

ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE 'P. d'Aquileia'
ISTITUTO TECNICO AGRARIO STATALE
'P. d'Aquileia'
Ordinamento speciale per la viticoltura e l'enologia

Cividale del Friuli (UD)

AFFINAMENTO DEI VINI
ROSSI IN LEGNO

ESAME DI STATO
2014/2015



CLASSE: 6^E Corso Sperimentale Cerere Viticolo-Enologico
CANDIDATO: Ponton Fabio
MATERIE COINVOLTE: Viteicoltura, Enologia, Zimotecnica,

Chimica Enologica, Inglese

Sommario

1. Introduzione.....	3
2. Operatività in vigneto.....	3
2.1 Potatura.....	3
2.2 Sfogliatura.....	4
2.3 Diradamento.....	4
2.4 Sanità delle uve.....	5
2.5 Surmaturazione.....	5
3. Operatività in cantina.....	5
3.1 Macerazione.....	5
3.2 Influenza della durata di macerazione sull'affinamento.....	6
4. Affinamento del vino.....	7
4.1 Generalità sulla Quercia, sul legno Americano e sul legno Francese.....	7
4.2 Oak barrel production.....	8
4.3 La stagionatura: generalità e influenza sul vino.....	8
4.4 La tostatura, generalità e influenza sul vino.....	9
5. Fenomeni dell'affinamento in barrique.....	10
5.1 L'ossidoriduzione.....	10
5.2 L'evoluzione della sostanza colorante.....	11
5.3 Le trasformazioni dei tannini.....	12
5.4 Fenomeni di chiarifica.....	12
5.5 Fenomeni di decarbonicizzazione.....	12
5.6 Stabilizzazione tartarica e proteica.....	13
6. Composti aromatici ceduti dal legno.....	13
6.1 Aldeidi fenoliche.....	13
6.2 Fenoli volatili.....	14
6.3 Lattoni.....	14
6.4 Aldeidi Furaniche.....	14
7. Composti fenolici ceduti dal legno.....	14
7.1 Acidi Fenolici.....	15
7.2 Tannini ellagici.....	15
8. Problematiche derivanti dallo sviluppo di Dekkera.....	15
8.1 Sintesi di etil-vinil fenoli.....	16
8.2 Prevenzione e controllo di Brettanomyces.....	16
8.3 Terreni per lo sviluppo e riconoscimento di Dekkera.....	17
9. Prove di degustazione.....	17
10. Bibliografia.....	19

1. Introduzione

Diversi sono i fattori che influenzano la buona riuscita dell'affinamento di un vino rosso in legno come le sue caratteristiche, le diverse modalità di lavorazione del legno, la durata dell'invecchiamento e l'eventuale intervento di microrganismi dannosi, che possono compromettere il risultato finale. Il vino per essere adatto all'invecchiamento deve avere diverse caratteristiche specifiche, che possono essere ottenute mediante diverse lavorazioni in vigna e in cantina. Con le pratiche agronomiche si punterà ad ottenere un'uva con un tenore polifenolico alto, una buona concentrazione zuccherina e soprattutto un'ottima sanità; bisognerà, infatti, evitare di vinificare uve bottrizzate a causa degli enzimi ossidasici in esse contenuti. Per ottenere le caratteristiche precedentemente descritte bisognerà fare delle scelte specifiche in vigneto già al momento dell'impianto, ovvero orientarsi verso un sistema di allevamento a densità d'impianto elevata (maggiore a 6000 ceppi/ha) che consenta il controllo della produzione e della parte vegetativa.

Oltre a queste scelte bisognerà intervenire in vigneto con delle operazioni di sfogliatura, diradamento dei grappoli e un'eventuale surmaturazione delle uve per aumentarne la concentrazione di polifenoli e zuccheri. In cantina invece si interverrà sulle uve con una macerazione relativamente lunga accompagnata da rimontaggi, follature e delestage per aumentare l'estrazione delle sostanze polifenoliche e nutritive. I cambiamenti che il vino subisce durante l'affinamento dipendono anche dalle caratteristiche del legno quali tipo di legno; tempo e modalità di stagionatura; intensità della tostatura e dalle diverse interazioni che avvengono tra vino, barrique e ambiente ovvero l'ossidazione ragionata; la chiarifica e decarbonizzazione, le stabilizzazioni (tartarica e proteica) e la cessione di composti fenolici e aromatici.

2. Operatività in vigneto

Per vini destinati all'affinamento si dovranno vinificare uve sane e ricche in sostanze polifenoliche e zuccherine; per ottenere ciò si dovranno seguire attente pratiche agronomiche in vigneto.

2.1 Potatura

Il primo fattore che consentirà di ottenere uve con ottime caratteristiche sarà la potatura. Con questa operazione si potrà gestire la chioma, il sistema di allevamento e il numero di gemme, quindi la produzione. Si punterà ad avere un giusto rapporto tra parte vegetativa e produttiva perché una chioma troppo sviluppata porterà ad avere tanti grappoli, di ridotte dimensioni e con bassa concentrazione di sostanze fenoliche e zuccherine. Per ottenere uve di qualità si sceglierà di effettuare una potatura corta (Alberello, Fig.1) o mista (Guyot, Fig.2). La scelta del tipo di potatura sarà influenzata anche dal tipo di terreno e dal clima; l'alberello si adatta bene a terreni poveri, climi aridi e molto ventilati, mentre il Guyot si

adatta bene generalmente a tutti i tipi di climi e terreni. Con la scelta di questi sistemi di allevamento si influenzerà anche la densità d'impianto, ovvero il numero di ceppi ad ettaro. Con il sistema di allevamento ad alberello si arriverà anche a 10000-12000 ceppi/Ha mentre con il Guyot si potranno avere 5000-6000 ceppi/Ha. Maggiore sarà la densità d'impianto minore sarà la produzione a ceppo dal momento che si avrà una competizione tra pianta e pianta, quindi l'uva avrà una maggior concentrazione di sostanze fenoliche (antociani, tannini) e una più alta gradazione zuccherina. I livelli di produzione dovranno essere mantenuti molto bassi, si può parlare di una produzione di 0.9-1 Kg/pianta.



Fig.1 Potatura ad Alberello

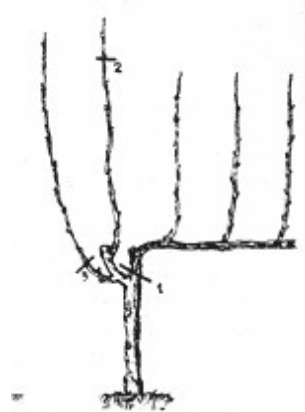


Fig.2 Potatura a Guyot

2.2 Sfogliatura

La sfogliatura è la rimozione totale o parziale delle foglie basali del tralcio, questa operazione si effettua in un'epoca che va dall'allegagione all'invaiaitura. Si andrà a rimuovere una quota di foglie allo scopo di arieggiare la fascia produttiva, migliorare l'esposizione al sole dei grappoli, permettere una migliore maturazione, ridurre i rischi di attacchi di muffa e consentire una maggiore efficacia dei trattamenti antiparassitari. Con la sfogliatura si andranno a rimuovere le foglie più vecchie con scarsa attività fotosintetica lasciando le foglie più giovani con una maggiore attività favorendo la produzione di sostanze nutritive.

Non bisogna però rimuovere tutte le foglie basali lasciando i grappoli completamente esposti alla luce perchè si rischieranno scottature degli acini e, nel caso di vini rossi, un accumulo non ottimale di antociani con prevalenza di forme più difficilmente estraibili.

2.3 Diradamento

Il diradamento consiste nella rimozione di una quota che va dal 30 al 60% dei grappoli presenti sulla vite. Il diradamento ha la funzione di anticipare la maturazione o indurre una surmaturazione per raggiungere diversi scopi enologici. Il diradamento può essere precoce o tardivo (prossimo all'invaiaitura) e solitamente i grappoli ad essere rimossi sono quelli distali rispetto al germoglio, quelli meno formati, mal posizionati o in evidente ritardo di maturazione. Il diradamento, se eseguito correttamente, favorisce l'aumento del corredo polifenolico dell'uva e aumenta la concentrazione zuccherina a discapito di una lieve perdita di acidità. Ad esempio se si effettua un diradamento del 30% si avrà un aumento del tenore zuccherino del 15% e una perdita del 5% di acidità. Il diradamento è giustificato quando il

miglioramento della qualità delle uve compensa i costi derivanti dall'esecuzione dell'operazione e la diminuzione del reddito dovuto al calo della produzione.

2.4 Sanità delle uve

Lo stato sanitario delle uve vendemmiate è un fattore fondamentale per l'ottenimento di vini rossi atti all'invecchiamento. Lo sviluppo di *Botrytis cinerea* (Fig.3) porta allo sviluppo di muffa grigia i cui effetti sono devastanti con deprezzamento dell'uva. La *Botrytis cinerea*



Fig.3 Uve affette da *Botrytis cinerea*

può anche essere accompagnata da altri tipi di funghi come *Aspergillus* e *Penicillium* o dai batteri acetici che accentuano ulteriormente l'alterazione dell'uva. La liberazione di un enzima polifenolossidasi prodotto dalla *Botrytis cinerea*, la laccasi, provoca la distruzione dei composti fenolici del vino per ossidazione. Questo enzima può essere distrutto solo con concentrazioni di SO_2 molto elevate ($>15\text{g/hL}$) o temperature istantanee molto elevate. In ogni caso la lavorazione di uve botritizzate darà dei vini fragili e sensibili all'ossigeno, con minor concentrazione di composti fenolici e di bassa qualità, pertanto saranno vini non adatti all'affinamento in botte.

2.5 Surmaturazione

Il prolungamento naturale del fenomeno di maturazione provoca la diminuzione delle rese ettaro a causa della perdita d'acqua per evaporazione dagli acini dando origine a un mosto concentrato naturalmente, più ricco in zuccheri e più ricco in sostanze aromatiche. L'acidità non aumenta ma a volte diminuisce a causa dell'ossidazione dell'acido malico. Si punterà quindi all'ottenimento di una maturità fenolica che comprende oltre a zuccheri, pH e acidità totale la maturità dei composti fenolici come ad esempio i tannini dei vinaccioli e la massima quantità di antociani e tannini. C'è da dire però che la materia colorante estratta da uve in surmaturazione non è stabile nel tempo e i vini si spogliano prematuramente quindi bisognerà trovare il giusto equilibrio tra maturazione tecnologica e fenolica nella scelta del giusto momento di raccolta.

3. Operatività in cantina

La pratica enologica principale che consente di modificare le caratteristiche del vino in modo da renderlo idoneo a subire un periodo di affinamento è la macerazione.

3.1 Macerazione

Il vino per essere adatto a subire un affinamento in legno deve avere determinate caratteristiche come un adeguato grado alcolico, una buona quantità di sostanze polifenoliche e un buon rapporto tannini/antociani. Le diverse tipologie di macerazione e la sua durata svolgono un ruolo fondamentale nell'ottenimento di alcune di queste caratteristiche. La macerazione, essenzialmente, apporta al vino composti fenolici come antociani e tannini che partecipano al colore e alla struttura, sostanze aromatiche, sostanze azotate, polisaccaridi e sostanze minerali; queste sostanze provengono essenzialmente da bucce, vinaccioli e in alcuni casi dai raspi. Da ognuna di queste parti del grappolo si otterranno sostanze che andranno a conferire al vino sapori e sensazioni differenti. I raspi cederanno tannini verdi e aggressivi con un sapore erbaceo, i vinaccioli conferiranno una certa rugosità e le bucce conferiranno al vino una certa morbidezza. Sia la durata della macerazione che le modalità di gestione del cappello di vinacce influenzeranno la qualità del vino. Una macerazione corta viene infatti attuata nel caso di vini destinati ad essere consumati giovani, mentre una macerazione più lunga è necessaria per i vini che dovranno subire un periodo di affinamento in legno (siccome la ricchezza e la quantità in tannini è fondamentale per la riuscita dell'affinamento). L'estrazione delle sostanze dalle bucce durante la macerazione è influenzata da diversi fattori. Il calore, ad esempio, accentua la dissoluzione dei costituenti di bucce e vinacce e accelera la macerazione; se si vuole favorire la struttura tannica dei vini da invecchiamento, la temperatura di macerazione dovrà aggirarsi intorno ai 30°C. L'SO₂ oltre alle proprietà antiossidante, antiossidante e antisettica ha anche la proprietà di aumentare la solubilizzazione dei costituenti delle vinacce. Anche l'etanolo, prodotto durante la fermentazione alcolica, favorisce l'estrazione di sostanze tanniche solubilizzando i tannini, ma allo stesso tempo provoca una perdita di colore dovuta alla distruzione delle combinazioni tannini-antociani con conseguente liberazione di antociani liberi che sono meno colorati. Anche le diverse pratiche di gestione del cappello di vinacce influiscono sulla macerazione e sulla tipologia di sostanze estratte. Con la pratica del rimontaggio (Fig.4), oltre a introdurre ossigeno, si ha una omogeneizzazione della vasca rinnovando il vino a contatto con il cappello di vinacce, si deve però procedere con una corretta e completa lisciviazione del cappello. Il delestage invece consiste nella svinatura di una parte del mosto in fermentazione che viene in seguito reintrodotta nella vasca disgregando il cappello. Con queste due pratiche si favorisce l'estrazione di tannini più morbidi e delicati. La follatura (Fig.5), infine, consiste nell'affondamento delle vinacce nel liquido provocando la loro disgregazione e aumentando la macerazione e favorendo l'estrazione dei tannini dei vinaccioli, quindi dei tannini aggressivi.

3.2 Influenza della durata di macerazione sull'affinamento

Si può osservare che il vino proveniente da una macerazione veloce presenta una bassa quantità di sostanze fenoliche. I tannini sono poco condensati e più aggressivi, gli antociani sono in buona parte in forma libera e si ha una scarsa formazione di combinazioni tannini/antociani. Il colore del vino cambia, assume infatti una colorazione gialla a discapito della frazione colorante di colore rosso. Si può quindi dire che il vino risulta squilibrato. Al contrario, un vino proveniente da una lunga macerazione subisce un aumento del grado di condensazione dei tannini, la diminuzione della loro astringenza e l'aumento del tasso di

combinazioni tannini-antociani, di conseguenza un aumento della stabilità della materia colorante.



Fig.4 Rimontaggio su vino rosso



Fig.5 Follatura su vino rosso

4. Affinamento del vino

I cambiamenti che il vino subisce durante l'affinamento in barrique sono in gran parte dipendenti dal contenitore in legno; dipendono infatti dalla provenienza del legno, dal grado di tostatura e dal tempo di stagionatura.



4.1 Generalità sulla Quercia, sul legno Americano e sul legno Francese

Fino a 50 anni fa si utilizzavano numerose specie quali l'acacia, il castagno, l'eucalipto e molte altre. Successivamente i bottai hanno scelto di considerare solo il legno di quercia per vari motivi: era l'unico legno in grado di modificare positivamente i caratteri gustativi e olfattivi del prodotto contenuto al suo interno; presentava proprietà come la porosità, la permeabilità e la composizione chimica favorevoli e adatte a modificare in modo positivo e equilibrato il vino. La quercia presenta infatti un'ottima permeabilità ai gas ma è in grado di essere impermeabile ai liquidi, durante la tostatura tende a formare molecole odorose che aggiungono caratteri positivi ai vini e la presenza di pochi tannini amari che sono facilmente eliminati con l'essiccazione naturale.

Le principali specie di quercia francese utilizzate per la produzione di barriques sono la *Quercus robur* (Fig.7) e la *Quercus petraea*, provenienti principalmente dalle foreste del massiccio centrale Francese (Allier, Limousin ecc.)

Tra le specie americane, invece, la specie più usata è la *Quercus alba* (Fig.6) proveniente principalmente dalle foreste situate nel Kentucky, Missouri, Oklahoma e Texas.



Fig.6 Foglie di Quercus alba



Fig.7 Foglie di Quercus robur

4.2 Oak barrel production

The main material needed in the production of barrels is wood, the most used is oak which differs from region to region. The finest types of oak grow in France and America but Slavonia, Russia and Hungary are other sources of good oak. The first step in the production of barrels is cutting the wood. The wood has to be cut in staves. You should be able to obtain a number of staves that allows the production of at least 2 and at most 4 barrels. The second phase is open –air drying which can last many months (from 24 to 36), this process leaches the aggressive tannins from the wood and decreases the possibility of barrel leakage. The wood must dry therefore it will be rotated and sprinkled so the staves can keep a humidity level of about 15%. After the drying process the staves can be cut to a suitable length. To assemble the barrel itself, you will fit the staves onto a frame and then arrange the staves around with temporary iron hoops. The barrique has to be toasted, this process can be made with an open fire of wood chips or a gas fire for a different period of time. The flat ends will be customly made for the barrel and will be fitted into grooves on the top and on the bottom of the side staves. After the toasting process the temporary hoops are removed and replaced with permanent ones, the exterior part of the barrel will be scraped so it will become smooth. The barrique will be filled with cold water and added with air pressure to check for any leaks. The barrel is then branded and sold.

4.3 La stagionatura: generalità e influenza sul vino

Il legno, durante le fasi di produzione delle botti, subisce diverse operazioni che ne modificano la composizione, le sostanze che esso può cedere e gli effetti che ha sul vino.

Durante la produzione delle botti la prima lavorazione che va a modificare il legno è la stagionatura. La stagionatura può essere artificiale o naturale e, a seconda di questo, apporta diverse modifiche al vino.

Durante la stagionatura naturale (Fig.8) gli ellagitannini del legno vengono degradati sia dall'attività enzimatica dei funghi, sia attraverso una degradazione chimica ad opera dell'ossigeno e vengono trasformati in acido gallico e ellagico; si osserva inoltre un aumento della concentrazione in aldeidi fenoliche.

Questi tannini vengono poi dilavati dall'acqua piovana che, dopo essere entrata nel legno, evapora asportandoli. Nel legno essiccato naturalmente si notano inoltre aumenti del tenore

di eugenolo, aldeide siringica, aldeide vanillica (grazie alla depolimerizzazione della lignina dovuta alla luce solare) e β -metil- γ -octolattone. Non tutti i composti che vengono a formarsi sono però positivi. Si formano infatti anche composti con sentore di fungo e muffa provenienti dalla degradazione dei lipidi ma il loro tenore nel legno essiccato non influenza negativamente l'aroma del vino.

Il legno essiccato naturalmente sarà generalmente più aromatico e fresco poichè la maggior parte degli aromi viene a formarsi nella fase di stagionatura all'aria, allo stesso tempo una grande quantità di metil-octolattone evolve verso la forma cis, molto più aromatica della trans causando un forte aumento dell'intensità aromatica del legno.

La stagionatura, oltre ai vantaggi della degradazione enzimatica, chimica, del dilavamento e del fatto che non sono necessarie strutture particolari per attuarla, presenta anche degli svantaggi. Occorre infatti un periodo di tempo molto lungo (24-36 mesi) pertanto si rischia l'attacco di funghi e muffe con conseguente marciume e deformazione del legno.

Durante la stagionatura artificiale invece non si ha né l'azione enzimatica né l'azione chimica, i tannini inoltre si concentrano verso l'esterno grazie all'evaporazione dell'acqua contenuta nel legno ma non vengono eliminati. Al contrario, la stagionatura artificiale è rapida ma mancano tutti gli aspetti positivi della degradazione enzimatica naturale.

Durante la stagionatura artificiale invece gli aromi del legno rimangono pressoché invariati.



Fig.8 Stagionatura naturale delle doghe

Si può quindi dire che sia il metodo che il tempo impiegato durante la stagionatura influiscono sulla qualità finale del vino. Utilizzando una barrique assemblata con doghe stagionate, ad esempio, 24 mesi si otterrà un vino più tannico e con sentori leggermente più amari rispetto a quelli di un vino affinato in una barrique le cui doghe sono state stagionate 36 mesi in cui si riscontrerà la presenza di tannini più morbidi ed equilibrati.

4.4 La tostatura, generalità e influenza sul vino



Fig.9 Tostatura barriques

La tostatura è un processo che provoca modificazioni alla struttura e alla composizione del legno grazie all'elevata temperatura a cui esso è sottoposto.

Può essere effettuata in diversi modi, a fiamma viva all'interno della botte o con un braciere posto a terra al centro della botte.

Il livello di tostatura si classifica in base alla sua durata e alla temperatura a cui il legno è sottoposto; si passa da un livello di tostatura leggera (30 minuti a 120°C) a un livello di tostatura forte (45 minuti a 210°C). Il livello di tostatura più utilizzato è quello medio (35 minuti a 170°C) perchè fa avvenire nel legno diverse trasformazioni positive.

Si hanno sia dei cambiamenti fisici che chimici. Quelli fisici riguardano principalmente a struttura cellulare che risulta diversa a seconda del tipo di

tostatura adottato. Con una tostatura leggera la parete interna del fusto prende aspetto spugnoso, con una media le sostanze superficiali del legno scompaiono per fusione mentre con una tostatura forte si riscontra una superficie gonfia e screpolata.

I cambiamenti chimici invece riguardano la formazione di diversi composti aromatici a partire dalla cellulosa, dall'emicellulosa e dalla lignina. Dalla degradazione dei poliosidi si ottengono aldeidi furaniche come furfurale e 5-metilfurfurale con sentore di mandorla tostata. Dalla degradazione della lignina invece si ottengono fenoli volatili e aldeidi fenoliche con sentori di affumicato e speziato. In seguito al riscaldamento del legno di rovere si ottengono aldeidi benzoiche come la vanillina e aldeidi idrossicinnamiche come la coniferaldeide. Infine dalla degradazione termica di alcuni lipidi e acidi grassi si ha la formazione di alcuni isomeri del metilotalattone.

5. Fenomeni dell'affinamento in barrique

Durante l'affinamento il vino subisce diversi cambiamenti riguardanti il colore e il gusto. Inoltre il legno permette l'ossidazione ragionata (ovvero il lento e continuo passaggio di ossigeno dall'esterno all'interno della botte), la decarbonicazione, una chiarifica spontanea del vino e la cessione di sostanze aromatiche e fenoliche.

5.1 L'ossidoriduzione

I fenomeni di ossidoriduzione all'interno di una botte sono considerati un'ossidazione ragionata, ovvero un passaggio lento e continuo di ossigeno nel vino. Il tenore di ossigeno del vino è legato al potenziale redox.

La botte è un recipiente poroso che lascia passare ossigeno in modo continuo favorendo la sua dissoluzione nel vino contenuto al suo interno; nel primo anno di vita di un contenitore l'ossigenazione varia dai 3 ai 5 mg/L/mese, nel secondo anno di vita varia da 1 a 3 mg/L/mese, al 3-4 anno di vita si parla di 0.4/0.8 mg/L/mese e dopo i 5 anni di vita una barrique scambia all'incirca 0.2 mg/L/mese. Il tenore di ossigeno disciolto all'interno di una botte varia da 0.3 a 0.5 mg/L (Tab.1), l'utilizzo prolungato delle botti provoca però una diminuzione del tenore di ossigeno disciolto.

	Tenore in O ₂ disciolto (mg/L)
Barrique primo anno	0.4
Barrique secondo anno	0.2
Barrique terzo anno	0.2
Vasca cemento	<0.1
Vasca inox	<0.1

Tab.1 Tenore di ossigeno disciolto nel vino all'interno di vari contenitori

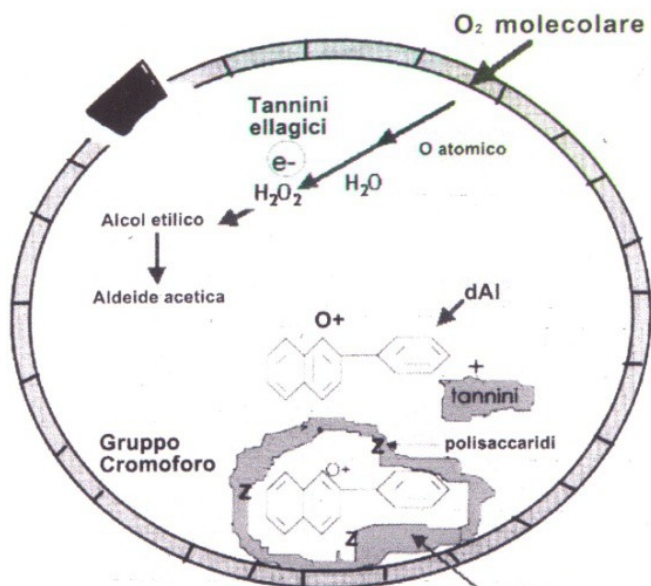


L'ossigeno viene scambiato attraverso il cocchiume, gli spazi tra le doghe, attraverso le doghe stesse e attuando la colmataura. La maggior parte degli scambi avviene attraverso gli spazi tra le doghe, attraverso il cocchiume lo scambio di ossigeno è limitato a 0.5 mg/L/anno riguardante i primi 10 cm di vino e

dipende dal materiale di cui è costituito il tappo (legno, sughero, silicone...). La colmataura, invece, provoca un apporto di ossigeno che può arrivare fino a 1 mg/L ma, a sua volta, riguarda solo i primi 20-30 cm di vino. Per omogeneizzare la differenza di potenziale che verrà a formarsi con la colmataura e, in generale, il tenore di ossigeno disciolto nella botte, si usa la pratica del batonnage (Fig.10). Questa operazione consiste nella sospensione delle fecce e, oltre a favorire l'autolisi dei lieviti con conseguente liberazione di mannoproteine, consente di omogeneizzare il potenziale di ossidoriduzione all'interno della barrique. Grazie ai fenomeni di ossidazione, all'interno di queste botti in legno avverranno diverse reazioni che provocheranno l'evoluzione e la condensazione tra tannini e antociani.

5.2 L'evoluzione della sostanza colorante

L'arieggiamento è essenziale nella modificazione dell'intensità colorante, infatti l'ossigenazione provoca la diminuzione della concentrazione di antociani mentre l'intensità colorante aumenta. La diminuzione degli antociani riguarda le forme libere, le forme combinate ai tannini sono invece stabili e provocano l'incremento del colore. Attraverso l'ossidazione avvengono delle reazioni che comportano la formazione di etanale a partire dall'etanolo; l'acetaldeide sintetizzata in questo processo forma ponti etile tra le molecole di antociani e tannini rendendo la materia colorante stabile (Fig.11). Possono anche verificarsi delle reazioni di condensazione tra tannini e antociani dove, in presenza di ossigeno, queste due molecole legandosi tra loro provocano la stabilizzazione del colore. Queste reazioni avvengono spontaneamente nei vini affinati in barrique perchè questi sono sufficientemente arieggiati. Allo stesso tempo si hanno altre reazioni che degradano tannini e antociani e possono provocare l'evoluzione del colore verso tonalità giallo-aranciate. La formazione di alte concentrazioni di etanale provoca la comparsa di composti di colore arancione. La presenza di sostanze provenienti da uve ammuffite provoca la formazione, tramite condensazione con gli antociani, di strutture di colore giallo-aranciato. Un altro fattore che influenza l'evoluzione del colore verso queste tonalità è la temperatura. Si è visto che la



conservazione di vini a temperature elevate provoca l'aumento della DO a 420nm e quindi del colore giallo. Un'eccessiva ossidazione dei tannini può a sua volta provocare la formazione di precipitati e l'aumento del colore bruno.

Fig.11 Reazioni in combinazione tannini-antociani

5.3 Le trasformazioni dei tannini

I tannini durante l'invecchiamento subiscono delle trasformazioni che portano alla modifica del loro gusto e alla diminuzione dell'astringenza. In ambiente acido le proantocianidine costituenti i tannini reagendo con i flavanoli formano dei polimeri omogenei che provocano un ammorbidimento del vino. Anche la formazione di etanale tramite ossidazione provoca delle reazioni di polimerizzazione da cui si otterranno polimeri eterogenei che a loro volta diminuiranno l'astringenza del vino. I tannini possono risultare più morbidi quando legati a polisaccaridi o a proteine. Se legati a grossi polimeri queste sostanze polifenoliche sono soggette a precipitazione, mentre se i polimeri sono leggeri o di basso peso molecolare le precipitazioni sono meno intense ma la stabilità dipende comunque dalla temperatura. Con temperature alte la possibilità di riscontrare queste precipitazioni aumenta. L'ammorbidimento del vino è dovuto proprio alla riduzione della reattività dei tannini nei confronti delle proteine. Per raggiungere questo obiettivo può essere adottata la tecnica dell'affinamento "sur lies" utilizzata frequentemente sui vini bianchi che favorisce la dissoluzione nel vino di mannoproteine, polisaccaridi e peptidi provenienti dalle fecce fini.

5.4 Fenomeni di chiarifica

Si è potuto constatare, misurando la torbidità, come il vino all'interno di una barrique subisca una chiarifica precoce rispetto a quella che un vino subisce in botti di acciaio.

Contenitore	Torbidità (NTU)
Serbatoio in acciaio inox (150hL)	15 NTU
Serbatoio in acciaio inox (5hL)	9 NTU
Botte nuova (225L)	3 NTU
Botte usata (5 anni di vita)	6 NTU

Tab.2 Torbidità di un vino dopo 3 mesi in diversi contenitori

La chiarifica in botte di legno riguarda soprattutto la precipitazione delle particelle di grande dimensione mentre quelle di piccola dimensione (<1,5 nm) rimarranno in sospensione. La chiarifica spontanea in barrique è un processo che richiede un lungo tempo e spesso non è completa: essa dipende sia dal recipiente che dalla facilità di sedimentazione di un vino.

5.5 Fenomeni di decarbonizzazione

All'interno di una barrique si verificano dei fenomeni di decarbonizzazione del vino dovuti alla lenta e continua ossigenazione a cui è soggetto all'interno del contenitore.

Contenitore	Tenore in CO ₂ (mg/L)
Serbatoio in acciaio inox non travasato	930 mg/L
Botte nuova	435 mg/L

Tab.3 Tenore in CO₂ in un vino dopo 3 mesi in diversi contenitori

5.6 Stabilizzazione tartarica e proteica

Il vino è una soluzione sovrasatura, pertanto sali come il bitartrato acido di potassio e le proteine contenuti al suo interno dovrebbero precipitare, ma essi sono tenuti in sospensione dai colloidali protettori. Durante la fermentazione alcolica e grazie al processo di autolisi dei lieviti vengono a liberarsi nel vino polisaccaridi e mannoproteine. I polisaccaridi derivano dalla cellula della buccia e le mannoproteine dalla parete cellulare dei lieviti; la loro cellula è infatti costituita per il 90% da polisaccaridi e corrisponde al 15-30% del peso della cellula. Queste molecole apportano diversi benefici al vino:

- Migliorano il corpo e la morbidezza;
- Diminuiscono l'astringenza dei tannini nei vini rossi;

favorendo

- Assorbimento di alcuni tiosi;
- Chelazione metalli pesanti;
- Colloidali protettori.

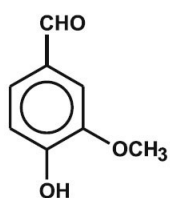
La loro funzione di colloidali protettori consiste nel rivestimento superficiale delle singole particelle impedendo la loro aggregazione e conseguente precipitazione.

6. Composti aromatici ceduti dal legno

Il legno cede diversi composti aromatici al vino, a seconda del tipo di quercia e di tostatura. Gli aromi ceduti dal legno appartengono a diverse categorie aventi ognuna origine diversa. Si ricordano principalmente:

- Aldeidi fenoliche;
- Fenoli volatili;
- Lattoni;
- Aldeidi furaniche.

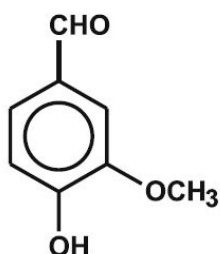
6.1 Aldeidi fenoliche



Tra le aldeidi fenoliche si ricorda la vanillina (Fig.12) che conferisce un sentore vanigliato: essa deriva dalla lignina e ha soglia di percezione di 0.30 mg/L. La vanillina aumenta con la tostatura solo fino a un certo grado di riscaldamento, in seguito diminuisce. La maggiore quantità di questo composto si ottiene con la tostatura media.

Fig.12 Vanillina

6.2 Fenoli volatili



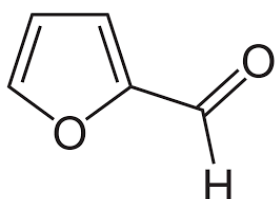
I fenoli volatili sono composti che derivano dalla demolizione pirolitica della lignina. Tra questi fenoli volatili si ricordano principalmente il Guaiacolo con sentore affumicato, l'Eugenolo (Fig.13) con sentore di chiodo di garofano, il 4-metil-guaiacolo con aroma di bruciato e il 4-vinil-fenolo con aroma di vernice. L'eugenolo è il fenolo presente in quantità maggiore.

Fig.13 Eugenolo

6.3 Lattoni

Il composto più presente tra i lattoni è il Whiskylattone con sentore di noce di cocco. Il contenuto in lattoni del legno dipende dall'origine geografica, dalla stagionatura e della tostatura. Nella Farnia (*Q.robur*) non esiste il whiskylattone, nella quercia americana (*Q. alba*) predomina la forma *cis* (circa 10 volte più aromatica di quella *trans*) rendendo il legno molto più aromatico, nel Rovere (*Q.petraea*) le due forme si equivalgono, il legno è quindi meno aromatico di quello americano. I lattoni a basse concentrazioni danno note positive al legno ma se si superano i 0.23 mg/L possono conferire note sgradevoli come vernice e resina.

6.4 Aldeidi Furaniche



Le aldeidi furaniche derivano dalla degradazione termica dei polisaccaridi del legno come cellulosa ed emicellulosa. Le principali aldeidi furaniche sono il furfurale (Fig.14) e il 5-metil-furfurale con odore di mandorla tostata. Viene a formarsi anche il 5-idrossimetil-furfurale, ma è un composto inodore.

Fig. 14 Furfurale

7. Composti fenolici ceduti dal legno

Oltre ai composti aromatici, il legno cede al vino dei composti fenolici che andranno a modificare il gusto e l'astringenza del prodotto affinato al suo interno.

I composti fenolici rilasciati dal legno appartengono a diverse categorie, le principali sono:

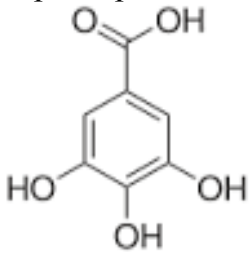
- Acidi Fenolici;
- Ellagitannini.

7.1 Acidi Fenolici

I principali acidi fenolici sono:

- Acido gallico;
- Acido caffeico;
- Acido paracumarico;
- Acido siringico.

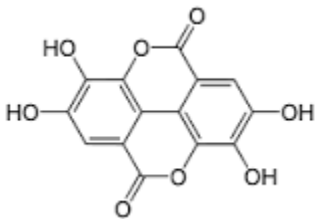
Il principale acido fenolico è l'acido gallico (Fig.15), questo composto aumenta nel vino grazie all'affinamento in legno, può presentare un sapore acido e può conferire astringenza.



In minori quantità sono presenti anche l'acido caffeico, l'acido paracumarico e l'acido siringico; quest'ultimo è però presente solo nella Q. robur.

Fig.15 Acido gallico

7.2 Tannini ellagici



Il tipo di ellagitannini dipende principalmente dalla diversa specie di quercia: nelle querce europee si ritrovano sia in forma monomera che in quella dimerica mentre nelle querce americane si ritrova solo la forma monomera. Il principale è l'acido ellagico (Fig.16), va a costituire i tannini idrolizzabili e deriva dall'unione di due molecole di acido gallico.

Fig.16 Acido ellagico

8. Problematiche derivanti dallo sviluppo di Dekkera

Diversi sono i microrganismi che presentano la capacità di svilupparsi in un vino durante il periodo di affinamento.

Il Dekkera (Forma sporigena)/Brettanomyces (Forma asporigena) è un lievito con cellule di forma ogivale. Questo microrganismo, contrariamente alla maggior parte dei lieviti, tende a favorire l'attività fermentativa in presenza di ossigeno producendo acido acetico: questo fenomeno è denominato "effetto Custer". È un lievito poco esigente; infatti per raggiungere la popolazione di 3000 cellule/mL, sufficiente per produrre una quantità di composti vinilici ed etilici superiore alla loro soglia di percezione, necessita di una concentrazione di zuccheri molto bassa (300mg/L). Il Brettanomyces è uno tipo di lievito molto dannoso anche grazie alla sua capacità di metabolizzare etanolo e i pentosi. Questo lievito attua la sintesi di:

- Vinil-4-fenolo;

- Etil-4-fenolo;
- Vinil-4-guaiacolo;
- Etil-4-guaiacolo.

8.1 Sintesi di etil-vinil fenoli

Questi composti volatili sono sintetizzati a partire da acidi idrossicinnamici (Fig.17). Attraverso l'enzima cinamato-decarbossilasi vengono prodotti:

- Vinil-4-fenolo con sentore di colla e farmaco;
- Vinil-4-guaiacolo con sentore di garofano e pepe.

Attraverso l'enzima vinilfenolriduttasi dai composti vinilici precedentemente descritti si ottengono:

- Etil-4-fenolo con sentore di sudore di cavallo;
- Etil-4-guaiacolo con sentore di affumicato e speziato.

Nei vini rossi prevalgono i composti etilici su quelli vinilici con un rapporto di circa 8:1; il guaiacolo nei vini rossi non è sempre considerato un difetto in quanto se presente in piccole quantità può migliorare il bouquet aromatico.

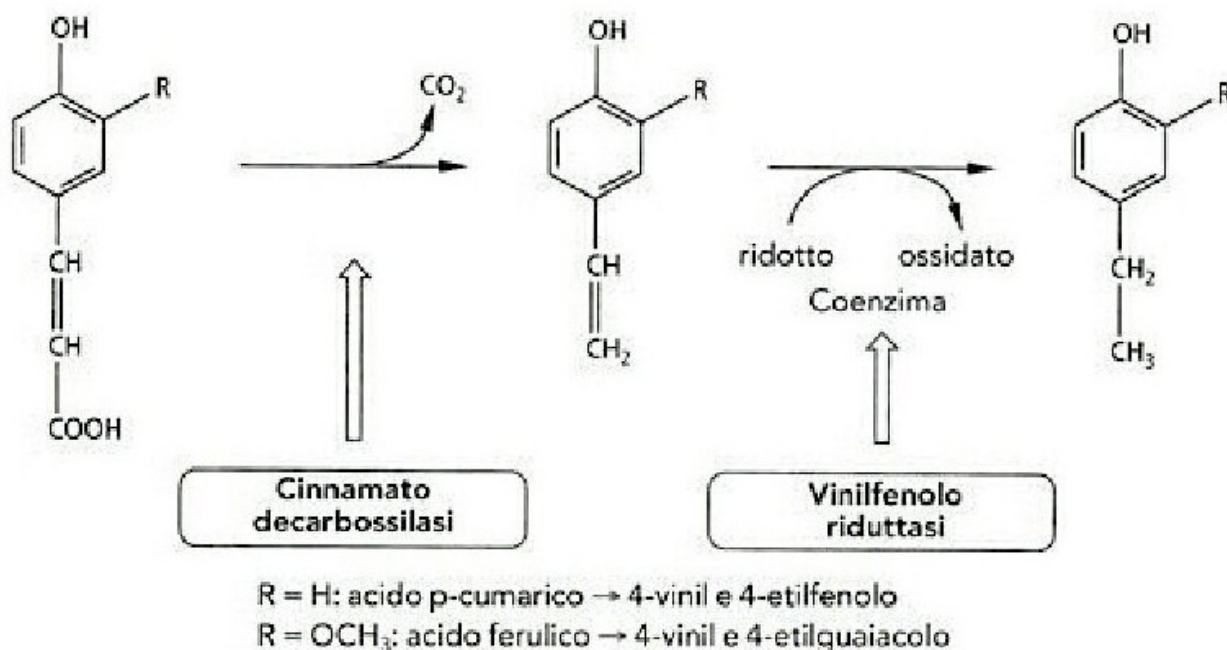


Fig.17 Sintesi di composti vinilici e etilici da parte di *Brettanomyces*

8.2 Prevenzione e controllo di *Brettanomyces*

Il metodo principale di prevenzione è l'igiene; infatti questo lievito si sviluppa con facilità nei punti più difficili da pulire come rubinetti, assaggiavino, valvole, ma soprattutto nelle superfici interne e porose del legno. Andrà controllata la presenza di *Brettanomyces* tramite la conta dei lieviti su piastra utilizzando terreni selettivi o differenziali e la quantità di fenoli volatili presenti con gas cromatografia pur essendo questa analisi non sempre affidabile. Si deve dunque operare correttamente in fase preventiva, in modo da limitare la crescita di questi microrganismi, ed arrivare alla fase di affinamento con la popolazione più bassa

possibile. Durante l'affinamento bisognerà quindi rispettare delle norme igieniche e delle elementari pratiche enologiche, quali: mantenimento di un livello di SO₂ superiore a 35 mg/L, un'adeguata colmatura della barrique in modo da evitare una presenza eccessiva di ossigeno al suo interno, un accurato lavaggio del contenitore seguito da una buona colatura e l'utilizzo di zolferini in modo da sanitzare e inertizzare il contenitore. Accompagnando queste pratiche a un controllo analitico a cadenza regolare sia del vino che del legno si potrà prevenire l'eccessivo sviluppo di Brettanomyces. Si dovrà prestare particolare attenzione alla pratica del batonnage siccome utilizzando l'attrezzatura su un vino contaminato da Brettanomyces e non disinfettandola adeguatamente si potrebbero inoculare altri vini sani e esenti da questo lievito. Altre vie per controllare il Brettanomyces sono i raggi UV nella regione tra 254 e 260nm, interagisce col DNA per causando la produzione di sostanze che causano la morte della cellula e l'uso di Chitosano, un polisaccaride naturale estratto dai funghi; è biodegradabile, atossico e anallergico.

8.3 Terreni per lo sviluppo e riconoscimento di Dekkera

Il terreno Bio D-B Agar permette lo sviluppo di Dekkera e attorno alla colonia vira (Da blu a verde); viraggio dovuto all'acidificazione del terreno. Questo tipo di terreno consente anche lo sviluppo di Batteri acetici. Per riconoscere Brettanomyces si utilizzerà un terreno contenente malto peptone maltosio e sali minerali ed ha un pH pari a 5 e dopo la sterilizzazione viene aggiunto di CaCO₃ e vitamine. Brettanomyces producendo molto acido acetico dal glucosio scioglie il bicarbonato attorno alla colonia.

9. Prove di degustazione

Durante lo stage estivo in Toscana svoltosi dal 25-09-2014 al 11-10-2014 presso l'azienda Castello di Fonterutoli sita a Castellina in Chianti ho partecipato a diverse prove di degustazione riguardanti vini della stessa varietà (Sangiovese) affinati in barriques con caratteristiche del legno diverse, ma invecchiati per lo stesso periodo di tempo.

Sono state sottoposte a degustazione le seguenti tipologie di prodotto:

1. Sangiovese proveniente da un vigneto situato a Querciagrossa (360 m s.l.m.) una zona adiacente a Castellina in Chianti, affinato in una barrique nuova il cui legno ha subito una tostatura media (MT) e un periodo di stagionatura di 24 mesi. Questo vino, come tutti gli altri vini degustati, è stato posto in barrique durante il mese di gennaio del 2014. Presenta un colore intenso e una notevole apertura al naso, segno di una buona ossigenazione, in bocca è strutturato e molto tannico. Si riscontrano aromi di tostatura e caffè. Questo vino è stato scelto come campione di riferimento perchè è stato affinato in una barrique avente caratteristiche intermedie.
2. Sangiovese Querciagrossa (360 m s.l.m.) affinato in una barrique nuova che, rispetto alla precedente, ha subito una tostatura più leggera (MT-). A differenza del campione precedente presenta un sentore meno forte di tostatura e caffè e al gusto viene ridotta la sensazione tannica e amara. Si avrà però un vino meno strutturato.
3. Sangiovese Querciagrossa (360 m s.l.m.) affinato in una barrique nuova il cui legno ha subito una tostatura media (MT) ma il legno è stato stagionato per 36 mesi a differenza dei 24 delle precedenti barriques. A differenza degli altri campioni si è riscontrata la presenza di tannini meno aggressivi, più equilibrati ed eleganti ma in minore quantità rispetto agli altri campioni.

4. Sangiovese Querciagrossa (360 m s.l.m.) affinato in barrique di legno americano, riscontrando la forte presenza in grande quantità di aromi vanigliati e di noce di cocco.

In seguito alla degustazione di questi campioni si possono osservare i cambiamenti del vino in base alle lavorazioni subite dalla barrique in cui è stato affinato e in base al tipo di legno. La tostatura influirà sugli aromi e sulla struttura di un vino: si può osservare come il campione preso come riferimento affinato in una barrique con tostatura intermedia abbia una buona struttura e tannicità e presenti aromi di tostato e caffè relativamente forti. Il campione affinato in una barrique con tostatura leggera (MT-) presenterà invece un gusto meno amaro e un sentore di tostato meno accentuato. La stagionatura influenzerà la morbidezza e la quantità di tannini. Si può osservare come il campione affinato in legno stagionato 24 mesi presenti tannini più aggressivi e astringenti rispetto al campione nr.3 in cui si denotano tannini meno aggressivi, più equilibrati ed eleganti ma in quantità minore. Il tipo di legno invece influirà principalmente sulla componente aromatica del vino: nel campione affinato in barrique di legno americano si riscontreranno sentori di noce di cocco e vaniglia non percepiti nei precedenti vini.

10.Bibliografia

P. Ribéreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donèche, A. Lonvaud - Trattato di Enologia I;
P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdieu- Trattato di Enologia II;
N. Vivas- Dalla Quercia alla Botte, Stato dell'Arte;
Carlo Zambonelli -Microbiologia e Biotecnologia dei Vini