento e battonage fino a dicembre

Durante il periodo di stage presso l'azienda "La Rajade" a Dolegna del Collio sono state eseguite lavorazioni particolari in barrique e in botti da 330 litri in rovere francese, in cui sono stati lavorati ribolla, malvasia e chardonnay e una parte di friulano.

Per quanto riguarda i vini rossi sono stati vinificati in barrique aperta, in presenza di bucce, per tutta la durata della fermentazione.

I vini bianchi, alcuni travasati in botte verso a metà fermentazione con fecce fini, gli altri subito dopo la diraspapigiatura e quindi con fecce intere mantenute poi anche per tutta la fase di battonage. Il battonage è stato eseguito regolarmente ogni 3 giorni fino a dicembre, periodo oltre il quale si sono lasciate comunque le fecce fini in botte. Dette fecce hanno continuato a essere degradate, liberando diverse molecole e costituenti della parete dei vari microorganismi presenti. La parete

cellulare dei lieviti è costituita infatti da colloidali glucidici, essenzialmente  $\beta$ -glucani e mannoproteine. I costituenti macromolecolari della parete del lievito, in particolare le mannoproteine, sono parzialmente liberati nel corso della fermentazione alcolica, e soprattutto durante l'affinamento sulle fecce.

In rapporto ad un vino fermentato ed affinato in vasca in inox su fecce fini, un vino affinato in barrique su fecce totali, con agitazione delle fecce settimanale "batonnage", si arricchisce molto di più di colloidali glucidici dei lieviti. La liberazione delle mannoproteine risulta dall'autolisi enzimatica delle fecce. Le beta glucanasi presenti nelle pareti del lievito conservano un'attività residuale anche in seguito alla morte della cellula, e idrolizzano i glucani parietali, punto di ancoraggio delle mannoproteine che si trovano così liberate nel mezzo.

Le fecce permettono in particolare di limitare il tenore dei vini in tannini ellagici derivati dal legno di rovere; una buona parte di questi tannini si fissa sulle pareti dei lieviti e sui polisaccaridi (mannoproteine) liberati dalle fecce.

Infine la liberazione di mannoproteine migliora la stabilità dei vini bianchi di fronte alle precipitazioni tartariche e proteiche, diminuendo così anche le quantità di bentonite, e salvaguardando in questo modo parte degli aromi che andrebbero inevitabilmente persi.



## 7. Microorganismi dannosi; pratiche per evitarne lo sviluppo

### 7.1 Brettanomyces

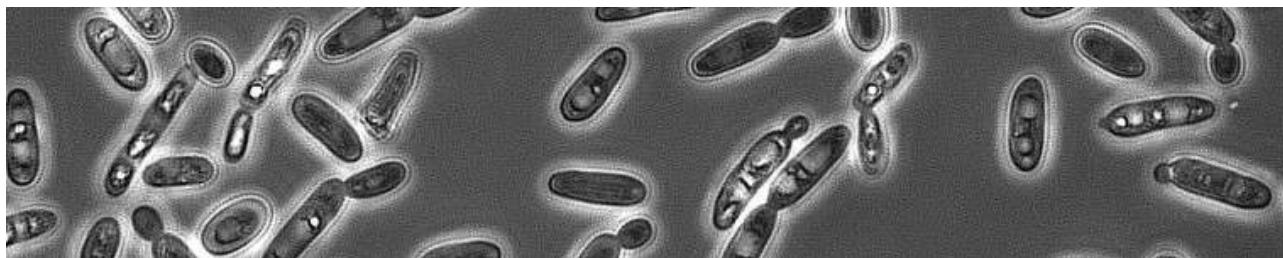
Diverse prove e campionamenti hanno evidenziato come il *Brettanomyces bruxellensis*, insieme ad altri lieviti indigeni, sia uno dei principali componenti della flora microbica naturalmente presente sulle uve.

La sua presenza in cantina è quindi ricorrente, al di là di tutte le precauzioni igieniche adottate, costituendo il vigneto, ad ogni vendemmia, un costante serbatoio di reinfezione.

Da ormai quasi 25 anni, d'altro canto, è stata chiaramente dimostrata l'origine microbiologica degli etilfenoli: proprio i lieviti appartenenti al genere *Brettanomyces* sono dotati di un patrimonio enzimatico che permette loro di produrre, a partire da acidi fenolici naturalmente presenti nelle uve, grandi quantità di etil-4-fenolo ed etil-4-guaiacolo, riconosciuti unanimemente responsabili del cosiddetto "brett character", che conferisce al vino sentori di stalla, sudore di cavallo e letame, che lo rendono sgradevole e alle volte imbevibile con quantità anche solo di 450 microgrammi per litro (soglia di percezione).

Nonostante le conoscenze acquisite in questi anni, il continuo progresso delle pratiche e delle tecniche enologiche ed il sostanziale miglioramento delle condizioni igieniche della maggior parte delle cantine, ad oggi è ancora possibile riscontrare questo tipo di difetto.

Molta strada resta dunque da percorrere, in enologia, per raggiungere un efficace controllo di questo temibile microrganismo: vediamo allora insieme alcuni nuovi aspetti di sicuro interesse al riguardo. Esso, presente sulle uve e nella cantina, su macchinari, tubazioni e recipienti quali il legno, si può sviluppare durante tutte le fasi di lavorazione, dall'inizio della fermentazione, durante l'affinamento e infine durante la fase di imbottigliamento.



### 7.2 Fase fermentativa

Riscontrato come le uve giungano in cantina già "contaminate" da cellule di *Brettanomyces*, risulta di peso anche il momento della vendemmia, che può far variare il numero di cellule presenti sul singolo grappolo. Secondo alcuni studi infatti con vendemmie ritardate aumenta la carica batterica delle uve, e di conseguenza la quantità di etilfenoli presenti poi nel vino. Questo sia per la presenza maggiore di *Brettanomyces*, sia per la presenza maggiore di microorganismi in generale, causa una elevata produzione di composti combinanti la solforosa, che dunque successivamente, a parità di  $\text{SO}_2$  totale, ne avrà una minor percentuale libera, attiva nei confronti dei microrganismi stessi.

Durante la fermentazione alcolica è di estrema importanza garantire al *Saccharomyces cerevisiae* inoculato un'attività regolare, non dobbiamo trascurare che il *Brettanomyces* resta in agguato in attesa di un suo passo falso. Per questo le alte concentrazioni zuccherine, con le difficoltà fermentative che possono comportare, ne fanno aumentare il rischio. Ecco perché diviene di

primaria importanza la corretta gestione della nutrizione del lievito, la gestione delle temperature, dei rimontaggi, dell'ossigenazione, e di tutti quei fattori che ne influenzano il metabolismo. Al termine della fermentazione alcolica i lieviti *Saccharomyces* declinano e lasciano l'ecosistema a disposizione di altri microrganismi che nella fattispecie possono essere i batteri preposti alla fermentazione malolattica o ancora il lievito *Brettanomyces*. A seconda delle loro condizioni a fine fermentazione alcolica uno dei due prenderà il sopravvento, se saranno i batteri avremo una fermentazione malolattica spontanea, se sarà il lievito avremo dei problemi. Più i batteri tardano ad impiantarsi maggiore tempo e spazio avrà il *Brettanomyces* per svilupparsi e se la sua popolazione cresce si accumuleranno nel vino maggiori quantità di prodotti di inibizione. Ecco perché in questa fase, ovviamente volendo far fare al vino la malolattica, l'impiego di un buon ceppo di batteri è il miglior strumento a nostra disposizione per inibire lo sviluppo di altri microrganismi. L'inoculo di un buon ceppo di batteri infatti introduce nell'ecosistema una popolazione che si impone numericamente sulle altre impedendo lo sviluppo di altre popolazioni batteriche magari eterolattiche ed accelerando i tempi della fermentazione che porta alla degradazione dell'acido malico.

### **7.3 Fase post-fermentativa o di affinamento**

Tutti gli sforzi realizzati a monte devono essere mantenuti durante l'affinamento, periodo decisivo per la stabilizzazione microbiologica del vino, anche quando le fermentazioni si sono svolte e chiuse perfettamente. E' importante tenere in considerazione le interazioni e gli equilibri che regolano la vita dei microrganismi. Non è corretto cercare di ottenere una sterilità immediata, ma piuttosto ridurre progressivamente la carica microbica per arrivare, al momento dell'imbottigliamento, con un vino esente da *Brettanomyces*. Infatti un vino sottoposto a filtrazione sterilizzante a 0,45 micron risulta essere molto più a rischio da possibili contaminazioni, rispetto a un vino caratterizzato da una propria flora microbica, in equilibrio.

La prima tappa essenziale è la solfitazione post fermentativa. Come già sappiamo l'effetto protettore della  $SO_2$  è strettamente legato al pH del vino e al di sotto di 0,5 mg/L di  $SO_2$  molecolare si considera che il vino non sia correttamente protetto. Il primo solfitaggio è di grande importanza perché impone condizioni avverse allo sviluppo del *Brettanomyces*.

In seguito il livello di  $SO_2$  deve essere controllato e riaggiustato regolarmente, soprattutto in corrispondenza di travasi o altre lavorazioni al vino in cui una parte dell' $SO_2$  "evapora" naturalmente. Non dobbiamo dimenticare che anche i travasi sono tappe chiave nella prevenzione, in quanto permettono di allontanare le cellule che si depositano nelle vasche insieme alle fecce. L'impiego di enzimi in fase di vinificazione, ma anche di enzimi da affinamento, che inducono l'eliminazione di tutti quei polimeri che rallentano le precipitazioni (pectine e glucani) permette una più veloce sedimentazione e migliore compattamento delle fecce, quindi una migliore pulizia dei vini al momento dei travasi, con un più efficace allontanamento dei microrganismi. L'altro travaso importante è quello che precede l'estate, prima dell'innalzamento della temperatura, fattore propizio allo sviluppo microbiologico.

Il collaggio stesso può risultare uno strumento utile al contenimento della popolazione microbica. Esso permette infatti di imprigionare nei "fiocchi" di sedimentazione le cellule dei microrganismi che sono così agevolmente eliminati con il travaso.

## 7.4 Fasi critiche e fattori di rischio

Le macerazioni pre fermentative permettono un adattamento dei microorganismi al mezzo, e ne stimolano quindi la capacità di colonizzare l'ambiente. Anche le alte temperature solitamente utilizzate per estrarre più aromi e colore in questa fase, favoriscono lo sviluppo di microorganismi, con il possibile rischio, anche in caso di inoculo per avviare la fermentazione, che questa si blocchi, e che il *Brettanomyces* prenda il sopravvento sul *Saccharomyces*, con la produzione di sostanze quali etifenoli.

Arresti di fermentazione con contenuto zuccherino molto basso, e livelli di alcol superiori ai 10 gradi alcolici, possono mettere in seria difficoltà i lieviti commerciali, con la possibilità di contaminazione del vino. Infatti il lievito indigeno *Brettanomyces* si può sviluppare anche con residui zuccherini di 300 mg/l o inferiori, e con livelli di SO<sub>2</sub> e alcol elevati, a cui questo microorganismo risulta parecchio resistente.

Un altro momento importante è la fase prima della fermentazione malolattica, in cui il *Brettanomyces* si può sviluppare e creare problemi, soprattutto se non si fa uso di batteri selezionati e inoculati in una biomassa soddisfacente e che permetta un esaurimento dell'acido malico veloce e regolare.

Anche mantenere fecce fini o fecce intere in fermentazione o durante l'affinamento del vino si può rivelare una scelta errata, in quanto nelle fecce risiedono un gran numero di microorganismi, non solo lieviti del tipo *Brettanomyces*, ma anche batteri lattici, che possono attuare una fermentazione malolattica su un vino bianco, ritenuta generalmente un difetto.

## 7.5 Meccanismi e pratiche di prevenzione

Per evitare contaminazioni e problemi poi nel vino, è ormai chiaro come l'igiene in cantina debba essere assoluta, ma che anche da sola non può comunque bastare per tutelarci. Per la sicurezza in bottiglia si esegue una filtrazione sterilizzante, che elimina ogni tipo di microorganismo, mentre per garantirsi un periodo di affinamento "tranquillo" bisogna effettuare diversi interventi.

Per iniziare già in fase di diraspatura, pigiatura e pressatura le macchine e le tubazioni vanno sciacquate con acqua prima e dopo ogni utilizzo, proseguendo con questa abitudine per tutta la vinificazione e le fasi successive. Anche i recipienti necessitano di essere puliti regolarmente, soprattutto quelli in legno come possono essere le barrique o i tini, il cui substrato poroso e difficile da pulire è sede ideale per l'instaurarsi di pericolose colonie contaminanti.

I recipienti in legno devono essere igienizzati e preparati prima dell'utilizzo, tramite l'uso di dischetti di zolfo lasciati ardere al loro interno, e/o tramite più passaggi di lavaggio con acqua calda o vapore, in modo da abbattere la carica batterica. Inoltre, nel caso in cui i recipienti rimangano vuoti per un certo periodo è possibile riempirli con acqua, metabisolfito e acido citrico, questo per mantenerli idratati e per tutelarsi dalla comparsa di muffe e altre problematiche di natura microbiologica. Non solo nei recipienti di legno ma anche nelle vasche in acciaio o cemento o anche di vetroresina la dotazione di SO<sub>2</sub> limita efficacemente la possibilità di contaminazione del vino da parte del *Brettanomyces*. Bisogna quindi utilizzare dosi ragionate di SO<sub>2</sub>, già dalla fermentazione, per evitare di ottenere una quantità di prodotti di combinazione troppo elevata, che abbassa l'efficacia della solforosa. Per una tutela soddisfacente si punta ad avere una libera molto elevata, cioè di almeno 25-30 mg/l, anche più alta in barrique, dove gli scambi gassosi sono più importanti ed è richiesta una maggiore protezione.



## **8. Legno, un materiale che costa ma che permette un ritorno economico**

Le analisi di mercato condotte negli ultimi anni sul comparto dei vini indicano come il consumo dei rossi invecchiati, in botte o in barrique sia in aumento. La crescente richiesta di vini diversi da quelli tradizionali e di qualità superiore conferma come il vino invecchiato sia ormai un prodotto-servizio, grazie anche alla comunicazione e al marketing che lo caratterizza. Il vino in generale ma soprattutto quello invecchiato, assume una connotazione culturale all'interno di relazioni sociali: non viene più considerato una semplice bevanda quotidiana, ma il giusto complemento durante i pasti o in occasioni particolari. Come conseguenza di questo, si assiste a un crescente interesse verso tutte le indicazioni fornite dall'etichetta: luogo di origine, storia, temperatura di servizio, abbinamenti, ecc.

I vini invecchiati, oltre a spuntare un maggior prezzo rispetto ad analoghi vini giovani, consentono di migliorare, nel medio-lungo periodo, l'immagine dell'azienda sul mercato. Il dilemma tra produrre vini comuni con elevate rese o vini di qualità con rese molto minori si può considerare superato, ma optare per la seconda possibilità implica un rinnovamento strutturale abbastanza profondo con investimenti che non tutte le aziende sono da sole in grado di sostenere.

**Bibliografia:**

- Ribereau-Gayon P.; Glories Y.; Maujean A.; Dubourdieu D. - Trattato di Enologia 1 e 2
- C. Zambonelli - Microbiologia e Biotecnologia dei Vini - I processi biologici e le tecnologie della vinificazione
- Tat L.; Comuzzo P.; Battistutta F.; Zironi R. - Il nuovo utilizzo del legno in enologia - Dipartimento di Scienze degli Alimenti - Università di Udine
- Gandini A.; Gerbi V.; Serra D. - I Brettanomyces
- wikipedia.org → Wikipedia
- laffort.com → Laffort