



Valorizzazione dell'uva

I profumi del vino: BRETTANOMYCES

Le alterazioni del profilo aromatico dei vini provocate dai lieviti

Bucci T., Buratti, R.

I profumi del vino (parte A)

Introduzione

Il tecnico della filiera enologica ha, come principale scopo, quello di puntare all'ottenimento di un prodotto che deve rispondere il più possibile alle richieste di un consumatore sempre più preparato, esigente ed attento alle caratteristiche qualitative, igieniche e salutistiche dei prodotti alimentari in genere e del vino in particolare.

Ne consegue che il profilo aromatico del vino e le sue sensazioni olfattive e gustative devono essere sensorialmente piacevoli ed edonisticamente in grado di soddisfare le aspettative del consumatore. Nell'elaborazione di un vino, il tecnico, quindi, deve tenere sempre in considerazione questi aspetti.

Il raggiungimento di tale risultato passa dalla considerazione che le peculiarità organolettiche del prodotto finale non dipendono solo dalle caratteristiche della materia prima, come varietà, grado di maturazione, stato sanitario, ecc., ma anche da altri fattori che l'enologo deve controllare e gestire in funzione dello stile di vino che si vuole produrre.

I fattori tecnologici, che sono alla base del processo di trasformazione dell'uva in vino, e soprattutto i fattori microbiologici, che dipendono dall'attività dei lieviti e dei batteri, possono infatti modificare in modo positivo o negativo il profilo sensoriale del vino durante tutte le fasi di produzione (Fugelsang, 1997). Un'accurata ed attenta gestione dell'aspetto microbiologico della filiera enologica è quindi condizione indispensabile affinché l'enologo possa raggiungere gli obiettivi enologici prefissati.

In particolare, il controllo dello stato microbiologico dell'uva, del mosto e del vino, durante tutte le fasi di lavorazione, è un aspetto critico in quanto numerose sono le specie di lieviti e di batteri che trovano in queste matrici un habitat ideale dove svilupparsi e che, se non correttamente monitorate e gestite, ne possono determinare alterazioni qualitative a volte irreversibili (Fleet, 1993).

I profumi del vino

Il vino è un prodotto molto complesso, derivato da numerose trasformazioni di natura microbiologica (soprattutto di lieviti e batteri), chimica (ossidazioni, esterificazioni, ecc.) ed enzimatica (liberazione di specifici profumi da precursori d'aromi) Boulton et al., 1996.

Il vitigno, il terreno, il microclima, la tecnica di allevamento e potatura della vite, il sistema di vinificazione e durata e modalità di conservazione (acciaio o barrique) influiscono in modo determinante su tutti i caratteri organolettici peculiari e tipici dei vini, sia rossi che bianchi (Ribereau-Gayon, et al., 1998).

È chiaro quindi che il profilo sensoriale ed aromatico di un prodotto è l'espressione di tanti fattori che, insieme, contribuiscono a definire un carattere aromatico che è caratteristico e distintivo di ogni tipologia di vino.



Le sostanze aromatiche che contraddistinguono il vino possono essere classificate in funzione di diversi aspetti:

- origine chimica;
- tipo di aroma;
- formula chimica.

Possiamo dividere le sostanze aromatiche in sostanze odoranti (es. terpeni), che passano direttamente dall'uva al vino e responsabili, ad esempio, delle sensazioni floreali tipiche del moscato, come principalmente il linalolo, atrienolo, citronellolo, - terpinolo e geraniolo, e in sostanze non odoranti, capaci di produrre aroma solo dopo una trasformazione chimica, in modo particolare durante le fasi prefermentative. A queste sostanze si aggiungono poi quelle derivanti dall'attività dei lieviti e, in ultimo, le sostanze aromatiche che si formano durante la fase di invecchiamento del vino in barrique e di maturazione in bottiglia (Ribereau-Gayon, et al., 1998, Di Stefano, 1987). Più schematicamente, quindi, le sostanze odorose del vino possono essere così classificate:

In funzione dell'origine

- **AROMI VARIETALI:** sostanze presenti nell'uva con aromi caratteristici, come quello di Moscato, Malvasia, Traminer, Sauvignon, che passano come tali nel vino conferendogli il tipico profumo. Nei Moscati, infatti, l'aroma tipico è dovuto alla presenza soprattutto di terpeni; ma agli aromi varietali appartengono anche altre sostanze chimicamente molto diverse dai terpeni come, ad esempio, la 2-metossi-3-isobutil-pirazina, responsabile della caratteristica nota vegetale di patata, di erba e peperone verde del Cabernet France Sauvignon o come l'antralinato di metile responsabile dell'odore di foxy (carattere "volpino") dei vini derivati da ibridi americani e del genere lambrusca, ed il furaneolo che ricorda l'odore di fragola.
- **AROMI DI PRE-FERMENTAZIONE:** sostanze (precursori di aroma) presenti nell'uva di certi vitigni come il Pinot nero, il Riesling, lo Chardonnay ed altri, che non presentano un aroma particolare, ma diventano odorose in seguito a particolari trasformazioni chimiche (idrolisi enzimatica) che avvengono quando le uve vengono pigiate ed in seguito alle trasformazioni fermentative.
- **AROMI DI FERMENTAZIONE:** composti che non derivano direttamente dall'uva, ma hanno origine dal metabolismo dei lieviti nel corso della fermentazione alcolica (acidi, alcoli, esteri, acetati, ecc.) e che sono essenzialmente responsabili del carattere "vinoso" del vino.
- **AROMI DI POST-FERMENTAZIONE:** si formano dopo la fermentazione alcolica, nel corso della maturazione e dell'invecchiamento del vino, in relazione al tipo di stoccaggio (acciaio o legno), ed evolvono e si trasformano dando origine ad altre sostanze responsabili del profilo aromatico del vino. Queste derivano sia da complessi fenomeni e reazioni di natura chimica (ossidazione, idrolisi, esterificazione, ecc.), che da alterazioni di natura microbiologica (batteri lattici, lieviti del genere *Brettanomyces*, ecc.) che hanno luogo durante la maturazione in barrique e possono proseguire anche in bottiglia.

In funzione della struttura chimica

Si possono generalmente distinguere in 10 gruppi di seguito elencati:

1. **ESTERI:** sono qualitativamente e quantitativamente i maggiori costituenti delle sostanze aromatiche del vino (>100 ppm).



2. ALCOLI: a differenza degli esteri, gli alcoli non sempre sono considerati un fattore di qualità.
3. TERPENI: rappresentano le sostanze aromatiche tipiche delle uve aromatiche (Moscati, Gewürtztraminer) e determinano la grande differenza tra le uve aromatiche e quelle non aromatiche che ne contengono solo tracce.
4. ACIDI GRASSI: conferiscono sentori che sono stati descritti come burro, formaggio, ecc.
5. LATTONI: possono avere origini diverse: dal metabolismo degli aminoacidi da parte dei lieviti; dall'attività della Botrite sulle uve e dal legno di rovere durante la fase di maturazione dei vini in barrique, come ad esempio il whisky-lattone che conferisce il particolare odore di noce di cocco.
6. COMPOSTI CARBONILICI: nel vino sono stati riscontrati un grande numero di aldeidi e chetoni responsabili di note sensoriali molto caratteristiche.
7. ACETATI: questi composti sono principalmente ottenuti dalla reazione chimica delle principali aldeidi del vino (acetaldeide e benzaldeide) e i principali alcoli (etanolo, 2 e 3-metilbutanolo).
8. COMPOSTI VOLATILI SOLFORATI: responsabili delle caratteristiche note solfuree derivanti dalla condensazione dei mercaptani con gli acidi grassi.
9. COMPOSTI VOLATILI AZOTATI: amine, acetamide (pipi di topo), pirazine, metil antralinato.
10. FENOLI VOLATILI: sono stati identificati ben 31 fenoli volatili e molti di loro contribuiscono in modo significativo a definire il profilo aromatico dei vini; i più importanti sono: il 4-etilfenolo (4-ETF), 4-etilguaiacolo (4-ETG), 4-vinilfenolo (4-VNF), 4-vinilguaiacolo (4-VNG), guaiacolo, eugenolo, e orto e para cresolo. Tra questi i 4-ETG, 4-ETF, 4-VNG, 4-VNF contribuiscono in modo determinante all'espressione aromatica dei vini per la loro bassa soglia di percezione e l'aroma molto distintivo.

In particolare, il 4-VNG sembra contribuire in modo determinante all'espressione aromatica e di tipicità del vino Traminer a concentrazione >100 ppm rispetto ai vini a minor caratterizzazione varietale, con concentrazione di solo 20-70 ppm. Studi successivi dimostrarono che i vini definiti "fenolati" erano caratterizzati da un'alta concentrazione di 4-ETF e di 4-ETG, che sono responsabili della comparsa del tipico carattere "BRETT" di cui parleremo più dettagliatamente nei prossimi capitoli.

In funzione del tipo di aroma

La più nota delle classificazioni degli aromi è stata pubblicata nel 1984 dall'American Journal of Enology and Viticulture ad opera di una nutrita serie di autori, coordinati da Ann Noble del Dipartimento di Viticoltura ed Enologia di Davis in California (Noble et al., 1984).

La cosiddetta "ruota" degli aromi è strutturata secondo 3 cerchi concentrici che definiscono 3 diversi livelli di percezione sensoriale: più generica quella centrale e più specifiche quelle esterne.

La struttura circolare descritta non consente di stabilire un inizio ed una fine degli aromi; d'altronde i gruppi di aromi descritti non sono necessariamente collegati o conseguenti gli uni agli altri, sicché ciascun gruppo può coesistere con gli altri, come può benissimo essere l'unico presente in un vino. Questa ruota degli aromi definisce, quindi, sia i "buoni profumi" che i "cattivi profumi" che a volte possono manifestarsi in conseguenza di particolari fenomeni chimici (sentori di resina, mela marcia in conseguenza di reazioni di ossidazione del vino per incontrollata ed eccessiva esposizione all'aria) e/o biologici (sentori di medicinale, cerotto e stalla in conseguenza di incontrollata attività di lieviti *Brettanomyces*). Nel dettaglio, l'elenco degli aromi che costituiscono la ruota dei profumi è di seguito riportato. Limitandoci solo ad elencare gli aromi presenti nel primo anello, questi possono essere classificati in 12 gruppi di profumi:



1. Odori floreali (rosa, viola, fiore di arancio, geranio).
2. Odori speziati (chiodo di garofano, pepe nero, liquirizia, anice).
3. Odori fruttati (pompelmo, lampone, fragola, ribes nero, pesca, ecc.).
4. Odori vegetali (raspo, erba tagliata, peperone, eucalipto, asparago, olive verdi, ecc.).
5. Odori di frutta secca (mandorla, noce, nocciola).
6. Odori riferibili al caramello (burro, cioccolata, melassa, miele, ecc.).
7. Odori di legno (vaniglia, fenolico, resinoso, bruciato, ecc.).
8. Odori di terra (muffa, terroso, fungo porcino, polvere, ecc.).
9. Odori definiti chimici (idrocarburo: gasolio, cherosene, plastica, catrame; solforato: mercaptani, aglio, cipolla, cavolo, idrogeno solforato, ecc.; pungente: aceto, etanolo, anidri di solforosa, ecc.).
10. Odori definiti pungenti: conferiscono sensazioni di caldo (etanolo) o freddo (mentolo) al vino.
11. Odori definiti di ossidato (acetaldeide, sherry).
12. Odori di tipo microbiologico: derivanti dall'attività di lieviti e batteri (sudore di cavallo, pipì di topo, yogurt, crauti, di feccia, di lievito, ecc.).

Si intuisce quindi la complessità del profilo aromatico dei vini e dell'importante ruolo svolto dai microrganismi durante tutte le fasi della filiera enologica.

Le alterazioni del profilo aromatico dei vini provocate dai lieviti *Brettanomyces* (parte B)

Il profilo aromatico dei vini è molto complesso e spesso riconducibile all'attività di vari microrganismi che possono essere anche causa di forti alterazioni delle loro peculiarità tipiche.

Le alterazioni qualitative del vino, dovute alla contaminazione da microrganismi, come affermava già Ribereau Gayon nel Trattato di Enologia ("sono i microrganismi che fanno il vino e sono sempre i microrganismi che distruggono il vino"), possono manifestarsi con facilità poiché il vino rappresenta un ottimo substrato per lo sviluppo e la moltiplicazione di numerose specie di lieviti e di batteri durante tutta la vita del prodotto ed anche dopo l'imbottigliamento. Solo interventi enologici mirati e tempestivi possono evitare, o per lo meno limitare, lo sviluppo di microrganismi indesiderati che possono alterare irrimediabilmente il prodotto. Infatti, anche se la tecnologia moderna e le maggiori conoscenze dei fenomeni chimici, fisici e biologici che sono alla base del processo enologico hanno ridotto la possibilità di insorgenza di anomalie, le alterazioni e le modificazioni dell'espressione aromatica dei vini, nel corso della loro evoluzione, sono molto frequenti e possono compromettere, a volte irreversibilmente, la qualità del prodotto. Per definizione, vengono considerate "alterazioni organolettiche" le anomalie del vino che possono essere percepite come cambiamenti a carico del colore, aspetto, odore e gusto e che possono diventare dei veri e propri difetti quando alterano e compromettono irrimediabilmente il valore commerciale del prodotto (Loureiro, 1999). Più in particolare, i difetti dovuti alla presenza di odori anomali nel vino sono i più difficili da identificare, specialmente all'inizio della loro insorgenza, in quanto inseriti in un preesistente profilo odoroso complesso. Spesso sono anche più difficili da prevenire in considerazione dei diversi fenomeni biologici (attività microbica) e fisico-chimici (contatto vino-ossigeno, ecc.) che intervengono durante le varie fasi di lavorazione della matrice vino. Queste alterazioni spesso sono di natura micro biologica in quanto il vino, anche dopo la fermentazione alcolica e malolattica, costituisce un ambiente favorevole allo sviluppo di diverse specie microbiche, la cui attività può determinare la comparsa di molecole aromatiche che, in alcuni casi, conferiscono al vino complessità e sfumature sensoriali piacevoli mentre in altri possono alterare il prodotto fino a renderlo non commercialmente accettabile (Deak, 1996).

Infatti, proprio nella ruota dei profumi, ampio risalto viene dato al settore che descrive i cosiddetti "odori di tipo microbiologico", distinto in tre fattori di causa (lieviti, batteri, altri microrganismi). Questo settore individua una serie di peculiari descrittori aromatici che sono indice di alterazione qualitativa del vino, quando sono molto evidenti e le molecole responsabili sono riscontrate in alte concentrazioni.

Spesso queste alterazioni di natura microbiologica diventano molto evidenti in particolari fasi della lavorazione del vino, come per esempio durante la fase di maturazione in contenitori di legno.



Schematicamente possiamo dire che sono tre i momenti critici del processo di vinificazione in cui con maggiore facilità si possono avere inquinamenti microbiologici, come riportato nell'approfondimento.

1. Uva-mosto:

il primo stadio è costituito dall'uva che può essere

contaminata da muffe, lieviti, batteri lattici ed acetici in funzione delle condizioni pedoclimatiche, dello stato fitosanitario e di maturazione delle uve, oltre che dal tipo di trattamento prefermentativo che si effettua sull'uva e sul mosto (eliminazione dei raspi, chiarificazione del mosto, solfitazione, ecc.).

2. Fase di fermentazione:

il secondo stadio è rappresentato dalla fermentazione alcolica poiché questa raramente è svolta da lieviti appartenenti alla sola specie *Saccharomyces cerevisiae*, in quanto nel mosto è presente una popolazione eterogenea di lieviti e di batteri indigeni che può essere responsabile di attività fermentative collaterali indesiderate, in grado di alterare il prodotto finale.

3. Fase di maturazione e conservazione:

il terzo stadio ha inizio con la fine della fermentazione alcolica e/o malolattica; poiché il vino ha sempre una quantità residua di zuccheri (200-300 mg/l) ed è ricco di composti che possono essere utilizzati da diverse specie di microrganismi, è infatti suscettibile di alterazioni microbiologiche di varia origine.

I lieviti del genere *Brettanomyces* sono una delle più importanti cause di modificazione ed alterazione delle caratteristiche qualitative del vino, più importanti in quanto responsabili della formazione di particolari metaboliti, come i vinil ed etil fenoli, che conferiscono al vino aromi caratteristici descritti come "fenolico", "medicinale", "cerotto" e, nei casi più gravi, di "stalla" e "sudore di cavallo", come l'acido isovalerico, responsabile della nota di rancido e di olio fritto, ed altre molecole responsabili delle note cosiddette di "pipì di topo" (Parish et al., 2003, Chatonnet et al., 1992 a).

L'insieme di questi sentori conferisce al vino note molto peculiari che tecnicamente vengono identificate con il termine di "CARATTERE BRETT" (Licker et al., 1994).

Lo studio dell'impatto sensoriale dell'attività di tali lieviti e degli etil fenoli sul profilo aromatico del vino è di estrema attualità ed oggetto di discussioni e controversie.

Un ospite speciale: i *Brettanomyces*

Studi microbiologici condotti da ricercatori di tutto il mondo hanno individuato nei lieviti appartenenti al genere *Brettanomyces*, e alla sua forma sporigena *Dekkera*, i responsabili di particolari e specifiche alterazioni aromatiche ed olfattive dei vini (Heresztyn, 1986).

Infatti, i *Brettanomyces* sono causa della formazione di molecole (4-etil guaiacolo, 4-etil fenolo, acido isovalerico, ecc.) in grado di determinare la comparsa nel vino di specifiche note aromatiche che, nella ruota degli aromi, sono indicate con i descrittori di fenolico e medicinale e generalmente contraddistinte con il termine di carattere "Brett". In particolare, il carattere Brett viene identificato con sentori di fuliggine, affumicato, idrocarburo, plastica bruciata quando è presente in lieve entità, mentre si manifesta con sentori di pelliccia bagnata, selvaggina, pollaio, cerotto, stalla, medicinale e sudore di cavallo quando il vino ha subito una forte contaminazione da parte dei *Brettanomyces*. Anche se il 4-etil guaiacolo ed il 4-etil fenolo sono considerati indicatori di un'attività dei lieviti *Brettanomyces* sin dal 1964, altri composti aromatici presenti nei vini attaccati dai *Brettanomyces* producono un aroma molto complesso e caratteristico (Licker et al., 1994).

Queste molecole si formano in seguito alla trasformazione di alcuni composti fenolici presenti nei vini; in particolare sono prodotti dalla decarbossilazione e riduzione degli acidi idrossicinnamici (acido p-cumarico e p-ferulico) che derivano sia direttamente dalle uve che dal legno in seguito alla maturazione ed invecchiamento in botte e barriques (Chatonnet et al., 1992 b). Ricerche più recenti hanno dimostrato che l'impronta



aromatica conferita dai Brettanomyces ai vini è il risultato di una complessa miscela di sostanze odorose riconducibili, oltre che ai fenoli volatili, anche alla presenza di acidi grassi volatili, alcoli, aldeidi, chetoni, ecc. Gli acidi grassi volatili, come l'acido isovalerico (3- metil acido butanoico), acido isobutirrico e acido 2-metilbutirrico, sono prodotti in elevata quantità dai Brettanomyces e conferiscono al vino una nota di "rancido", acre e pungente. Questa complessa miscela di sostanze odorose determina la comparsa di note che permettono di distinguere inequivocabilmente i vini affetti da Brettanomyces dai vini non inquinati -Licker et al., 1994. Il coinvolgimento dei Brettanomyces nelle alterazioni sensoriali dei vini è stato riscontrato in tutte le zone del mondo produttrici di tipi diversi di bevande alcoliche (vino bianco e rosso, spumante, sherry, birra, sidro) -Di Stefano, 1985. Al momento, sono state classificate cinque specie di Brettanomyces: B. anomalus, B. bruxellensis, B. custersianus, B. naardenensis e B. nanus, ma le più interessanti, dal punto di vista enologico, sono il B. bruxellensis e B. intermedius (Chatonnet, 1995).

Il primo studio sistematico sulla morfologia e fisiologia dei Brettanomyces è stato condotto da M.T.J. Custers già nel 1904, quando era direttore della New Carlsberg Brewery (Copenaghen, Danimarca). A sua volta, N. Hjelte Claussen fu il primo ad usare il termine "Brettanomyces" da "British brewing industry fungus": questi lieviti non Saccharomyces conferivano alla birra caratteristiche sensoriali molto peculiari. Successivamente venne evidenziata la presenza di Brettanomyces anche in bottiglie di vino (Gilliland, 1961).

Numerosi studi dimostrarono la diffusione dei Brettanomyces negli ambienti di cantina e già Peynaud nel 1984 scriveva che "l'enologo deve essere consapevole che tutte le superfici della cantina e tutte le attrezzature possono essere contaminate da cellule di Brettanomyces". Per quanto riguarda la presenza dei Brettanomyces in cantina, le fonti di contaminazione, di sviluppo e di dispersione di questi lieviti sono diverse. Dalle superfici della vegetazione dei vigneti fino ai mezzi, come carretti e contenitori, usati per il trasporto dell'uva durante tutto il periodo della vendemmia, i rischi di inquinamento sono costanti ed aumentano con il procedere della vendemmia e una pulizia non impeccabile di tutte le attrezzature di raccolta, utilizzate quotidianamente. Anche gli insetti tipo Drosophila possono essere un importante vettore di diffusione dei Brettanomyces. Le matrici favorevoli allo sviluppo di questi lieviti sono comunque, soprattutto, le uve ed i prodotti in fase di fermentazione e maturazione, oltre a tutto l'ambiente di cantina e alle attrezzature utilizzate per le varie lavorazioni.

Cellule vive di Brettanomyces sono state infatti riscontrate all'interno dei rubinetti mal puliti, nelle canalette di scolo, nel foro di cocchiume delle barriques, nelle screpolature del legno, nei tappi in silicone, ecc.

Si può quindi dedurre che in tutte le cantine vi possa essere la presenza di Brettanomyces che trovano facile diffusione sulle superfici difficili da igienizzare e sanificare o che vengono pulite in maniera non accurata, come tubi di trasporto, pompe, pigiatrici, valvole ed ogni punto dove, nel tempo, possono accumularsi depositi organici (Boulton et al., 1996, Fleet, 1993). Quindi è fondamentale mettere in atto strategie volte a limitare e contenere numericamente la popolazione di Brettanomyces attraverso una corretta igienizzazione degli strumenti di cantina ed un'opportuna solfitazione del pigiato, condizioni queste indispensabili per controllarne lo sviluppo (Chatonnet et al. 1993).

Ci sono diverse caratteristiche che rendono i lieviti del genere Brettanomyces microrganismi molto particolari, la cui conoscenza è indispensabile per riuscire a prevenirne la contaminazione, controllarne lo sviluppo e limitarne i danni.

- Utilizzo del cellobiosio come fonte di nutrimento Al momento dell'utilizzo, le barriques nuove e tostate sono esenti da contaminazioni microbiche per via del trattamento termico, ma contengono importanti quantità di polisaccaridi ed in modo particolare di cellobiosio, il dimero della cellulosa che si forma in seguito al trattamento di tostatura e pirolisi dei polimeri del legno.

Queste molecole rappresentano un'importante fonte di nutrimento per i Brettanomyces, che sono tra le poche specie di lieviti capaci di utilizzare il cellobiosio quale fonte di carbonio. Perciò nelle barriques nuove i rischi di sviluppo microbico sono più accentuati rispetto ai contenitori in legno già utilizzati e gestiti in modo adeguato (lavaggi, solfitazioni, ecc.). Prove effettuate contaminando barriques di diverse età hanno mostrato, in quelle nuove, un maggiore incremento sia della popolazione di cellule di Brettanomyces che della concentrazione di etilfenoli.

Inoltre, nelle barriques nuove, il consumo di anidride solforosa libera e molecolare è molto più veloce che in



quelle usate, scendendo rapidamente durante i primi mesi di maturazione del vino, e non garantendo, così, un adeguato controllo dell'attività dei Brettanomyces che sono mediamente resistenti a tale antimicrobico.

E' quindi importante dosare in maniera corretta la quantità di anidride solforosa da utilizzare anche in funzione dell'età della barrique, che rappresenta un fattore da tenere in debita considerazione per limitare lo sviluppo di tali lieviti.

- Popolazione di Brettanomyces e formazione di etil fenoli: fattori non correlabili

La velocità di crescita e di sviluppo del lievito nel vino dipende molto dal tipo di ceppo; comunque, in generale, possiamo dire che lo sviluppo della popolazione dei Brettanomyces segue un andamento a campana, raggiungendo un massimo per poi diminuire. Al massimo di sviluppo dei lieviti, però, non corrisponde il massimo di formazione degli etil fenoli che viene raggiunto solo alcuni mesi dopo. Sembra che le cellule di Brettanomyces siano in grado di utilizzare specifici substrati che, in una prima fase, ne possono favorire la crescita. Al loro esaurimento, i lieviti rallentano significativamente la loro attività; in tal modo, il grado di contaminazione tende a diminuire anche senza interventi mirati a contenerne lo sviluppo (filtrazioni, centrifugazioni, solfitazioni, ecc.) fino ad avere una vera e propria morte ed autolisi. Durante questa fase, non si assiste ad un forte incremento della concentrazione degli etil fenoli che, invece, tende ad aumentare significativamente durante la fase di riduzione dell'attività dei lieviti, dopo il 10° mese dall'inoculo. Questo suggerisce che gli etil fenoli vengano prodotti in limitata concentrazione durante lo sviluppo e la moltiplicazione dei lieviti, ed in maggiore quantità, soprattutto, durante la fase di morte ed autolisi delle cellule. Infatti, da studi effettuati presso la Cornell University, si è evidenziato che il lievito di Brettanomyces, come altri lieviti, dopo la morte, va incontro ad autolisi ed al rilascio nel vino dei suoi componenti cellulari, tra cui il pool enzimatico di cui è dotato. Gli enzimi prodotti dai lieviti vengono così a contatto con il substrato fenolico (acido ferulico ed acido cumarico) presente nel vino, determinando la formazione degli etil fenoli, la cui concentrazione tende ad aumentare anche riscontrando una popolazione meno vitale. Questo suggerisce che, quando un vino presenta una massiccia contaminazione di lieviti Brettanomyces, la loro rimozione deve essere realizzata il prima possibile. In questi casi un'adeguata solfitazione può ridurre l'entità della popolazione di cellule vive e solo limitare, senza impedire, i rischi di insorgenza di note fenolate ed animali pronunciate. Questa operazione permette quindi di ridurre la popolazione inquinante, ma dovrebbe essere sempre seguita dalla rimozione dei lieviti attraverso interventi di filtrazione e/o centrifugazione. La pastorizzazione, invece, determinando sia la morte delle cellule che la denaturazione degli enzimi prodotti dal lievito, può rappresentare un intervento efficace per contenere la formazione degli etil fenoli, anche in seguito alla loro disattivazione metabolica successiva alla solfitazione. Questo spiegherebbe anche il motivo per cui spesso si verifica un incremento di sentori di Brettanomyces anche in bottiglia, nonostante il vino risulti privo di cellule microbiologicamente attive.

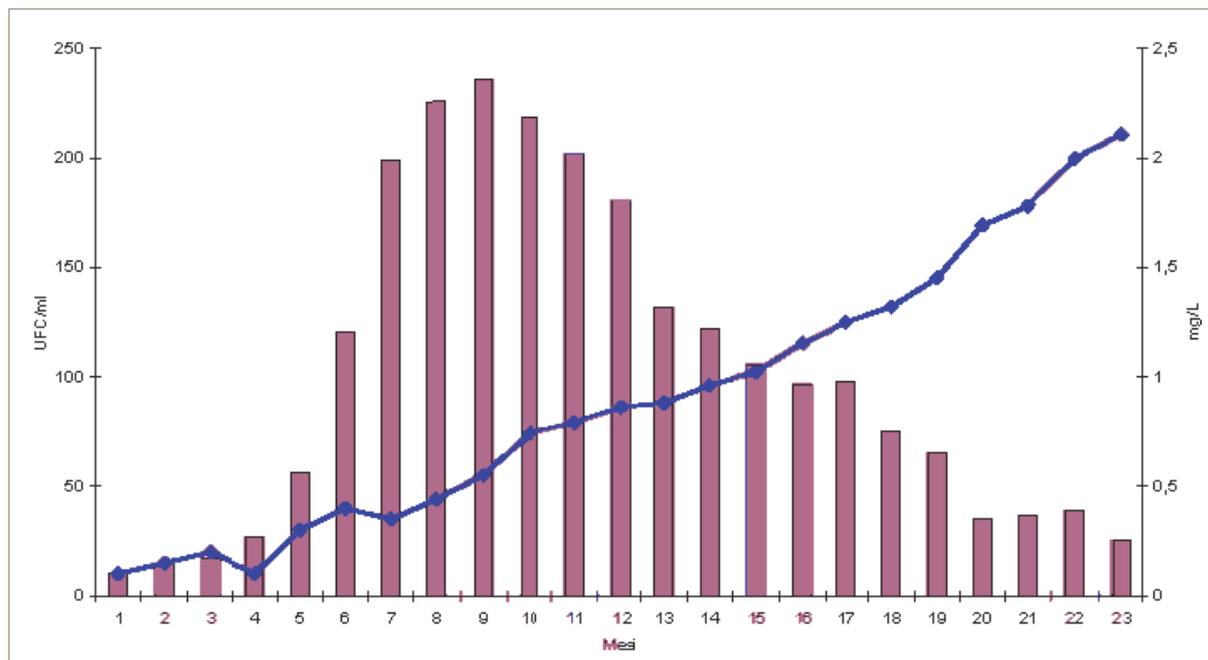


Figura 8. Andamento della popolazione di Brettanomyces e della concentrazione di etilfenoli.

- Effetto “clusters”

I lieviti appartenenti al genere Brettanomyces, in presenza di glucosio ed in condizioni di disponibilità di ossigeno, accentuano l'attività di fermentazione alcolica producendo notevoli quantità di acido acetico, a differenza dei lieviti appartenenti al genere Saccharomyces che, in condizioni aerobiche, tendono ad accentuare i fenomeni di respirazione e moltiplicazione cellulare (Ciani et al., 1997). Questo aspetto è molto importante perché spesso un vino che presenta un inizio di sviluppo di lieviti Brettanomyces manifesta sentori anomali, spesso non facilmente identificabili e di frequente ricondotti ad una condizione di riduzione. Di conseguenza, spesso, i vini che manifestano tale profilo aromatico vengono sottoposti ad un arieggiamento al fine di attenuarne il carattere fenolato. Questa operazione, al contrario, favorisce, per l'effetto cluster, l'attività fermentativa dei Brettanomyces e ne stimola la moltiplicazione e lo sviluppo (Malfeito-Ferreira et al., 2000).

- Attività enzimatica collaterale

Infine, è degno di nota il fatto che l'attività dei Brettanomyces è alla base della modificazione sensoriale del vino sia in modo indiretto, attraverso la neoformazione di etil fenoli maleodoranti, sia in modo diretto, attraverso la degradazione enzimatica di molecole aromatiche del vino, formatesi durante la fase di fermentazione alcolica.

Questi lieviti sono dotati di forte attività esterasica per cui i vini contaminati vengono rapidamente spogliati dei profumi fruttati che si formano soprattutto nel corso della fermentazione alcolica. Tali profumi sono associati alla presenza di esteri che sono sostanze responsabili della nota fruttata dei vini e che vengono naturalmente e lentamente persi per idrolisi chimica durante la conservazione del vino. I Brettanomyces possono accelerare la perdita di questo carattere fruttato a causa della produzione di enzimi esterasici che distruggono queste molecole (Speapen et al., 1982, Mansfield et al., 2002).



Brettanomyces e legno

Prendendo spunto dalla ruota degli aromi, un settore dove compaiono descrittori indicativi di alterazione microbiologica del vino è quello che descrive le caratteristiche aromatiche riconducibili al cosiddetto "odore di legno". Non è infatti facile definire in modo corretto l'apporto del legno al vino: si tratta di dare una lettura di questi odori in termini tecnologici (impiego della barrique e cessioni del legno al vino) oppure in termini evolutivi, cioè formazione degli odori per effetto dei complessi fenomeni che avvengono in un vino durante il periodo di maturazione nei contenitori di legno (ossidazioni ed esterificazioni). Nell'attuale prassi enologica, i procedimenti di affinamento e di maturazione del vino prevedono la sua permanenza in contenitori di legno (barriques da 225 l a 350 l fino a 500 l, e botti da 13000 l) che hanno una peculiarità che li distingue da ogni altro tipo di contenitore: svolgono cioè un ruolo "tecnologicamente attivo" e determinante nell'evoluzione del vino.

In modo particolare, il legno favorisce la comparsa di particolari aromi derivanti dalla presenza di specifici composti, definiti fenoli volatili, i quali, in minima parte, derivano direttamente dal legno, e sono responsabili degli odori di affumicato, di tostatura, di vaniglia, di speziato, mentre in gran parte derivano dalla presenza e attività dei Brettanomyces che, proprio nel legno, trovano un ottimo ambiente di attività e sviluppo. La contaminazione più frequente di Brettanomyces avviene proprio sul vino finito, nel corso del processo di affinamento, quando ormai le fermentazioni alcolica e malolattica sono terminate. Anche nel caso di fermentazione alcolica stentata o di malolattica difficile si possono creare le condizioni adatte allo sviluppo dei Brettanomyces. In queste situazioni, infatti, si lasciano spesso i vini per settimane, se non mesi, a temperature più elevate, con bassi livelli di anidride solforosa ed in presenza di zuccheri.

In questo momento non sussistono più fenomeni di antagonismo e di competizione tra i microrganismi ed i Brettanomyces possono utilizzare gli zuccheri residui, sempre presenti nei vini anche alla fine della fermentazione alcolica (glucosio, fruttosio, mannosio, galattosio e trealosio), per moltiplicarsi e colonizzare sia il prodotto che i serbatoi e le attrezzature con le quali vengono in contatto.

È stato dimostrato che la fermentazione di una quantità di zuccheri intorno ai 300 mg/l, normalmente presente in un vino "secco", è sufficiente per indurre la formazione di etilfenoli fino alla soglia di preferenza (circa 426 µg/l), che rappresenta la soglia oltre la quale queste molecole possono impartire al vino sentori ed aromi facilmente percettibili e a volte sgradevoli (Chatonnet, 1995). Questi lieviti utilizzano il legno come rifugio e substrato e, per tale motivo, la loro presenza si riscontra, con maggiore frequenza, nei vini che hanno subito un periodo di maturazione in contenitori di legno. Questa presenza è conseguente alle maggiori difficoltà nell'igienizzare e nel sanificare i vasi vinari in legno poiché le microporosità che caratterizzano tale materiale rappresentano un perfetto rifugio per tale microrganismo.

Infatti, le superfici interne delle barriques e delle botti, presentando una certa porosità ed irregolarità nella struttura, costituiscono una nicchia preferenziale in cui i lieviti possono annidarsi e continuare a vivere, assorbendo nutrienti dal mezzo e proteggendosi da interventi di pulizia (trattamento con acqua calda o vapore) e dall'azione di agenti antimicrobici come l'anidride solforosa. L'immagine della struttura del legno non contaminata e contaminata da numerose cellule di Brettanomyces rende un'idea della difficoltà di riuscire a sanificare le barriques anche in profondità.

Inoltre, anche le precipitazioni tartariche e la presenza di altri precipitati, di varia natura, possono rendere ancora più protetti questi microrganismi, in quanto vanno a costituire uno strato che ricopre la superficie interna dei vasi vinari in legno e la cui rimozione risulta quindi indispensabile per un efficace controllo dei Brettanomyces, utilizzando adeguati sistemi di lavaggio e pulizia (Chatonnet, 2000).

È importante comunque sottolineare che l'affinamento in legno non è sempre causa di contaminazione e conseguente comparsa del carattere fenolato nei vini. Certamente la conservazione in legno, l'utilizzo di barriques usate e mal conservate, di colmature e correzioni del contenuto in anidride solforosa non tempestive, di interventi di lavaggio e di sanificazione poco efficaci rappresentano un insieme di circostanze e concause che possono favorire l'insorgenza e lo sviluppo di microrganismi contaminanti in genere, ed in particolare dei Brettanomyces. Un'attenta cura deve essere quindi riservata alle barriques inquinate che devono essere



immediatamente identificate, isolate e persino distrutte, qualora la contaminazione si presentasse difficile da rimuovere. Non è possibile puntare allo “zero Brettanomyces” ed il controllo della popolazione ad un livello tollerabile è sufficiente per limitare il problema. Inoltre il livello di popolazione tollerabile, la concentrazione di etil fenoli e l'intensità del carattere Brett sono specifici e variabili da vino a vino, in funzione del vitigno, della cantina, del territorio e delle tecniche enologiche. Per tale motivo il monitoraggio della popolazione di Brettanomyces ed il controllo regolare dell'evoluzione del tenore di etil fenoli nel corso dell'affinamento sono interventi indispensabili perché l'enologo abbia un'idea della reale entità della contaminazione nell'ambito della cantina e possa mettere in atto tutte le misure utili a contenere il problema.

Strumenti e metodi di identificazione e controllo dei lieviti Brettanomyces

Il riconoscimento di un incipiente sviluppo di lieviti del genere Brettanomyces avviene principalmente attraverso la percezione e l'identificazione dei particolari cambiamenti sensoriali a cui il vino va incontro.

Oltre all'analisi sensoriale, che resta il principale strumento per valutare l'evoluzione del vino durante la fase di maturazione, il monitoraggio di questo lievito può essere fatto sia con metodi di microbiologia che con tecniche analitiche specifiche, come di seguito brevemente riportato.

1. Controllo microbiologico su piastre: prevede l'utilizzo di terreni specifici, selettivi per i Brettanomyces (addizionati di uno specifico antibiotico, l'actidione o cicloeximide), e successiva conta e verifica al microscopio delle colonie sviluppatesi. Questi metodi sono sufficientemente selettivi da permettere l'isolamento e la conta, in modo abbastanza preciso, del livello di contaminazione, ma richiedono tempi di analisi abbastanza lunghi (Perez et al., 2000, Rodrigues et al., 2001).

Per poter avere lo sviluppo su piastra di colonie si deve, nel migliore dei casi, attendere 5-8 giorni, ma a volte anche più (7-14 giorni) e successivamente è sempre necessario il riconoscimento delle cellule di Brettanomyces attraverso l'osservazione microscopica delle singole colonie .

Infatti questi lieviti sono caratterizzati da una morfologia molto particolare, per cui la loro identificazione avviene attraverso il riconoscimento di cellule ovali più o meno allungate, con la tipica forma di arco gotico, o cellule ogivali, a losanga che è un carattere molto distintivo di tale lievito (Barnett et al., 1996).

Resta il fatto, però, che i tempi di sviluppo delle colonie di Brettanomyces su piastra non sono spesso compatibili con i tempi di lavorazione dei vini e con i tempi di cantina, dove, al contrario, i rischi di un'eventuale contaminazione e comparsa di sentori fenolati indesiderati devono essere gestiti in modo preventivo, rapido ed efficace.

2. Controllo microbiologico tramite PCR: si basa su un test genetico, tecnicamente chiamato PCR

(Reazione di Polimerizzazione a Catena), che permette l'identificazione delle cellule di Brettanomyces grazie al riconoscimento del suo DNA, in modo più preciso del metodo su piastre (Ibeas,1996). Presso laboratori specializzati questo metodo ha tempi di risposta di 24 ore, mentre per le cantine rappresenta una metodica difficilmente applicabile sia per i costi che per le professionalità richieste.

3. Analisi gascromatografica degli etil fenoli: un altro metodo di monitoraggio dell'attività dei Brettanomyces consiste nel determinare l'evoluzione della concentrazione nei vini degli etilfenoli tramite l'analisi gascromatografica e la spettrometria di massa. La metodica si basa sul controllo periodico dei prodotti dell'attività dei Brettanomyces (4-etil guaiacolo e 4-etil fenolo) i cui dati, incrociati con il grado di inquinamento e contaminazione dei vini in base alla determinazione della popolazione tramite analisi su piastre, permettono di valutare l'evoluzione del vino e definire interventi mirati (Pollnitz et al., 2000). Inoltre, generalmente, l'incremento della concentrazione di fenoli volatili è associato ad un significativo aumento dell'acidità volatile, che può essere considerato un altro parametro indicativo della presenza ed attività dei lieviti Brettanomyces. Comunque, questa procedura di controllo non è moltodiffusanellecantine



nonostante sia un metodo molto valido, richiede tempi non particolarmente lunghi ed investimenti contenuti. L'Azienda Banfi si è dotata di tale strumento di analisi da diversi anni e la determinazione degli etil fenoli viene effettuata periodicamente, sia nei vini stoccati nei serbatoi d'acciaio che, soprattutto, nei vini maturati nei vasi vinari in legno (botti e barriques) e nei vini in bottiglia.

Relativamente ai metodi di controllo dello sviluppo dei lieviti *Brettanomyces* in cantina, esistono diversi strumenti ed accorgimenti che, se adottati in tempo e gestiti adeguatamente, permettono di prevenirne la contaminazione e controllarne lo sviluppo. Spesso, alcuni interventi, che possono essere adottati per controllare i microrganismi contaminanti, possono non rispondere a specifiche scelte enologiche e persino penalizzare la qualità del prodotto finito: diminuire il pH, aumentare la concentrazione di anidride solforosa, evitare o limitare l'affinamento in contenitori in legno, filtrare sterile o, addirittura, attuare la pastorizzazione dei vini inquinati sono operazioni efficaci per il controllo dei microrganismi in generale e dei *Brettanomyces* in particolare, ma a volte possono avere risvolti enologici non sempre positivi.

Gli strumenti, quindi, per prevenire e contenere l'attività dei *Brettanomyces* in particolare si basano su tre aspetti fondamentali:

1. un'attenta esecuzione delle operazioni di igienizzazione, sanitizzazione e detergenza della cantina e delle attrezzature quotidianamente utilizzate (pompe, tubi, ecc.);
2. un periodico ed efficace lavaggio e sanitizzazione dei vasi vinari in legno;
3. un corretto utilizzo dell'anidride solforosa (metabisolfito di potassio) in funzione sia del tipo di contenitore (legno od acciaio) che del periodo di maturazione del vino (inverno o estate) ed in relazione all'età delle barriques.

La gestione dell'anidride solforosa, riconosciuta come il mezzo più potente per il controllo di gran parte dei microrganismi presenti nel vino, e dei *Brettanomyces* in particolare, consiste nel mantenimento di livelli adeguati di SO₂ libera, e soprattutto di SO₂ attiva, ossia molecolare, che è la frazione di solforosa effettivamente dotata di proprietà antimicrobiche Chatonnet et al., 1993.

È stato riscontrato che i *Brettanomyces* sono inibiti da tenori di SO₂ molecolare intorno a 0,30-0,40 mg/l e distrutti da tenori superiori a 0,60 mg/l, ma in certi casi lo sviluppo di *Brettanomyces* può avvenire anche a valori di anidride solforosa molecolare di 0,8 mg/l, confermando l'esistenza di alcune specie o ceppi di lievito dotati di particolare resistenza a questa sostanza. In caso di contaminazioni messe in evidenza precocemente, in occasione di fermentazioni rallentate o malolattiche stentate, è certamente preferibile solfitare e filtrare prima di procedere al reinocolo, al fine di prevenire l'alterazione di tutta la massa e la contaminazione di tutta la cantina. Nelle situazioni più critiche si può far ricorso alla flash-pastorizzazione che risulta una procedura assai efficace, anche se drastica (Bertrand, 1981). Un'attenzione particolare si dovrà riservare ai recipienti di legno che, come esposto in precedenza, sono i più a rischio e i più difficili da sanitizzare, in quanto in essi i *Brettanomyces* si annidano e si sviluppano più facilmente. I vini maturati in legno devono essere quindi controllati e analizzati molto più frequentemente e tempestivamente dei vini stoccati in serbatoi di acciaio. Le botti e le barriques, infatti, necessitano di una manutenzione e cura particolari, e, nei casi di accertata contaminazione e forte presenza di *Brettanomyces*, è necessario ricorrere a trattamenti specifici, come un energico lavaggio del contenitore con acqua calda a 80°-85°C ad alta pressione, oppure l'utilizzo del vapore, oppure a tecniche più innovative, ma relativamente poco diffuse, come l'utilizzo dell'ozono e delle microonde (Froudiere et al., 1990).

All'operazione di lavaggio delle barriques è buona norma far seguire una fase di asciugatura per eliminare l'acqua residua e successivamente eseguire la solfitazione della barrique bruciando alcune pastiglie di zolfo. Questa operazione permette di saturare le barriques di anidride solforosa gassosa, che penetra all'interno dei pori del legno, determinando la morte dei microrganismi anche in profondità. Infine, particolarmente importante è monitorare lo sviluppo dei *Brettanomyces* anche in bottiglia: infatti, per la loro morfologia e le loro caratteristiche, questi lieviti possono attraversare anche filtri sterili (0,45 mm) in quanto sono generalmente più piccoli dei *Saccharomyces* (da 2 a 4 µm di diametro contro i 5-20 µm dei *Saccharomyces*), di forma allungata e, quando sono in quiescenza, si possono raggrinzire ed assumere



dimensioni tali da attraversare il setto filtrante. Quindi il carattere fenolico, che in genere si manifesta maggiormente nel corso della maturazione dei vini in contenitori di legno, si può manifestare anche in bottiglia quando l'anidride solforosa e la filtrazione non hanno garantito la totale eliminazione di cellule vitali. Queste, in presenza di substrato e di temperature alte (18-20°C), si possono ulteriormente moltiplicare e determinare il deterioramento qualitativo del vino attraverso l'insorgenza o l'accentuazione dei sentori animali e fenolati caratteristici di questo tipo di contaminazione (Gaia, 1987). Questo carattere, tecnicamente qualificato come "carattere fenolato dei vini rossi", è direttamente legato alla presenza nel vino di una quantità superiore alla soglia di percezione (426 µg/l) di fenoli volatili ed in modo particolare di 4-vinil fenolo e 4-vinil guaiacolo nei vini bianchi, e di 4-etil fenolo e 4-etil guaiacolo nei vini rossi. I vini bianchi possono presentare tenori spesso elevati di vinil fenoli (4-vinil fenolo e 4-vinil guaiacolo), mentre i vini rossi ne possiedono solo tracce, a fronte invece di concentrazioni elevate di etil fenoli (4-etil fenolo e 4-etil guaiacolo). Nella Tabella 1 sono riassunte le concentrazioni di tali composti nei vini bianchi e rossi, le relative soglie di percezione e preferenza e le caratteristiche sensoriali tipiche di ogni molecola. In particolare, il 4-vinil fenolo esercita un importante effetto negativo sull'aroma dei vini bianchi, mascherandone le sfumature fruttate; al contrario, il 4-vinil guaiacolo, a concentrazione inferiore a 570 µg/l, apporterebbe note floreali e speziate, contribuendo ad aumentare l'intensità aromatica che gioca un ruolo importante nell'espressione varietale di certi vitigni, come il Gewürztraminer (Versini, 1985). Gli etil fenoli possono derivare anche da altre cause:

- Attività microbica dei lieviti *Saccharomyces*.
- Attività enzimatica secondaria presente in preparati enzimatici non puri.
- Cessione da parte del legno delle barriques per degradazione della lignina.
- Attività microbica da parte di batteri lattici.

Ci soffermiamo solo sulle cause di formazione degli etil fenoli che hanno maggior rilievo enologico, fatta esclusione dell'attività dei *Brettanomyces* che resta la principale causa di tale problema:

- I lieviti *Saccharomyces cerevisiae*, responsabili della fermentazione alcolica, possono produrre etil fenoli, ma non in quantità significative. I loro meccanismi enzimatici, responsabili della trasformazione degli acidi fenolici nei corrispondenti fenoli volatili, sono infatti inibiti dai polifenoli presenti nel mezzo (tannini, antociani, flavonoli). Per contro, i lieviti del genere *Brettanomyces* non presentano questo tipo di inibizione e mantengono la loro capacità di produrre fenoli volatili, in quantità importanti, anche durante tutte le fasi di elaborazione dei vini rossi (Chatonnet et al., 1997).
- L'utilizzo di enzimi estrattivi pectolitici durante la vinificazione in bianco e in rosso può favorire la formazione di tali composti e la comparsa di aromi anomali. Infatti, già verso la metà degli anni '70, alcuni ricercatori tedeschi avevano osservato che può esistere una relazione tra l'invecchiamento precoce di alcuni vini bianchi e l'impiego di preparati enzimatici pectolitici. La perdita di freschezza che essi notavano è stata in seguito attribuita ad una particolare attività enzimatica, l'attività cinnamil esterasica, presente in numerosi funghi, tra cui l'*Aspergillus niger*, largamente impiegato nella produzione di enzimi (Bertrand, 1981).
- I batteri lattici, incluso l'*Oenococcus oeni*, possono partecipare alla formazione di vinil ed etil fenoli attraverso il metabolismo degli acidi idrossicinnamici e tartarici, ma in concentrazione insignificante rispetto all'attività dei *Brettanomyces* (Cavin et al 1993). I batteri, insieme ai *Brettanomyces*, sono inoltre responsabili della formazione di particolari molecole (acetil tetraidropiridine) che conferiscono al vino sentori di pop-corn, acetammide e pipì di topo.

Questi composti possono, in minima parte derivare anche dal legno delle barriques. In particolare, il 4- etil guaiacolo si origina in seguito alle operazioni di lavorazione che il legno subisce nella filiera di produzione delle barriques, ed in particolare in seguito all'operazione di tostatura.

Generalmente, però, la determinazione di concentrazioni del 4-etil fenolo e del 4-etil guaiacolo superiori alle soglie di percezione e di preferenza è indice di una grave contaminazione e di uno sviluppo incontrollato di lieviti del genere *Brettanomyces/ Dekkera*, essendo questi gli unici capaci di formare quantità importanti di tali composti, in misura da penalizzare, e a volte compromettere, la qualità del vino (Deak et al., 1996).

In ultimo, è molto importante puntualizzare che le soglie di percezione e di preferenza dei caratteri fenolato ed animale sono fortemente influenzate da diversi fattori, tra cui la varietà dell'uva e la composizione della matrice vino.

Recenti lavori di ricerca (Laureano et al., 2001, Chatonnet 1995) hanno approfondito l'espressione del carattere *Brettanomyces* in varietà d'uva diverse. I risultati mettono in evidenza come mosti e/o vini di uve diverse, in seguito alla loro specifica composizione in termini di quantità e qualità dei substrati utilizzati dai lieviti, abbiano una predisposizione a manifestare le note fenolate ed animali in modo più o meno intenso.

Nell'ambito della stessa tipologia di vino, l'intensità del carattere *Brettanomyces* varia anche in funzione della composizione chimica del vino stesso.

La concentrazione di etanolo, l'acidità fissa, il patrimonio polifenolico, il tipo e la durata della fase di maturazione (acciaio o legno) possono significativamente interferire sull'intensità e sull'impronta sensoriale che tali aromi di cerotto, medicinale, animale, stallatico, fuliggine, ecc. conferiscono al profilo qualitativo complessivo del vino, integrandosi in modo più o meno positivo con il carattere peculiare del prodotto finito. Questi ultimi due aspetti rendono l'argomento *Brettanomyces* ancora più complesso ed articolato e spiegano le ragioni per cui numerosi vini, a parità di concentrazione di etil fenoli, manifestano profili e note aromatiche molto diversificati, tali da ottenere riscontri, giudizi e valutazioni più o meno positivi da parte di degustatori e consumatori.

Infatti, gli approcci da parte di tecnici nei confronti di tale problematica, degustatori e consumatori, variano tra chi rifiuta completamente un vino che manifesta un seppur minimo carattere fenolato ed animale e chi valuta una leggera nota Brett come un elemento tollerato, se ben integrato nel profilo aromatico del vino, fino a chi, persino, ricerca nei vini un certo carattere Brett e giudica le note fenolate ed animali come elementi di complessità aromatica e di maturità e tipicità dei vini (Parish et al., 2003). Una risposta, quindi, sul ruolo che gli etil fenoli, e dunque il carattere Brett, svolge sulla qualità di un vino sembra di non facile definizione. Proprio per questo motivo tale problematica è stata oggetto di studio presso l'Azienda Banfi, considerando il forte interesse di tutto il settore enologico a "gestire" il caso *Brettanomyces* in modo opportuno nell'ambito dell'intera filiera enologica

Tab. 1 - Valori di riferimento per i fenoli volatili nel vino (valori espressi in µg/l)

Composto	Soglia di percezione in acqua	Soglia di percezione in vino	Soglia di preferenza in vino rosso	Contenuto vini bianchi			Contenuto vini rossi			Descrittore
				Media	min	max	Media	min	max	
Vinil-4-fenolo	85	180	180	301	73	1150	35	0	111	Farmaceutico, fenolico
Vinil-4-guaiacolo	32	130	570	212	15	469	12	0	57	Speziato, chiodo di garofano
Vinil fenoli totali			725	513	88	1646	47	0	168	
Etil-4-fenolo	130	440	520	3	0	28	440	1	6047	Sudore di cavallo, stalla cerotto
Etil-4-guaiacolo	25	47	140	0,8	0	7	82	0	15611	Affumicato, speziato
Etil fenoli totali			426	3,8	0	35	522	1	7608	

Tab. 2 - Incidenza dei fenoli volatili nei vini rossi (%)

Stato	>426µg/l	*>620µg/l **
Francia/Bordeaux	36	28
Italia/Piemonte	49	19
Australia	59	46
Portogallo	42	27

Perché studiare i Brettanomyces

I lieviti *Brettanomyces*, come già evidenziato, sono considerati i responsabili dell'alterazione organolettica dei vini, anche se si hanno attualmente pareri controversi riguardo al loro ruolo effettivo sulla qualità del vino.

Molti lavori di ricerca (Chatonnet et al., 1992, Di Stefano, 1985, Pollintz et al., 2000) hanno considerato la valutazione dei tenori in etil fenoli nei vini rossi, come si nota nelle Figure 13 e 14, dove sono riportate le concentrazioni degli etil fenoli (4-ETF e 4-ETG). Si nota che, a fronte di un elevato numero di vini che mostrano concentrazioni di etil fenoli al di sotto delle soglie di preferenza, esiste un importante numero di vini, sia bianchi che rossi, che, al contrario, presentano concentrazioni di etil fenoli significativamente superiori alle rispettive soglie e che quindi risultano commercialmente penalizzati. La conseguenza, in termini economici, è che i lieviti *Brettanomyces* sono stati riscontrati in tutte le aree viti-vinicole del mondo, causando spesso perdita di vino per milioni di dollari. La Tabella 2 mostra la percentuale dei vini internazionali con concentrazione di etil fenoli al di sopra della soglia di preferenza, soglia che rappresenta il limite oltre il quale il carattere fenolato può essere significativamente percettibile e influenzare il valore commerciale del prodotto. L'apporto degli etil fenoli sull'aroma e qualità del vino è quindi attualmente oggetto di studio ed analisi. Accurate valutazioni e degustazioni diventano strumenti indispensabili da cui partire al fine di valutare in modo ponderato il contributo di queste sostanze alla qualità, piacevolezza e profilo aromatico finale del vino. Di fatto, i vini che presentano il carattere Brett non lasciano indifferenti gli operatori del settore: questo, infatti, può essere tollerato, ricercato o completamente rifiutato. A conclusione di quanto finora esposto, si evince che è molto difficile mantenere un vino completamente esente da *Brettanomyces* e ciò vale in particolar modo per i vini di qualità che hanno subito un periodo di maturazione in legno. Le operazioni di controllo e di riduzione del numero di lieviti contaminanti devono quindi garantire livelli di etil fenoli che non devono compromettere il valore commerciale del prodotto finale.

L'Azienda Banfi, da diversi anni, ha approfondito l'interazione tra i lieviti del genere *Brettanomyces* e la matrice vino al fine di:

- individuare i fattori e le cause di insorgenza di questa attività microbica;
- valutare la cinetica e la dinamica di sviluppo di tali lieviti;
- definire e modulare i metodi e le strategie di controllo più efficaci ed adatti a prevenirne e contenerne l'attività;
- valutare l'impatto sensoriale degli etil fenoli sulle caratteristiche organolettiche del prodotto finale.

L'attenzione dell'Azienda Banfi è stata rivolta, in modo particolare, allo studio del carattere Brett in vini in commercio attraverso analisi e degustazioni, i cui dati saranno riportati nei prossimi capitoli. Precisamente lo studio ha riguardato:

1. valutazione della presenza dei *Brettanomyces* e concentrazione degli etil fenoli in vini Brunello di Montalcino vendemmia 1997;
2. valutazione della presenza dei *Brettanomyces* e concentrazione degli etil fenoli in vini provenienti dalle più rinomate aree viti vinicole del mondo (Australia, Cile, Francia, Spagna, Italia);



3. valutazione della capacità di individuare e riconoscere gli aromi da Brettanomyces da parte di un gruppo di degustatori, al fine di valutare la sensibilità dei panelisti a questa problematica;
4. valutazione del contributo di questi aromi a giudizio di preferenza dei vini;
5. valutazione delle correlazioni tra dati analitici, stato microbiologico e giudizi di preferenza espressi dai panelisti.

Nel successivo capitolo verranno quindi descritti alcuni strumenti di controllo e di monitoraggio dei lieviti Brettanomyces adottati presso la Cantina Banfi e verranno mostrati i risultati analitici e sensoriali di due distinte degustazioni di vini rossi (Brunello di Montalcino e vini rossi internazionali), effettuate al fine di valutare la diffusione dell'attività dei Brettanomyces e l'incidenza degli aromi, prodotti dai suddetti lieviti, sulla qualità dei vini, nonché il giudizio di piacevolezza e preferenza espresso dai degustatori.

Controllo e prevenzione dei Brettanomyces e dei fenoli volatili presso la cantina Banfi

Il problema dei Brettanomyces ha rappresentato per l'Azienda Banfi uno degli argomenti di approfondimento e di studio più importanti, sia a livello sperimentale che di ricerca, vista la complessità dei fattori che sono alla base di processi di formazione degli etil fenoli e per il particolare impatto sensoriale che l'attività dei questi lieviti ha sul profilo aromatico dei vini.

Per queste ragioni la Cantina, da alcuni anni, ha rivolto particolare attenzione alla prevenzione di tale problematica attraverso l'adozione di sistemi di monitoraggio, riconoscimento e controllo dello sviluppo dei Brettanomyces sia in fase fermentativa che, soprattutto, durante la fase di maturazione in legno.

I Brettanomyces sono stati studiati principalmente dal punto di vista dell'impatto sensoriale che gli etil fenoli hanno sui vini. Infatti, l'analisi sensoriale dei vini rappresenta il miglior strumento per valutare l'eventuale sviluppo di Brettanomyces, la presenza di etil fenoli e la qualità del loro apporto sul profilo sensoriale complessivo dei vini.

Il lavoro ha preso spunto da due importanti considerazioni:

1. non sempre c'è corrispondenza tra la concentrazione in etil fenoli e profilo organolettico dei vini, in quanto i fenomeni di "moltiplicazione cellulare dei Brettanomyces, formazione degli etilfenoli, percezione del carattere fenolico, composizione della matrice vino" interagiscono in modo molto complesso;
2. l'apporto del carattere Brett ai vini è un elemento di complessità che può essere positivamente o negativamente percepito e giudicato.

Dal momento che lo "zero Brettanomyces" in cantina non è mai praticamente raggiungibile (posto che sia davvero qualitativamente conveniente raggiungerlo) e che quindi, in altre parole, il tecnico deve imparare a convivere, è importante trovare le risposte alle seguenti domande:

- qual è il grado di diffusione dei Brettanomyces nei vini?
- qual'è la concentrazione degli etil fenoli nei vini rossi e il grado di variabilità?
- qual'è la capacità di riconoscimento da parte dei degustatori e dei consumatori degli specifici sentori apportati dall'attività dei Brettanomyces
- qual'è la relazione tra concentrazione di etil fenoli nei vini ed il grado di preferenza da parte del consumatore?
- quali sono gli altri parametri analitici (alcol, estratto, Indice Polifenoli Totali, ecc.) che possono amplificare o mascherare l'espressione delle note animali e fenolate?



Metodi e strumenti di controllo dei Brettanomyces presso l'Azienda Banfi

- Monitoraggio della popolazione di Brettanomyces tramite analisi su terreni specifici

La metodica più comunemente usata per una valutazione quantitativa del grado di contaminazione di un vino consiste nella determinazione dei lieviti Brettanomyces attraverso sviluppo su materiale filtrante, utilizzando terreni nutritivi specifici per tali lieviti.

Questi terreni, come in precedenza detto, sono addizionati di un antibiotico (actidione) che inibisce quasi completamente lo sviluppo di lieviti appartenenti ad altri generi, mentre i Brettanomyces essendo resistenti, riescono a svilupparsi, costituendo delle colonie di varie dimensioni e colore. Tale metodo di identificazione richiede, purtroppo, tempi abbastanza lunghi poiché, per la comparsa e completa formazione delle colonie, sono necessari da 8 a 12 giorni di permanenza in ambiente controllato, contro, ad esempio, i 2-3 giorni richiesti dai lieviti appartenenti al genere Saccharomyces. Ulteriori test necessari per arrivare alla corretta identificazione dei Brettanomyces sono rappresentati dalla presenza di un alone di chiarificazione intorno alla colonia, sviluppatasi in un terreno nutritivo addizionato di carbonato di calcio. Successivamente all'identificazione delle caratteristiche delle colonie, l'osservazione al microscopio delle cellule microbiche costituenti le singole colonie è un'operazione indispensabile per arrivare al riconoscimento ed alla quantificazione del grado di contaminazione del campione analizzato. Tali cellule presentano morfologia caratteristica e specifica, in quanto, oltre a cellule ovali, più o meno allungate, se ne riscontrano altre a forma di arco gotico o ogivali, tipiche del genere Brettanomyces. Questi controlli microbiologici vengono periodicamente effettuati sia sui vini maturati in barriques di diversa età, sia direttamente su campioni di legno prelevati dalla superficie interna dei vasi vinari in legno, al fine di valutare l'efficacia sia del lavaggio che della solfitazione.

- Monitoraggio della concentrazione di etilfenoli tramite analisi gascromatografica

L'analisi gascromatografica è uno strumento indispensabile per monitorare l'evoluzione degli etilfenoli nel corso delle fasi di lavorazione e dell'evoluzione del vino, sia stoccato in acciaio che maturato ed invecchiato in contenitori di legno.

Presso la cantina Banfi vengono monitorate le concentrazioni dei composti indicativi della contaminazione dei Brettanomyces, il 4-etilfenolo e il 4-etilguaiacolo e, nonostante si tratti di un'analisi alquanto laboriosa, è possibile controllare giornalmente un cospicuo numero di campioni.

L'insieme delle informazioni così ottenute, incrociate con la determinazione delle piastre e delle valutazioni sensoriali, permette di arrivare ad una reale quantificazione della possibile contaminazione dei vini.

Questi dati, valutati alla luce dei valori di acidità volatile e di anidride solforosa libera dei vini, permettono di definire la reale entità dell'inquinamento microbico e identificare gli opportuni interventi da mettere in atto.

- Gestione delle barriques

I vasi vinari in legno svolgono un ruolo tecnologico ed attivo sull'evoluzione dei vini, sia bianchi che rossi. La loro gestione è dunque un aspetto critico, alla luce del fatto che il legno è sede di accumulo e sviluppo di microrganismi che possono negativamente modificare le caratteristiche organolettiche dei vini.

Aspetto importante della gestione delle barriques è, quindi, l'operazione di lavaggio che deve essere standardizzata e modulata in funzione dell'età del contenitore, del grado di sporco ed incrostazioni presenti, e del livello d'inquinamento dei vasi vinari.

A questa operazione deve poi seguire un efficace sistema che garantisca l'asciugatura della superficie interna della barrique, ed in modo particolare in profondità, nello spessore delle doghe. Successivamente, in genere, viene eseguita la solfitazione della barrique, bruciando all'interno degli zolfini che ne determinano la saturazione di anidride solforosa gassosa. Questa, penetrando all'interno delle microporosità del legno



adeguatamente asciutto, favorisce la sanitizzazione del legno stesso anche in profondità, riducendo significativamente il grado di inquinamento microbico. Infine, il mantenimento di adeguati livelli di anidride solforosa nei vini assicura un efficace controllo della popolazione di *Brettanomyces* e riduce i rischi di comparsa di note fenolate e animali che possono penalizzare il valore commerciale del vino. Generalmente queste operazioni vengono eseguite manualmente e non sempre in modo impeccabile ed efficace. Per tali ragioni, e per il fatto che l'Azienda Banfi conta più di 6000 barriques, si è reputato utile introdurre, nella filiera di lavorazione dei vini in barriques, un sistema di gestione automatica che garantisca l'esecuzione delle suddette operazioni (svuotamento, lavaggio, asciugatura, ecc.) in modo efficace, standardizzabile e rapido.

L'impianto di trattamento delle barriques è stato realizzato per i seguenti scopi:

- agevolare l'esecuzione delle operazioni di svuotamento-sfecciatura-riempimento delle barriques stesse;
- ottimizzare e standardizzare l'operazione di lavaggio-asciugatura-solfitazione;
- aumentare la frequenza delle operazioni di trattamento delle barriques.

L'impianto è costituito da due nastri trasportatori dove le barriques vengono sistemate con l'aiuto del muletto, sia con pancale in legno che di acciaio. I due nastri sono collegati da una navetta che trasporta i pancali dal primo al secondo nastro per poi, dopo il riempimento, essere rimosse e riposizionate in fustaia.

A livello dei due nastri avvengono, in successione, una serie di operazioni unitarie che sono di seguito descritte:

1. svuotamento: lo svuotamento delle barriques avviene automaticamente e può essere eseguito sotto protezione di gas inerte, al fine di evitare il contatto vino-ossigeno;
2. rotazione e sfecciatura: le barriques vengono fatte ruotare; il vino e la feccia rimasti nel contenitore vengono rimossi e raccolti in un apposito serbatoio per una successiva valutazione ed eventuale riutilizzo. Questo aspetto è molto importante, soprattutto per i vini bianchi, dove si cerca di gestire le fecce più fini e pulite per sfruttarne l'apporto organolettico al vino nel corso della fase di maturazione;
3. lavaggio: è la parte più importante dell'intera linea. È dotato di un sistema con testine ruotanti che assicurano il lavaggio della superficie interna della barrique in modo completo ed uniforme e può essere eseguito utilizzando acqua ad alta pressione, la cui temperatura è modulabile fino a 90°C in funzione, ad esempio, della quantità di tartrati presenti, della natura delle incrostazioni e dell'età delle barriques;
4. asciugatura: consiste in un sistema di insufflaggio di aria ad alta pressione, che può anche essere riscaldata al fine di rimuovere l'acqua residua anche in profondità del legno, così da massimizzare l'efficacia della successiva operazione di solfitazione della barrique;
5. rotazione e solfitazione: manualmente viene eseguita la bruciatura dello zolfino che permette la saturazione dell'intera barrique con anidride solforosa. In questo modo l'anidride solforosa gassosa penetra all'interno delle microporosità del legno, svolgendo la sua azione antimicrobica nei confronti della popolazione inquinante, anche in profondità;
6. riempimento: il riempimento delle barriques avviene automaticamente e può essere eseguito contestualmente all'operazione di svuotamento.

L'impianto è molto versatile in quanto permette di movimentare contemporaneamente due vini, svuotandone uno dalle barriques e riempiendole con un altro subito dopo.

La linea automatica di gestione delle barriques ha una capacità oraria di lavoro di 16-18 unità e permette una ridotta movimentazione dei contenitori che vengono sottoposti, in un'unica operazione, a tutti i trattamenti critici che influenzano sia la qualità del proprio apporto al vino che la durata nel tempo.



Valutazione dell'impatto dei Brettanomyces sul vino Brunello di Montalcino annata 1997

L'obiettivo della degustazione è stato quello di valutare l'incidenza del carattere Brettanomyces su un vino DOCG, il Brunello di Montalcino, ottenuto nell'omonimo comune. Il Brunello di Montalcino, come da disciplinare, è prodotto unicamente con uve Sangiovese e deve maturare in legno per un periodo minimo di 2 anni. La commercializzazione può avvenire solo 5 anni dopo la vendemmia.

Il Brunello di Montalcino viene prodotto, quindi, secondo una tecnica di vinificazione che lo espone facilmente a contaminazioni da Brettanomyces. Diversi, infatti, sono i punti critici che possono favorire l'insorgenza di tale problematica:

1. fermentazione alcolica e macerazione medio- lunghe, di durata variabile da 10-12 giorni, a 20-25 giorni, nelle vinificazioni più tradizionali;
2. temperature di vinificazione nel corso delle fasi di fermentazione e macerazione tendenzialmente alte, da un intervallo di 22-25°C a 28-32°C;
3. maturazione in vasi vinari in legno (botte o barrique) mediamente lunga (per disciplinare minimo 2 anni);
4. concentrazioni di anidride solforosa mediamente basse durante tutte le fasi di maturazione ed invecchiamento; il vino Sangiovese è rinomatamente dotato di tannini tendenzialmente duri ed astringenti a fine fermentazione/macerazione. Livelli di anidride solforosa sostenuti permetterebbero certamente di controllare più efficacemente lo sviluppo dei Brettanomyces, ma contemporaneamente implicano un rallentamento significativo dell'evoluzione del vino. Questo fenomeno è evidente soprattutto sulla componente polifenolica poiché ne limita le reazioni di polimerizzazione e condensazione tannini antociani, che sono alla base sia della riduzione della sensazione di astringenza e della tannicità tipica dei vini giovani sia dei processi di stabilizzazione del colore.

Tali condizioni di vinificazione del vino Brunello favoriscono la moltiplicazione e la diffusione dei lieviti Brettanomyces che, se non efficacemente controllati con sistemi alternativi e/o sinergici all'anidride solforosa (frequenti ed efficaci operazioni di lavaggio e di solfitazione delle botti e barriques, temperature basse di conservazione e maturazione in legno, ecc.), possono determinare la formazione di etil fenoli in concentrazione tale da determinare la comparsa di note fenolate ed animali negative. Lo studio analitico e sensoriale dei vini Brunello di Montalcino ha avuto lo scopo di valutare l'entità del carattere Brett in un vino tipico della realtà toscana, conosciuto in tutto il mondo.

Sono stati presi in esame vini provenienti da 15 diverse aziende del comune di Montalcino, per un totale di 20 vini.

Per raggiungere tale scopo, i vini sono stati analizzati sotto diversi aspetti:

- analisi dei parametri chimici classici (grado alcolico, zuccheri residui, pH, acidità totale, acidità volatile, intensità colorante, tonalità colorante, ecc.);
- determinazione della concentrazione degli etil fenoli (4-etilfenolo e 4-etilguaiaicolo) attraverso la tecnica gascromatografica;
- determinazione della presenza di Brettanomyces attraverso l'utilizzo di piastre e di tecniche di microscopia;
- valutazione sensoriale e riconoscimento dei descrittori tipici del carattere Brettanomyces (animale, plastica, cerotto, medicinale) utilizzando apposita scheda di degustazione;
- elaborazione dei dati analitici e sensoriali.

I dati ottenuti dalle suddette analisi, la concentrazione di 4-etilfenolo (4-ETF) e del 4-etilguaiaicolo (4-ETG), la presenza di cellule vitali di Brettanomyces e i valori di torbidità sono risultati molto eterogenei. È stato riscontrato che 12 vini, dei 20 oggetto di studio, presentavano cellule vitali di Brettanomyces in bottiglia, espresse come Unità Formanti Colonie (U.F.C.), il cui numero variava da un minimo di 150 a 1056 U.F.C. per bottiglia (750 mL). In effetti, diversi lavori di ricerca hanno dimostrato che i lieviti Brettanomyces, essendo di dimensioni ridotte, vengono trattenuti in minor misura, rispetto agli altri



lieviti, dalla maggior parte dei filtri classicamente usati prima dell'imbottigliamento. In particolare, per il Brunello, i sistemi di filtrazione sono spesso blandi per non penalizzare eccessivamente il profilo qualitativo del vino. Inoltre, la matrice vino contiene sempre una minima fonte di nutrimento per gli eventuali *Brettanomyces* presenti in bottiglia. All'interno di questa, tali lieviti si possono ulteriormente moltiplicare, così da determinare in pochi mesi la comparsa di note fenolate ed animali anche in vini che, al momento dell'imbottigliamento, presentavano una concentrazione di etil fenoli al di sotto delle soglie di percezione, e quindi risultavano privi di evidente impronta fenolata.

Nella Figura 16 sono riportate le concentrazioni degli etil fenoli, come somma del 4-etilfenolo e 4-etilguaiacolo, di tutti i vini analizzati, rispetto alla soglia di preferenza dei fenoli volatili, pari a 426 µg/l, come riportato in bibliografia. Da questa figura si evince che solo un vino, sui 20 analizzati, presenta una concentrazione di etil fenoli inferiore alla soglia di preferenza. Tutti gli altri sono caratterizzati da concentrazioni molto variabili che possono raggiungere anche valori superiori a 4 volte tale soglia (2755 µg/l nel vino G, la cui concentrazione è riportata in rosso perché fuori scala). Gran parte dei vini ha mostrato concentrazioni di etil fenoli variabili da 600 a 800 µg/l.

Anche i valori di N.T.U. sono risultati molto variabili, da 0,4 a 37, ed i valori più alti sono stati riscontrati nei vini dove lo sviluppo di *Brettanomyces* in bottiglia era stato più marcato.

Si nota che i due parametri sono tendenzialmente correlati, e, nei vini dove non è stata rilevata la presenza di *Brettanomyces* microbiologicamente attivi, il range di variabilità dei valori di torbidità (misurata come N.T.U.) va da 0,4 a 6. Invece, nei vini dove è stata rilevata tale contaminazione, il range di variabilità della torbidità va da 3,2 a 37.

Questa osservazione porta ad ipotizzare che la presenza in bottiglia di una popolazione microbiologicamente attiva di *Brettanomyces* possa interferire con la torbidità e limpidezza del vino e quindi, eventualmente, sul suo valore commerciale.

I dati ottenuti dalle degustazioni dei vini Brunello sono riportati nella Figura 18, che mostra l'intensità dei descrittori di "plastica" e "animale" riscontrati nei vini analizzati.

È interessante notare che, seppure i vini abbiano manifestato concentrazioni di etil fenoli totali molto eterogenee, i descrittori di plastica e di animale sono stati percepiti con intensità pressoché simile nella maggior parte dei campioni, tranne che nel campione G, che rappresenta una situazione molto diversa da tutti i vini analizzati. Inoltre, i due caratteri sensoriali determinati hanno mostrato variazioni parallele ed andamenti molto simili. Un discorso a parte, infatti, va fatto per quanto riguarda il campione G, che ha fatto registrare una concentrazione molto alta di etil fenoli (2755 µg/l) e di gran lunga superiore ai limiti di preferenza. Questo inoltre, è caratterizzato dal più basso valore di *Brettanomyces* vivi in bottiglia (15 cellule/bottiglia) e da un basso valore di torbidità (0,8 N.T.U.). Tale quadro analitico è indicativo di un'evoluzione del vino non ottimale, che ha subito, nel corso della fase di vinificazione e soprattutto di maturazione in legno, un incontrollato inquinamento di *Brettanomyces* che ha determinato la formazione di una così importante concentrazione di etil fenoli. La produzione di questi composti, infatti, non è probabilmente avvenuta in bottiglia, ma durante la fase evolutiva e di maturazione del vino. Al momento dell'imbottigliamento, la popolazione contaminante di *Brettanomyces* è stata parzialmente rimossa attraverso filtrazioni alquanto strette che, se da un lato hanno garantito il raggiungimento di valori di torbidità e di N.T.U. ottimi, dall'altro hanno ridotto drasticamente la carica microbica inquinante, ma senza interferire sul profilo sensoriale che era già stato compromesso durante la fase di invecchiamento del vino. Questo caso è quindi indicativo della mancanza di un adeguato monitoraggio, costante e periodico, della popolazione di *Brettanomyces* in fase di invecchiamento e maturazione in legno, senza tempestivi interventi di prevenzione, riduzione e contenimento della popolazione. Tale aspetto è ancora più evidente nella Figura 19 dove sono messi in relazione i punteggi del test di preferenza con la concentrazione degli etil fenoli. È interessante sottolineare che il campione G si distingue anche per il punteggio di preferenza (63,8) che risulta essere il più basso in assoluto, a conferma che il carattere *Brettanomyces*, molto evidente, è stato percepito e giudicato in modo negativo da tutti i degustatori. Escludendo il campione G, si osserva che il punteggio del test di preferenza e la concentrazione totale degli etil fenoli hanno un andamento a campana, suggerendo le seguenti osservazioni:

- i vini che hanno ricevuto i punteggi più alti sono quelli che hanno una concentrazione di etil fenoli compresa tra 600 e 800 µg/l;



- tra 600 e 800 $\mu\text{g/l}$ di etil fenoli sono stati riscontrati anche vini con punteggio inferiore a 80, mostrando come altri fattori intervengano nella valutazione complessiva del prodotto
- concentrazioni inferiori a 600 $\mu\text{g/l}$ e superiori a 800 mg/l hanno fatto registrare i valori più bassi del test di preferenza.

È dunque apparso evidente che i vini dove le sensazioni di animale e plastica erano particolarmente evidenti sono stati penalizzati.

È importante precisare che questa valutazione è stata più netta nel caso dei tecnici e dei degustatori più esperti, che hanno facilmente individuato e penalizzato tale carattere. Al contrario, altri degustatori, che avevano minore familiarità con il carattere Brett, hanno mostrato una minore sensibilità ed hanno relativamente apprezzato le sensazioni aromatiche tipiche di alcuni vini, evidentemente "brettati".

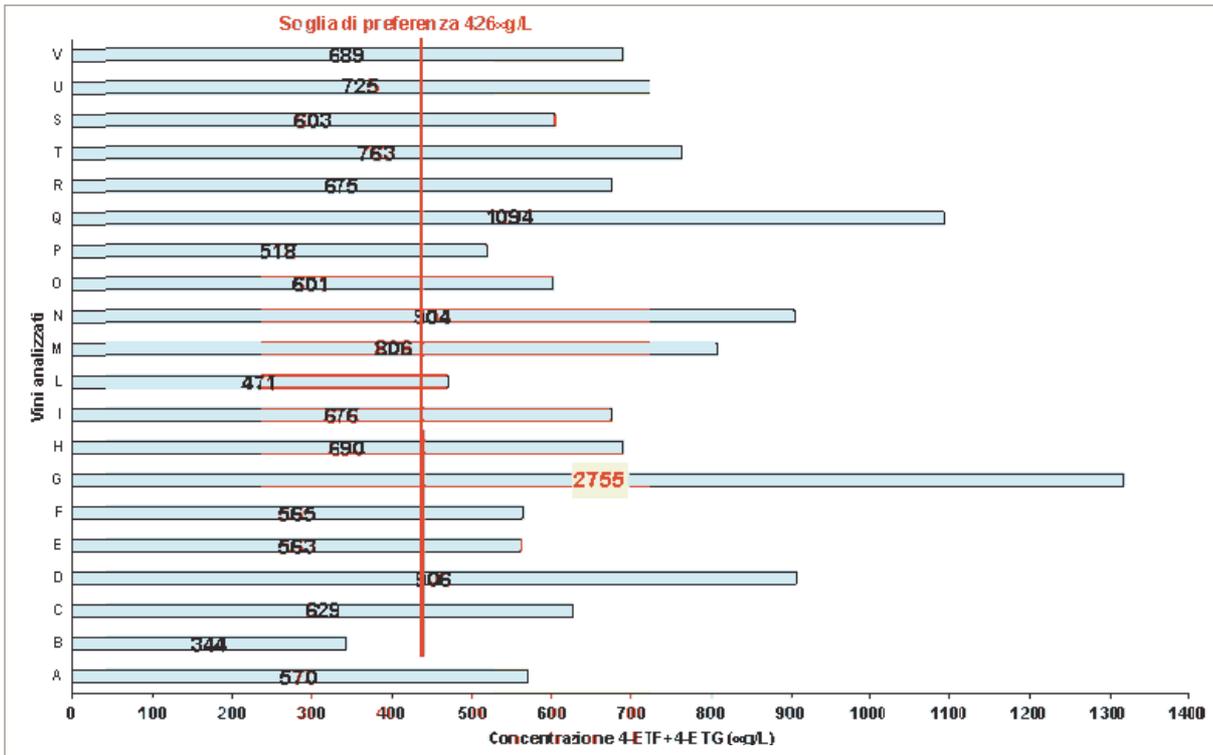


Figura 16 – Concentrazione degli etil fenoli totali µg/l nei vini Brinello annata 1997 e confronto con la soglia di preferenza

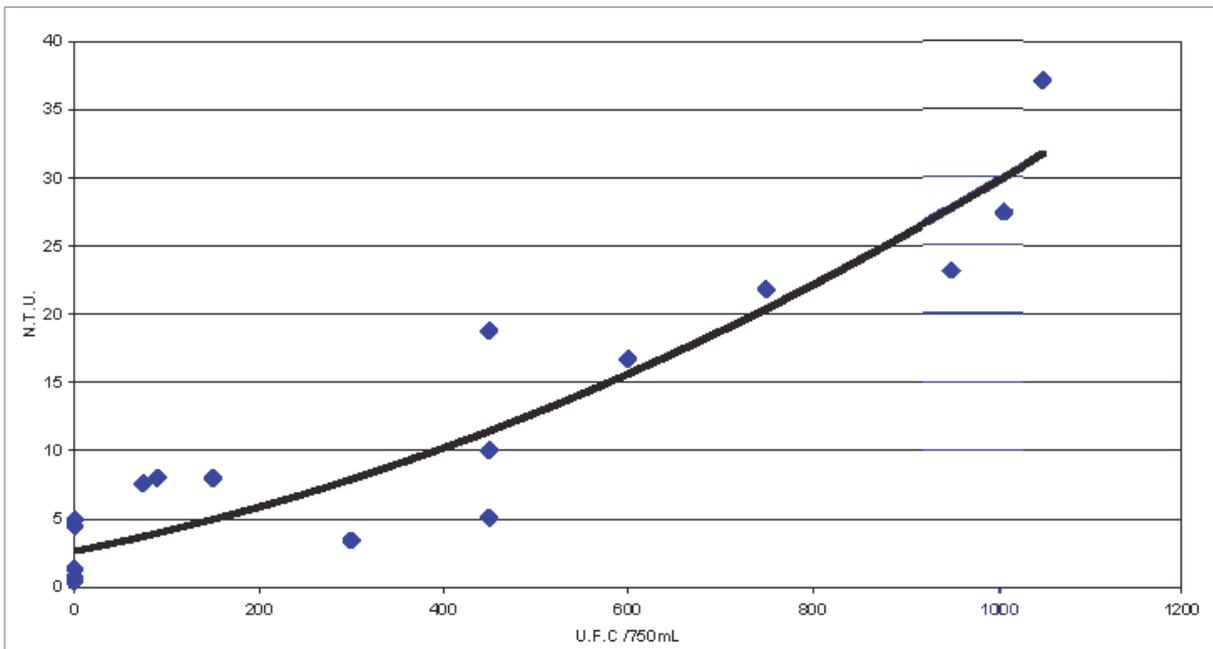


Figura 17. Relazione tra le U.F.C. di Brettanomyces e i valori di N.T.U. riscontrati nei vini in bottiglia.

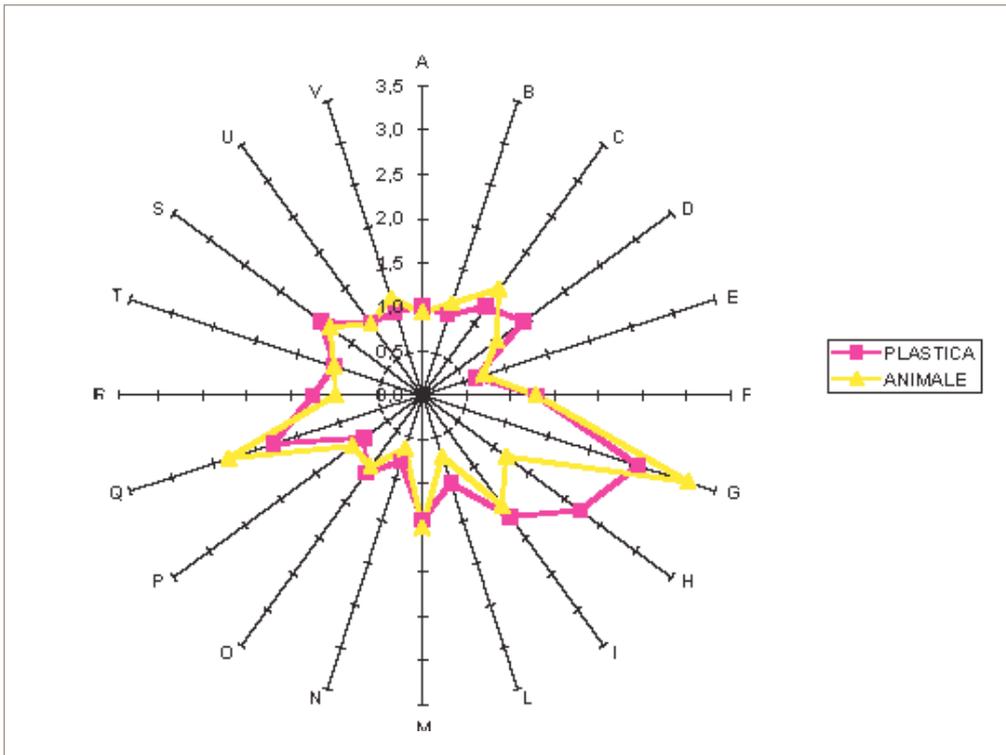


Figura 18 - Intensità dei descrittori "animale" e "plastica" nei vini Brunello di Montalcino 1997.



Valutazione dell'impatto dei Brettanomyces su alcuni vini internazionali

Con le stesse finalità e con lo spesso panel di degustazione, è stata effettuata la degustazione dei vini rossi internazionali di diversa provenienza geografica (Italia, Francia, Spagna, Cile, Australia), principalmente della vendemmia 1999.

La Figura 20 mostra la concentrazione degli etilfenoli rispetto alla soglia di preferenza. Si nota la grande eterogeneità del tenore in etilfenoli tra i vini analizzati che vanno da concentrazioni significativamente al di sotto della soglia di preferenza (140 µg/l) a valori superiori di 4 volte la suddetta soglia (1593 µg/l). La variabilità della concentrazione di etilfenoli è infatti risultata molto più pronunciata nei vini internazionali rispetto ai vini Brunello di Montalcino. La Figura 21 mostra, invece, l'intensità dei sentori di plastica e animale riscontrati nei vini degustati. È evidente, nella maggior parte dei campioni, la predominanza del sentore di animale, rispetto al sentore di plastica, a differenza di quanto riscontrato nei vini Brunello, dove i due sentori sono stati distinti e riconosciuti in modo meno evidente.

Infatti è emerso che, mentre nei vini rossi internazionali i degustatori hanno più frequentemente identificato il carattere Brettanomyces con il sentore di animale rispetto al sentore di plastica, nei vini Brunello di Montalcino il carattere "Brett" è stato identificato con entrambi i sentori e con intensità molto simili nella maggior parte dei vini.

La relazione tra il punteggio del test di preferenza con la concentrazione di etilfenoli è, anche per i vini internazionali, rappresentabile con una curva a campana ad andamento molto più schiacciato rispetto a quanto visto per i vini Brunello, indicando la minore correlazione tra i due parametri determinati.

Infine, confrontando i tenori di etilfenoli rilevati nei vini Brunello con quelli rilevati nei vini internazionali, sono emerse le diverse caratteristiche sensoriali dei vini analizzati.

Le differenze tra i due gruppi di vini non emergono, però, se si confrontano le rispettive concentrazioni totali degli etilfenoli, che vanno da un range compreso tra 344 e 1094 µg/l nei Brunelli (escludendo il campione G), e tra 140 e 1593 µg/l nei vini internazionali, valori quindi tendenzialmente simili.

Le differenze più interessanti sono invece emerse confrontando le concentrazioni del 4-etil guaiacolo, responsabile di note di affumicato e tostato, rispetto alle concentrazioni del 4-etil fenolo, responsabile di note più animali, di cerotto e di plastica.

Si nota, infatti, che i vini Brunello risentono maggiormente dell'apporto del 4-etil guaiacolo, a differenza di quanto appare per i vini internazionali, dove l'apporto più importante al tenore totale in etilfenoli è dato dal 4-etil fenolo. Questa conclusione trova conferma nella Figura 24, che mostra i valori del rapporto "concentrazione 4-etil guaiacolo:4-etil fenolo". I due gruppi di vini analizzati mostrano significative differenze, in quanto, mentre nei vini Brunello il rapporto 4-ETG:4-ETF varia da un minimo di 1:2 ad un massimo di 1:6 (fatta esclusione per il campione G), nei vini internazionali il suddetto rapporto varia da 1:1 a 1:12, con ben 10 campioni sui 15 totali che mostrano un rapporto 4-ETG:4-ETF superiore a 1:6, che rappresenta il limite oltre il quale la concentrazione di 4-ETF apporta note animali, di stalla e di cerotto particolarmente percettibili ed evidenti. Questa considerazione spiega il motivo per cui nei vini internazionali il sentore animale è risultato più evidente rispetto a quanto riscontrato nei vini Brunello, dove la distinzione delle due sensazioni sensoriali è stata meno percettibile.

In questi ultimi vini, infatti, l'impatto sensoriale del 4-etil fenolo, di cerotto, medicinale e stalla, è stato probabilmente attenuato dalla maggiore presenza del 4-etil guaiacolo che ha aumentato la complessità dei vini, apportando note di affumicato e di speziato, tipiche di questa molecola.

Questo aspetto mostra la diversa impronta che i lieviti Brettanomyces possono conferire al vino in funzione di molteplici fattori, correlati non solo al tipo di vino, ma anche ad altri aspetti, come ad esempio la specie di Brettanomyces prevalente (*B. bruxellensis* e/o *anomalus*).

Infatti il 4-etil guaiacolo ed il 4-etil fenolo possono essere presenti nei vini in rapporto variabile da 1:2 fino a 1:18 e questo rapporto è alla base della diversa espressione del carattere Brettanomyces. Questo carattere, quindi, può manifestarsi con sentori molto diversi in funzione di molteplici fattori che sono riconducibili al territorio (condizioni climatiche), alle varietà ed alle tecniche viticole, al sistema di vinificazione, al grado di contaminazione, alle specie inquinanti più diffuse, alla quantità anche di altre molecole odorose (acido valerianico, responsabile di note di rancido, ecc.), alle modalità di maturazione



ed invecchiamento, alle caratteristiche della matrice vino, alle tecniche di filtrazione-imbottigliamento, ecc. Alla luce di quanto esposto, considerando che la composizione del panel di degustazione è stata la stessa per entrambi i gruppi di vini, ne consegue che il carattere Brettanomyces riscontrato nei vini del territorio di Montalcino sembra essere facilmente distinguibile dagli altri vini presi in esame e caratterizzati da profumi ed aromi molto specifici e peculiari.

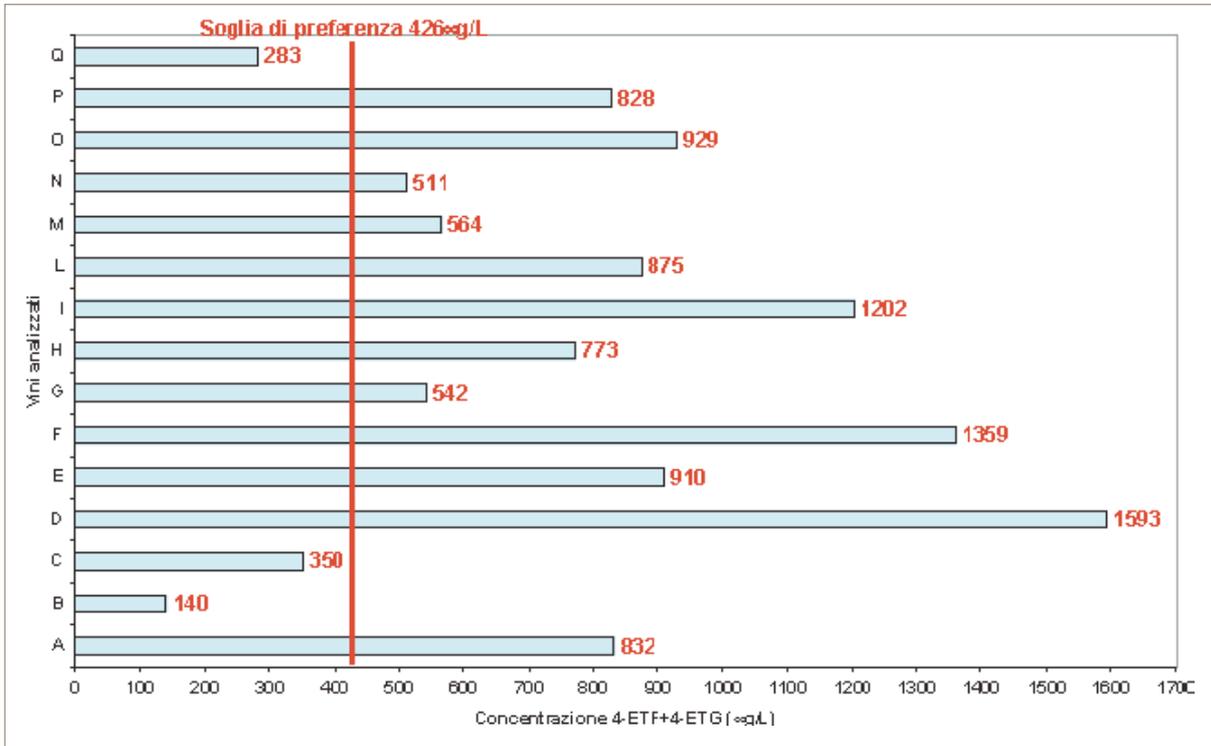


Figura 20. Concentrazionedi etilfenoli totalineviniinternazionali econfrontoconlasoglia di preferenza.

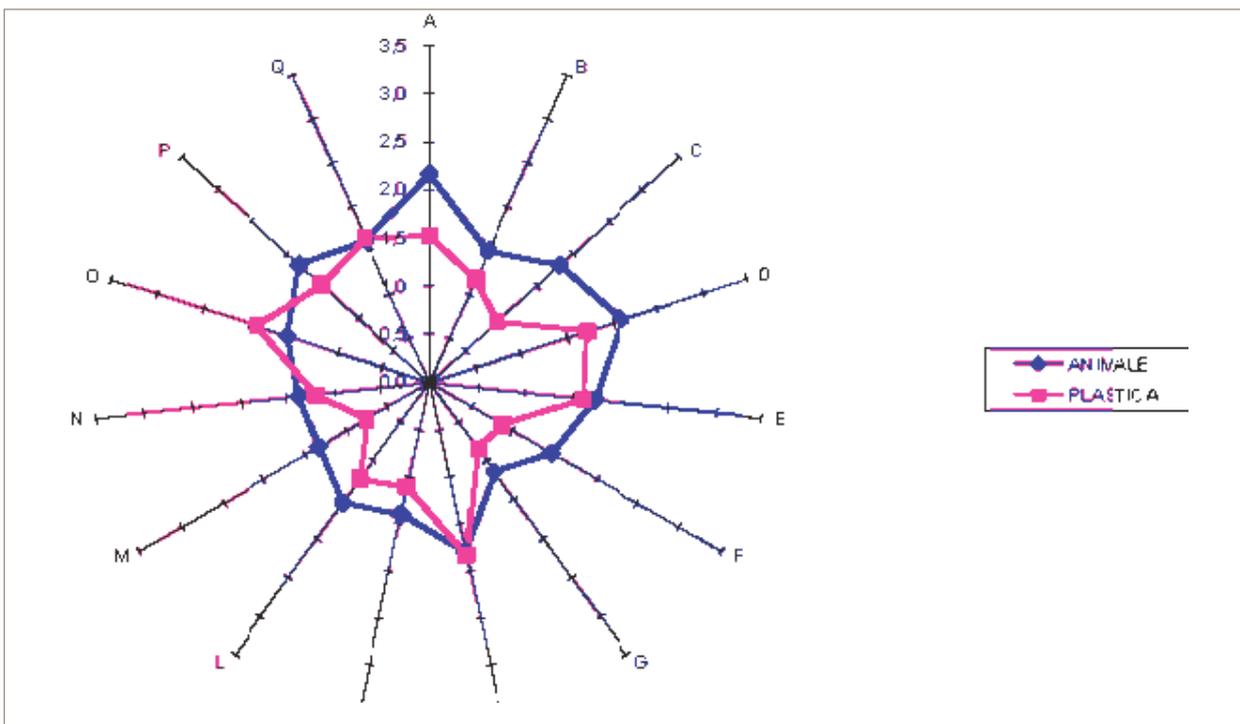


Figura 21 - Intensità dei descrittori "plastica" e "animale" nei vini internazionali

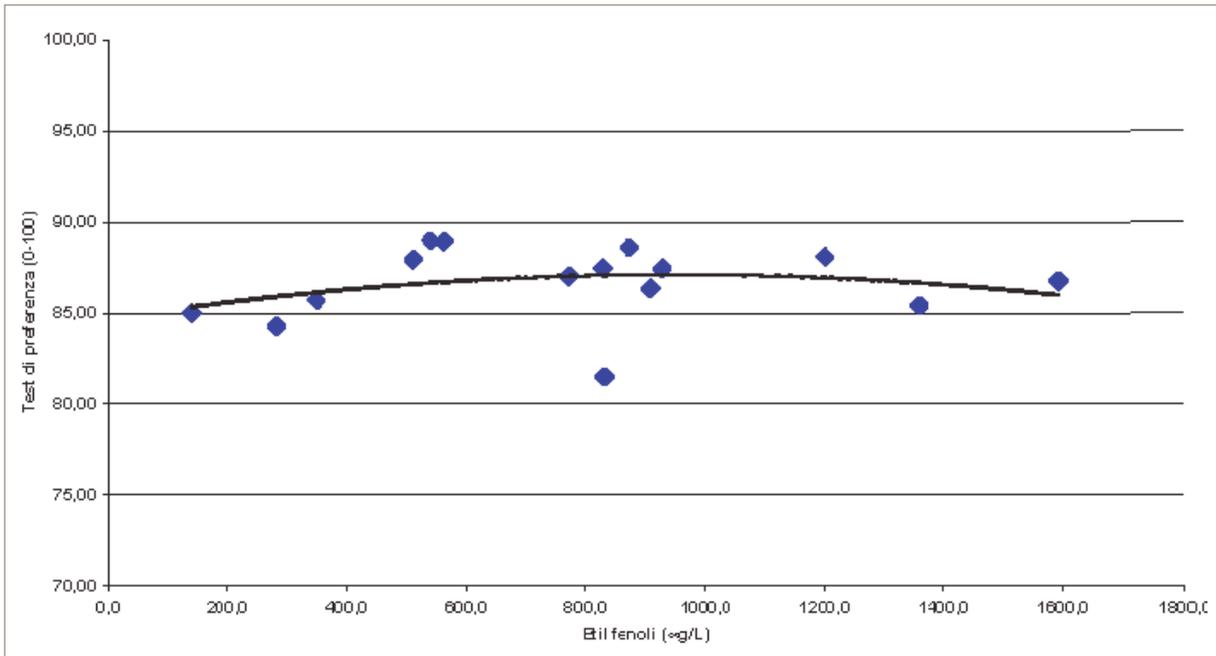


Figura 22 - Variazione del punteggio di preferenza in relazione alla concentrazione di etil fenoli determinate nei vini internazionali

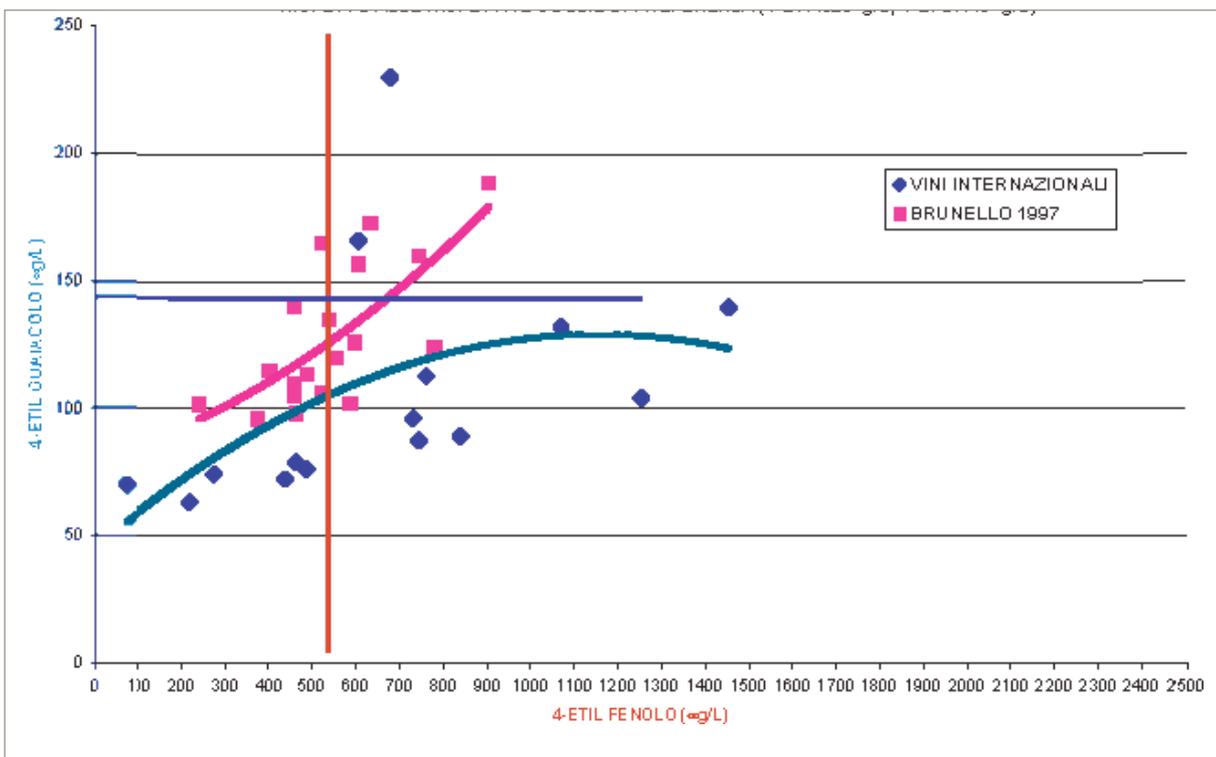


Figura 23 - Concentrazioni di 4-etilguaiacol nei vini Brunello e nei vini internazionali rispetto alle rispettive soglie di preferenza



Osservazioni conclusive

I lieviti del genere *Brettanomyces* sono i principali responsabili della formazione dei fenoli volatili nei vini, ed in modo particolare del 4-etil fenolo e

4-etil guaiacolo. Oltre una certa concentrazione, definita soglia di preferenza, tali composti possono alterare la qualità dei vini, apportando sensazioni negative all'aroma e al gusto.

La concentrazione è variabile a seconda dei vini; i valori di etil fenoli e le note sensoriali che possono rendere un vino piacevole o sgradevole sono molto variabili, come visto dai risultati dei lavori svolti nella Cantina Banfi. Le alterazioni causate da quantità eccessive di fenoli volatili sono relativamente subdole poiché la composizione chimica di ogni tipo di vino può esaltarne o mascherarne l'impronta. Contrariamente alle alterazioni microbiologiche causate da altri microrganismi, i difetti che insorgono a causa della presenza di queste sostanze sono difficilmente risolvibili. Un buon rispetto delle norme igieniche in cantina, un controllo periodico delle condizioni di maturazione ed invecchiamento del vino, un corretto uso delle tecnologie permettono di evitare dannosi sviluppi di lieviti *Brettanomyces* nei vini rossi. Dai risultati di questo lavoro emerge che il contributo dell'attività dei *Brettanomyces* e l'apporto sensoriale che il 4-etil fenolo ed il 4-etil guaiacolo hanno sul vino sono da valutare sotto tre importanti punti di vista:

Dal punto di vista del complesso rapporto vino -*Brettanomyces*- etil fenoli

- Perché: la specie di *Brettanomyces* predominante, il rapporto tra il contenuto di 4-etil fenolo e di 4-etil guaiacolo, la composizione della matrice vino, la presenza di altri microrganismi (batteri lattici) modificano l'espressione del carattere *Brettanomyces* sul profilo sensoriale del vino.

Dal punto di vista del tecnico

- Perché: la distruzione e/o modificazione del profilo sensoriale, l'alterazione del quadro analitico del vino (ad esempio l'aumento significativo dell'acidità volatile), la difficoltà di eradicare il problema una volta presente in cantina, la necessità di ricorrere ad interventi non sempre compatibili con la qualità del vino (pastorizzazione, filtrazione, solfitazione), nonché economicamente svantaggiosi, pongono il tecnico nella condizione di ottenere un prodotto con buone garanzie di qualità attraverso l'applicazione di protocolli di monitoraggio, controllo e contenimento dell'attività dei *Brettanomyces* finalizzati alla riduzione dei rischi e dei punti critici sopra elencati.

Dal punto di vista del consumatore

- Perché: la limitata conoscenza di tale problematica, la particolare complessità del caso Brett, la scarsa familiarità con gli aromi tipici e conseguenti all'attività dei *Brettanomyces*, la ridotta capacità di percepire e riconoscere il carattere Brett nei vini rendono molto complessa l'espressione di un giudizio di preferenza e di qualità univoci da parte dei degustatori.

In attesa che nuove verifiche sperimentali e valutazioni sensoriali su questo argomento di carattere enologico emergano dal panorama internazionale, sarebbe auspicabile che si sviluppasse una maggiore sensibilità da parte sia dei tecnici che dei consumatori a non enfatizzare il problema dei *Brettanomyces*, soprattutto in considerazione della presenza del carattere "Brett" in alcune denominazioni storiche nel panorama enologico nazionale ed internazionale.

Infine, alla luce della nostra esperienza, è importante ribadire che l'apporto dei lieviti *Brettanomyces*, se gestito, può rappresentare un elemento di complessità, che può però sconfinare verso caratteri non sempre positivi quando il tecnico si trova a subire in maniera incontrollata l'evoluzione e l'invecchiamento del vino.



Il legno ed il vino: una storia lunga di secoli

Buratti R., Bucci T.

L'utilizzo del legno per la realizzazione di contenitori usati sia per l'elaborazione che per il trasporto del vino ha origini antichissime.

Si può collocare intorno al 2700 a.C. un dipinto su tomba egizia raffigurante il mestiere della produzione di contenitori di legno, mentre possiamo far risalire al 1800 a.C. la pratica della conservazione del vino in recipienti di legno e di creta da parte degli egizi.

Secondo Erodoto (484 a.C.), le prime botti di legno sono state costruite con tronchi di palma dagli Assiro-Babilonesi.

I recipienti utilizzati per la conservazione e per il trasporto del vino erano differenti nelle forme e nelle dimensioni (dinos, olpe, dinochoe, crateri, anfore, kyathoi, simpulum, kantaros, mastos, corno) e venivano realizzati con i materiali più diversi (creta, cuoio, argento, bucchero, legno, ecc.).

Il legno comunque ha svolto, in tutta l'antichità, sempre un ruolo secondario per lo stoccaggio e conservazione del vino perché la realizzazione di contenitori di qualunque forma e dimensione era spesso difficoltosa e richiedeva maestranze esperte, rispetto alla facile e comunissima lavorazione della creta.

Inoltre i contenitori di legno erano di facile contaminazione e quindi di maggiore deperibilità rispetto ad altri materiali, più resistenti sotto tutti i punti di vista (Beyer et al., 1991).

I primi recipienti in legno furono ottenuti scavando un pezzo di tronco. Successivamente vennero adottati contenitori costituiti da doghe verticali, a realizzare una forma tronco-conica con fondo incastrato. La forma troncoconica era però scomoda per il trasporto: molto più funzionale sia per il trasporto che per la tenuta risultò successivamente la forma panciuta, come vengono di fatto realizzate oggi giorno le botti.

Dal 90 a.C. i riferimenti e le opere raffiguranti scene di vita rurale ed attività artigianali riferibili al bottaio ed al trasporto e conservazione del vino in contenitori di legno sono numerosi.

Infatti, proprio sotto la civiltà di Roma, l'utilizzo del legno per l'elaborazione, conservazione e trasporto del vino ebbe un forte incremento soprattutto per le importanti proprietà che il legno di alcune essenze legnose aveva di migliorare le caratteristiche organolettiche dei vini dopo un certo periodo di conservazione e maturazione.

Si diffuse così l'utilizzo sia di contenitori in legno di medie dimensioni che di grandi dimensioni che, per la prima volta, venivano utilizzati anche per la fermentazione dei mosti, oltre che per la successiva fase di conservazione ed invecchiamento dei vini. Con la fine dell'impero romano, e le conseguenti invasioni barbariche e saracene, la coltivazione della vite subì una significativa contrazione; sopravvisse solo nei monasteri benedettini e quindi anche l'arte del "bottaio" andò scomparendo.

A poco a poco anche i nuovi dominatori cominciarono ad apprezzare il vino, tanto che alcuni di essi, da Teodorico a Carlo Magno, emanarono dei provvedimenti per proteggere la viticoltura. Successivamente la coltivazione della vite e la produzione del vino videro un periodo di ripresa ed il commercio del vino nuovamente si diffuse anche nell'Europa centrale e nordica, e visto che il trasporto del vino avveniva mediante botti di legno, di conseguenza rifiorì anche l'arte del bottaio. Questi cominciarono ad organizzarsi e riunirsi in corporazioni con statuti ben precisi riguardanti la qualità della merce da impiegare per la realizzazione dei contenitori di legno, gli utensili da utilizzare, ecc. Soprattutto in Francia i mastri bottai diedero luogo a numerose corporazioni chiamate inizialmente Barilliers e già nel 1790 la corporazione dei Tonneliers raggruppava 202 produttori di contenitori di legno.

Il legno così diventa sempre più importante non solo per la costruzione di botti e tini, ma anche per tutti gli altri recipienti ed accessori per la raccolta e trasporto dell'uva, dalla vinificazione alla conservazione, invecchiamento, commercializzazione e trasporto (Brunet, 1948).



Le essenze legnose, utilizzate per la realizzazione dei contenitori usati nel settore enologico, sono state numerose e molto diverse in funzione principalmente della facile reperibilità e costo. Alcune delle essenze più usate sono state l'acacia, l'eucalipto, il frassino, la palma, la robinia, l'ontano comune, il larice, il faggio, il pioppo, il castagno ed il pino (Camus, 1936). Nel corso dell'evoluzione del mondo del vino e dell'arte della fabbricazione di barrique, il rovere e il castagno presero il sopravvento e si sono imposte come le principali essenze legnose lavorate ed usate nel settore enologico (Bourgeois, 1992). Le ragioni che hanno condotto a questa scelta non sono arbitrarie o fortuite. Si è trattato semplicemente di una constatazione evidente: questi due tipi di legno, ed in particolare il rovere, sono i soli capaci di modificare favorevolmente i caratteri gustativi ed olfattivi dei vini e dei distillati. Successivamente si notò che il castagno aveva delle proprietà non sempre compatibili con le caratteristiche organolettiche dei vini. L'alta concentrazione di polifenoli rendeva questo legno molto astringente ed amaro: per tali ragioni i contenitori di legno di castagno venivano spesso rivestiti all'interno con paraffina per limitare il passaggio di tali sostanze nel vino. Inoltre il legno di castagno, presentando una grana particolarmente grande, aveva una porosità molto pronunciata da dare spesso problemi di tenuta e di perdite di vino. Così, l'unico legno che ha mostrato le migliori caratteristiche di lavorabilità e di impatto organolettico sul vino si rivelò subito essere il legno di rovere che diventò presto la principale se non l'unica essenza utilizzata nel mondo enologico.

Il rovere è un albero che da sempre ha svolto un ruolo unico per l'uomo ed in particolare nell'Europa occidentale. È sempre stato un simbolo di longevità e di forza; è stato anche un oggetto di culto e di cerimonie religiose; è stato, infine, una fonte di nutrimento per animali e di costruzione per l'uomo. Il legno che si ottiene da quest'albero è stato largamente usato nel passato per la costruzione delle navi, nell'ambito dell'architettura civile e nell'arte, sotto tutte le forme. Oggi il rovere rappresenta un'essenza forestale particolarmente ricercata poiché dotato di caratteristiche chimiche e fisiche particolarmente nobili e di pregio. La costruzione dei contenitori di legno per il vino, tra tutte le attività artigianali di lavorazione del legno, è una delle più secolari.

Infatti, il matrimonio che si celebra tra questo tipo di legno ed il vino nel momento in cui vengono a contatto è pressoché perfetto: il legno di rovere, più di qualunque altro tipo di essenza, ha in sé tutto ciò di cui il vino ha bisogno per meglio esprimere tutte le sue caratteristiche di qualità.

L'essenza legnosa partecipa in modo diretto ed attivo all'evoluzione del vino, svolgendo un ruolo tecnologico di primaria importanza ed insostituibile! L'approvvigionamento di legname influenzò però fortemente la diffusione dell'utilizzo dei contenitori in legno e dei produttori di contenitori in legno. Le zone di maggiore approvvigionamento del legname, fino agli anni '60, erano gli estesissimi querceti della Slavonia. Interessanti dati statistici della fine del secolo scorso dimostrano chiaramente come il maggiore importatore di legname di Slavonia non fosse l'Italia, ma la Francia, che importava enormi quantità di doghe destinate alla realizzazione di botti di medie e grandi dimensioni. Infatti queste foreste, caratterizzate da un'alta densità di alberi e da terreni particolarmente poveri, fornivano tronchi con una limitata presenza di nodi, dalla grana molto fine, da cui si ottenevano doghe particolarmente lunghe e di ottima qualità. I tronchi di queste caratteristiche erano utilizzati in tutta Europa, ed in Italia e Francia in particolare, per la realizzazione di doghe di spessore 6-8 cm, molto resistenti e adatte per la costruzione di botti di grandi capacità.

In Italia, le fabbriche di botti fiorirono nelle zone viticole che avevano comode fonti di approvvigionamento di legname, come nel Veneto e nel Piemonte. Qui arrivava esclusivamente il rovere di Slavonia in quanto i principali centri di commercializzazione e distribuzione delle doghe erano proprio i porti di Trieste e di Fiume, da dove partivano enormi quantità di legname destinate a tutti i paesi d'Europa. Così nell'Italia del Nord e nelle principali zone viticole si diffuse rapidamente l'utilizzo di botti di rovere di varia dimensione (da 500 litri a 13000 litri) per la maturazione ed invecchiamento di vini di particolare pregio, come il Barolo ed il Barbaresco in Piemonte ed il Brunello di Montalcino in Toscana. In particolare in Toscana l'utilizzo delle botti si estese nelle zone enologiche di Montalcino e di



Montepulciano, oltre che nella rinomata zona del Chianti, dove ancora oggi i vini rossi vengono maturati per lunghi periodi in botti di rovere di Slavonia di varie dimensioni.

Da un'indagine condotta nel 1974 in Toscana, su 1.007 aziende con capacità complessiva di 1.190.000 hl, ben il 70% dei vini erano invecchiati in botti o tini di rovere, solo il 20% in cemento ed appena il 10% in contenitori di acciaio. Successivamente, sempre più diffuso divenne il legno che proveniva dalle foreste francesi, caratterizzate da una limitata fittezza degli alberi, da terreni generalmente poveri e secchi e dalla presenza di specie di rovere di particolare interesse.

Però, se da un lato queste foreste fornivano legname di particolare qualità in quanto compatto e di grana molto fine, dall'altro fornivano tronchi con nodi molto ravvicinati che ne limitava enormemente l'utilizzo, in quanto le doghe ottenute erano mediamente corte ed utilizzabili unicamente per la realizzazione di contenitori di legno di piccole dimensioni.

Così le Tonnelleries francesi iniziarono a ridurre l'importazione di doghe dalle foreste della Slavonia e, perfezionando la vecchia tecnica del taglio a spacco, hanno sfruttato sempre più le proprie foreste di rovere per la realizzazione di doghe di limitata lunghezza ed utilizzate per la produzione di piccoli contenitori, generalmente da 228 e 225 l, oggi conosciuti con il nome di barriques. Dopo qualche esperimento condotto intorno agli anni '80, iniziò a diffondersi anche in Italia l'utilizzo delle barriques, che, nel giro di un decennio e per ragioni di vario genere, si affermò nelle principali aree viti-vinicole del mondo. Le motivazioni che spinsero i produttori di vino ad utilizzare questo nuovo contenitore sono diverse:

- l'indiscutibile qualità del legno francese e di alcune foreste in particolare (Allier, Tronçais, Nevers, ecc.) che fornivano legname dalla grana particolarmente fine e dal profilo aromatico di pregio;
- la maggiore superficie di contatto vino-legno che si ha con la barrique rispetto alle botti, che favorisce una più rapida evoluzione organolettica e sensoriale del vino sia per la maggiore concentrazione di molecole rilasciate dal legno, sia per il maggiore contatto vino-ossigeno;
- la maggiore facilità di sanificare le barriques rispetto alle botti, che una volta contaminate da microrganismi indesiderati, sono di più difficile gestione;
- la maggiore facilità di trasporto e movimentazione rispetto a contenitori di maggiori dimensioni, per cui le barriques, da questo punto di vista, hanno modificato fortemente l'organizzazione della filiera di cantina;
- non ultimo, la contemporanea ridotta disponibilità di legno di rovere dalla Slavonia per le giunture socio-economiche che hanno fortemente compromesso l'utilizzazione delle foreste per la realizzazione di contenitori di legno.

Così, mentre dagli anni '70 agli anni '80 la percentuale dei recipienti in legno utilizzata in Italia scese fino a circa il 20% per la rapida diffusione di contenitori in acciaio rivestito e acciaio inox ed il contemporaneo smantellamento dei recipienti in cemento e soprattutto delle botti vecchie e contaminate, dagli anni '90 in poi si assiste ad un'enorme diffusione delle barriques che vanno sempre più ad affiancarsi a botti di media capacità (18-30-50 hl) per l'invecchiamento non solo dei grandi vini rossi (Barolo, Barbaresco, Brunello di Montalcino, Chianti, ecc.), ma anche e sempre di più dei vini bianchi.



Il legno: un elemento che “nobilita” il vino

Il ruolo che il legno svolge nella elaborazione dei vini è molto complesso e le interazioni che si instaurano tra le due matrici sono di varia natura e dipendono fondamentalmente dai seguenti fattori (Beyer et al., 1971; Lehtonen et al., 1983a et al., 1983b):

- caratteristiche del vino;
- caratteristiche della barrique;
- fase di lavorazione del prodotto (fermentazione alcolica, fermentazione malolattica, maturazione, ecc.);
- condizioni ambientali di conservazione (umidità, temperatura, ecc.);
- frequenza di determinati interventi tecnici (colmature, travasi, solfitazioni, ecc.);
- tecniche e frequenza di interventi di sanitizzazione delle barriques (acqua calda o fredda, ozono, solforosa, ecc.).

Nel presente capitolo saranno sinteticamente discussi alcuni dei principali effetti che il legno ha sui vini, tanto da rendere la barrique uno strumento quasi insostituibile sia nella filiera di produzione dei vini bianchi che dei vini rossi (Singleton et al., 1971; Singleton 1974). Generalmente, i vini bianchi di una certa tipologia e di un certo stile, secondo tecniche di vinificazione ormai ampiamente affermate, vengono in contatto con il legno già in fase di fermentazione alcolica. Di solito vengono utilizzati contenitori in legno di piccole e medie dimensioni da 225 litri, da 350 litri fino a 500 litri ed in questa fase si instaurano interazioni legno-vino molto importanti ai fini del profilo aromatico del prodotto finale (Bricout, 1971; Dyer, 1985; Reazin, 1981; Rous et al., 1983). Successivamente, il vino può rimanere negli stessi contenitori in legno dove è avvenuta la fermentazione alcolica ed iniziare una nuova fase di maturazione, la cui durata è molto variabile, durante la quale il vino si arricchisce di aromi e sapori nuovi derivanti da interazioni e rapporti con il legno di altra natura (Feuillat, 1991).

Schematicamente possiamo dire che nei vini bianchi si ricercano fondamentalmente due aspetti:

- la migliore integrazione dei sentori di legno con il profilo aromatico del vino grazie all'attività dei lieviti.

La fermentazione alcolica in barrique attenua l'impatto dei sentori di legno, per cui l'aroma di legno di un vino fermentato in barrique è di minore intensità, ma più complesso, delicato e meglio amalgamato nel profilo aromatico del vino, rispetto a quello di un prodotto messo in barrique dopo la fermentazione alcolica.

Il legno apporta, infatti, delle note aromatiche molto particolari, come l'odore di vaniglia, dovuto alla molecola aldeide vanillina, l'odore di noce di cocco, dovuto al cosiddetto whisky-lattone, l'odore di chiodo di garofano, dovuto all'eugenolo, e l'odore di mandorla tostata, dovuto alla presenza di fur-furaldeide, solo per citare le molecole aromatiche più importanti. Queste molecole odoranti, presenti in quantità moderate, contribuiscono positivamente al profilo aromatico del prodotto finale, mentre se sono troppo evidenti il vino appare grossolano e di scarso carattere (Somers, 1990; Chatonnet, et al., 1992 b). Questo è un aspetto molto particolare dell'interazione legno-lieviti che, nel corso della fermentazione alcolica, sono capaci di trasformare le molecole odorose rilasciate dal legno in forme meno odoranti, come la trasformazione dell'aldeide vanillica in alcol vanillico, o la trasformazione della furfuraldeide in alcol furfurilico. Queste molecole presentano un impatto aromatico molto meno accentuato, per cui questo fenomeno attenua l'impatto aromatico della barrique, permettendo una migliore integrazione dei sentori del legno nel profilo aromatico varietale;



- la valorizzazione delle interazioni tra il vino e la biomassa di lieviti.

Un aspetto peculiare della fase di maturazione del vino bianco in barrique, successivamente alla fermentazione alcolica, risiede nell'intervento dei lieviti sulla struttura e qualità del prodotto finito. Infatti, i lieviti sono dotati di una parete costituita da polimeri di natura polisaccaridica, formata essenzialmente di glucani e mannoproteine, che vengono rilasciati nel vino, in minima parte durante la fermentazione e soprattutto nella fase di maturazione, in conseguenza dei processi di autolisi ai quali il lievito va incontro una volta completata la fermentazione alcolica (Charpentier et al., 1993). La risospensione periodica dei lieviti in autolisi, depositati sul fondo della barrique, favorisce l'arricchimento del vino in molecole polisaccaridiche che svolgono varie funzioni e che contribuiscono al volume, grassezza e morbidezza del vino finito (Llauberes, 1987).

Relativamente ai vini rossi, questi vengono in contatto con il legno generalmente durante la fase di invecchiamento e maturazione, anche se sempre più diffuso è l'utilizzo di botti e tini in rovere per la fermentazione e macerazione alcolica, in alternati- va ai vinificatori in acciaio.

Come per i vini bianchi, il principale impatto che i contenitori in legno hanno sui vini rossi è di tipo aromatico, ma, considerando la maggiore complessità compositiva dei vini rossi rispetto ai vini bianchi e soprattutto il più lungo periodo di contatto vino-legno, tante altre importanti interazioni si instaurano tra le molecole del legno e le molecole del vino, influenzando tutte le proprietà organolettiche di un grande vino rosso.

L'intensità e la stabilità del colore, l'aroma, il profumo, la morbidezza, e quindi la struttura tannica e la longevità di un grande vino rosso, sono tutte caratteristiche che la barrique può positivamente o negativamente influenzare (Chatonnet, 1990). Durante l'invecchiamento di un vino rosso in contenitore di legno (barrique o botte) si osservano diversi importanti fenomeni che possono essere riassunti nei seguenti sei punti:

1. fenomeni di chiarificazione spontanea, legati alla flocculazione di numerose sostanze colloidali in sospensione, che rendono i vini, alla fine della fermentazione alcolica e malolattica, ancora molto torbidi;
2. fenomeni di diffusione e dissoluzione delle molecole aromatiche e polifenoliche del legno nel vino;
3. fenomeni di decarbonicazione;
4. fenomeni di stabilizzazione tartarica del vino per la precipitazione dei tartrati;
5. fenomeni di lenta e costante dissoluzione dell'ossigeno nel vino;
6. fenomeni di modificazione del colore che evolve verso note più aranciate e brune.

Tralasciando la trattazione di alcuni dei suddetti aspetti, non perché di secondaria importanza, ma in quanto richiederebbero un'esposizione a parte, approfondiamo l'aspetto dell'ossigeno, in quanto il contenitore in legno ne favorisce una lenta e costante dissoluzione nel vino durante tutta la fase di maturazione ed invecchiamento, influenzando in modo significativo l'evoluzione del vino.

A differenza di quanto succede per i vini bianchi, dove il contatto con l'ossigeno è particolarmente limitato durante tutta la fase di maturazione in barrique per evitare fenomeni ossidativi che penalizzerebbero sia il profilo sensoriale che organolettico del vino, per i vini rossi la limitata e graduale dissoluzione di ossigeno è particolarmente utile, in quanto provoca una lenta ma fondamentale evoluzione della struttura polifenolica e cromatica (Sims et al., 1994; Singleton, 1995).

Contrariamente a quanto spesso riportato in merito, la maggiore quantità di ossigeno che entra in contatto con il vino durante la fase di maturazione non passa attraverso le doghe, ma si dissolve in occasione di varie lavorazioni a cui i vini vengono sottoposti durante la lunga fase di maturazione in legno (colmature, travasi, solfitazioni, ecc.) (Pontallier et al., 1982; Puech, 1981 e Puech et al., 1982).

In condizioni termiche adeguate e livelli di solforosa contenuti, l'ossigeno, associato all'interazione con i cationi metallici (ferro, rame, ecc.) presenti nel vino, con i polifenoli idrolizzabili del legno (ellagotannini)



ed i polifenoli del vino (catechine, epicatechine e proantocianidine), innesca complesse reazioni chimiche che determinano la diminuzione delle molecole colorate monomere (gli antociani) e la formazione di strutture chimiche polimeriche attraverso complesse reazioni di condensazione e polimerizzazione (Boidron et al., 1990; Naudin, 1989; Puech, 1984 e 1987).

Queste reazioni di combinazione tra le molecole del legno e le molecole del vino, catalizzate dalla presenza dell'ossigeno, sono cruciali per l'evoluzione di un grande vino rosso, in quanto alla base di due fondamentali aspetti sensoriali:

- la stabilizzazione della materia colorante: le forme polimeriche sono più stabili delle forme monomere e sono responsabili del colore dei grandi vini vecchi;
- l'ammorbidimento dei tannini: le strutture polimeriche hanno un minore impatto organolettico e quindi, con l'invecchiamento, il vino attenua le caratteristiche di astringenza e tannicità aumentando le sensazioni di morbidezza e rotondità.

Da quanto brevemente detto, si intuisce l'importanza che riveste il fattore ossigeno sull'evoluzione di un vino rosso e, di conseguenza, l'importanza di utilizzare un contenitore in legno che, a differenza di un serbatoio di acciaio, favorisce spontaneamente una evoluzione del prodotto molto lenta e costante, altrimenti difficilmente raggiungibile nei tempi e negli equilibri che una barrique o una botte garantiscono. Sta al tecnico, quindi, riuscire a gestire opportunamente tutti i parametri che possono influenzare i suddetti fenomeni (tipo di legno, tipo di tostatura, livelli di solforosa, frequenza delle colmature e travasi, ecc.) in modo da rendere il contenitore di legno (barrique o botte) strumento che "nobilita" il vino che in esso matura.

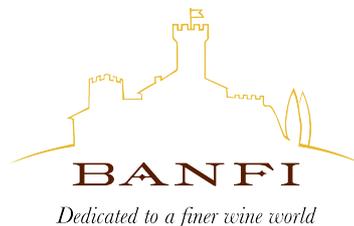
Le peculiarità del legno da utilizzare per la costruzione dei vasi vinari

L'utilizzo di matrici legnose nella preparazione dei vini e dei distillati è ormai una pratica comunemente usata nell'industria delle bevande alcoliche. I vasi vinari in legno di diverse essenze, dimensioni e forme sono impiegati nell'elaborazione sia dei vini rossi sia dei vini bianchi. Lo studio delle sostanze polifenoliche ed aromatiche presenti nel legno e la loro estrazione da parte del vino nel corso della fermentazione e della maturazione in barrique è di particolare interesse per il grande impatto sensoriale che queste molecole hanno sulle caratteristiche organolettiche dei vini (Nebeta et al., 1987; Nikitin, 1966; Nishimura et al., 1983). Questi composti, naturalmente provenienti dal legno o di neoformazione in seguito alle varie operazioni alle quali il legno è sottoposto (stagionatura e tostatura), possono raggiungere, nel vino, livelli superiori ai limiti di percezione, conferendo così piacevoli sentori di vaniglia, di speziato, di tostato, ecc.

L'essenza legnosa, la sua origine geografica, i sistemi di stagionatura e le tecniche di tostatura delle barriques rappresentano quindi aspetti molto importanti e critici nella produzione di barriques di "qualità" il cui stile ha enormi ripercussioni sullo stile del vino prodotto (Chatonnet, 1991).

Infatti, la combinazione dei fattori suddetti può essere gestita al fine di realizzare barriques dalla composizione polifenolica ed aromatica peculiare. Quindi è importante parlare di "stile qualitativo" delle barriques che deve il più possibile coincidere con lo "stile del vino" ricercato, al fine di massimizzare l'impatto positivo apportato dal legno al vino. Lo STILE delle barriques può essere definito effettuando mirate combinazioni di 4 fondamentali fattori:

1. Essenza legnosa.
2. Origine geografica.
3. Stagionatura.
4. Tostatura.



Questo approccio deve portare il tecnico a conoscere e seguire il più possibile la filiera di produzione delle barriques in modo da arrivare alla realizzazione di barriques che rispondano perfettamente agli obiettivi enologici prefissati.

La barrique non può più essere considerata semplicemente un contenitore, ma uno strumento tecnologico che deve rispondere a predefinite specifiche qualitative, in relazione alle caratteristiche del vino ed allo stile enologico ricercato.

Quindi, oggi più che nel passato, la maturazione dei vini in contenitori di legno (botti o barriques) rappresenta una fase della filiera enologica molto importante sia per l'impatto sulla composizione e qualità del prodotto finito sia, e non ultimo, per l'alta incidenza sui costi di produzione del vino (Feuillat, 1991).

È dunque indispensabile, come per qualunque altro prodotto utilizzato per l'elaborazione del vino, CONOSCERE e GESTIRE il prodotto "legno" in funzione delle finalità enologiche, con l'obiettivo di sfruttarne al massimo i vantaggi e limitare gli eventuali difetti e/o problemi che possono derivare da una materia prima di discutibile qualità.

Prima di addentrarci nella trattazione più dettagliata dei suddetti argomenti, che sono stati oggetto di studio, ricerca ed applicazione presso l'Azienda Banfi, è opportuno introdurre alcuni concetti che aiuteranno a rendere più familiare questa fantastica essenza legnosa, che è il rovere, e a meglio comprenderne l'insostituibile ruolo nell'elaborazione di vini di qualità.

Il rovere e le sue famiglie

Il rovere occupa uno dei primi ranghi tra le specie forestali per la sua longevità, le sue grandi dimensioni e le sue molteplici utilizzazioni, non solo nel settore enologico.

Il rovere appartiene al genere *Quercus* che comprende più di 250 specie, di cui la maggior parte è localizzata nelle zone temperate dell'emisfero nord, e che possono essere generalmente divise in due distinte categorie: rovere bianco e rovere rosso. Quest'ultimo è molto poroso e non può essere utilizzato per la costruzione di botti o barriques (Camus, 1936). Il genere *Quercus* è suddiviso in due sottogeneri:

- il sottogenere *Cyclobalanopsis*, presente nelle regioni tropicali e subtropicali;
- il sottogenere *Euquercus* che è largamente diffuso nell'emisfero Nord ed include le specie di importanza economica per la fabbricazione di botti e barriques. Il sottogenere *Euquercus* è suddiviso in sei sezioni, di cui la *Lepido balanus* è la più importante ed include le specie particolarmente interessanti per la fabbricazione di contenitori per la maturazione delle bevande alcoliche (vino e distillati).

In Europa le specie più diffuse ed utilizzate nel settore enologico sono la *Quercus petraea* Liebl. (*Q. sessilis* o *sessiliflora* Sm.) comunemente chiamata "rovere sessile" e la *Quercus pedunculata* Ehrh. (*Q. robur* Lin.) comunemente chiamata "rovere peduncolato". L'area di diffusione della *Q. pedunculata* si estende dalla parte nord della penisola iberica fino agli Urali e al Caucaso ed è limitata nelle regioni e nelle aree a stagione estiva secca, o nelle zone più settentrionali particolarmente fredde ed è molto diffusa nella parte occidentale del Massiccio Centrale francese.

L'area di diffusione della *Q. sessilis* è invece meno vasta e si estende dall'estremo nord della Penisola Iberica fino alla parte meridionale della Scandinavia, ad est fino alla Polonia e alla Russia occidentale; in Francia è particolarmente abbondante nelle foreste del centro e del nord.

Oltre a queste due specie, negli ultimi anni sta suscitando particolare interesse il cosiddetto "rovere bianco" americano, diffuso soprattutto in America del Nord, il cui impiego nel settore enologico è sempre più importante. Commercialmente il rovere americano è erroneamente identificato con la specie *Quercus alba* che invece rappresenta solo una delle diverse specie, quali: *Q. macrocarpa*, *Q. montana*, *Q. virginiana*, *Q. lyrata*, *Q. stellata*, che si trovano nelle foreste da dove viene ottenuto il legno per la costruzione delle barriques.

L'area di diffusione del rovere bianco americano si estende indicativamente dal sud dell'Ontario, del Minnesota e del Nebraska alla Florida e al Texas. Per la produzione delle barriques le zone più importanti



sono quelle del Missouri, dell'Ohio, del Wisconsin e dell'Illinois.

Gran parte delle foreste da cui proviene il rovere utilizzato per la realizzazione di contenitori di legno per la maturazione di vini e distillati è situata in Europa e soprattutto in Francia, Slovenia ed Austria, anche se negli ultimi anni particolare interesse stanno suscitando le foreste dei paesi dell'Est, come Ungheria, Polonia, Romania e Russia.

Nelle regioni dell'Europa centrale, ed in Francia in particolare, le specie di rovere sessile e pedunculato costituiscono gran parte delle foreste di interesse enologico.

Queste due specie sono diffuse in modo molto eterogeneo in relazione alle loro specifiche esigenze pedoclimatiche e la maggiore presenza dell'una o dell'altra specie, nell'ambito delle foreste, rende il legno che se ne ottiene più o meno di pregio per la maturazione dei distillati o dei vini.

Il rovere pedunculato è diffuso nelle zone più calde ed umide, caratterizzate da suoli freschi e particolarmente fertili. Per tali ragioni, questa specie presenta una crescita particolarmente rapida che si ripercuote sulla qualità del legno, e soprattutto sulla cosiddetta "grana". Il legno che si ottiene da questa specie è, infatti, commercialmente definito a "grana grossa" e presenta una composizione chimica non di particolare pregio per la maturazione dei vini.

Al contrario, il rovere sessile si adatta meglio a condizioni pedoclimatiche più difficili ed è diffuso in suoli più poveri e siccitosi. Lo sviluppo e la crescita sono più lente e quindi il legno ottenuto da queste foreste è commercialmente definito a "grana fine" in quanto più compatto del rovere pedunculato. Questo aspetto si ripercuote positivamente sulle caratteristiche fisiche e chimiche del legno, più aromatico e meno ricco di polifenoli, rendendolo particolarmente ricercato nel settore enologico per la realizzazione di botti e barriques.

Quindi la qualità delle foreste ed il pregio del legno che se ne ottiene è in relazione alla composizione botanica della foresta. Per cui, le foreste costituite principalmente da *Quercus pedunculata*, come quelle tipiche del Dipartimento del Limousin, forniscono legno poco aromatico e particolarmente ricco di polifenoli, così da essere principalmente utilizzato per la maturazione dei distillati e poco nel settore enologico (Miller et al., 1992; Mosedale, 1996; Masuda et al., 1971). Viceversa, le foreste che presentano in prevalenza piante appartenenti alla specie *Quercus sessilis* sono particolarmente rinomate ed utilizzate nel settore enologico ed il legno proveniente da queste è commercialmente conosciuto con il nome dell'area geografica e Dipartimento di competenza.

Il rovere per barriques viene quindi comunemente identificato con l'origine geografica ed il legno viene indicato con il nome dei Dipartimenti e delle foreste da dove proviene. Il legno più pregiato, ricercato ed utilizzato nel settore enologico è quello proveniente dalle foreste di Nevers, Chers, Bourgogne, Fontainebleau, Jupille, Bertrange ed Allier, con la sua spettacolare foresta del Tronçais (Keller, 1987).

Come spiegheremo nel capitolo successivo, la prima classificazione qualitativa del legno per barriques viene quindi effettuata in base all'origine geografica in quanto questa è strettamente correlata con la maggiore o minore presenza dell'una o dell'altra specie di rovere, sessile e pedunculata, e quindi con le proprietà enologiche del legno.

In linea generale, le caratteristiche chimico-fisiche che un'essenza legnosa deve avere per essere utilizzata nel settore enologico sono le seguenti:

- deve cedere una quantità moderata di composti polifenolici (lignine, ellagotannini, cumarine, acidi fenolici, ecc.);
- deve cedere sostanze aromatiche che migliorino la complessità del vino (whisky-lattone, eugenolo, vanillina, ecc.);
- non deve conferire al vino o al distillato note astringenti, amare od erbacee;
- deve assicurare la perfetta tenuta ed evitare perdite;
- deve essere sufficientemente elastico e facilmente lavorabile.

Oltre a queste proprietà, altre caratteristiche del legno sono importanti ai fini della maturazione di vini, come la "grana", la "porosità" e la "tessitura": termini spesso ricorrenti parlando di vino e barriques, ma il cui significato e le cui implicazioni enologiche sono a volte poco trattate.





Caratteristiche strutturali del legno: grana, tessitura e porosità

La struttura del legno è molto eterogenea in quanto è costituita da una successione di legno primaverile (legno iniziale), generalmente più poroso, leggero e morbido perché costituito da grossi vasi (trachee e tracheidi, responsabili del trasporto della linfa grezza) e da poca fibra, e di legno estivo (legno finale), generalmente meno poroso, più duro e più compatto in quanto costituito da minor numero di vasi di piccole dimensioni e soprattutto da fibre. L'insieme del legno estivo e primaverile costituisce i cosiddetti cerchi annuali di accrescimento: ad ogni anello corrisponde un anno di vita dell'albero (Esau, 1965; Jacquot et al., 1973).

Per "GRANA" si intende proprio la "larghezza del cerchio annuale" e quindi l'insieme del legno primaverile ed estivo. In una pubblicazione del 1989 dell' APECF (Association pour la Promotion des Emplois du Chêne Français), in funzione dello spessore degli anelli di accrescimento, è stata definita questa classificazione:

- grana "fine": corrisponde alla larghezza del cerchio annuale < 3 mm;
- grana "media": corrisponde alla larghezza del cerchio annuale di 3-4,5 mm;
- grana "grossa": corrisponde alla larghezza del cerchio >4,5 mm.

Questo aspetto è di estrema importanza in quanto è alla base sia delle caratteristiche strutturali che compositive del legno ed ha significative ripercussioni sull'evoluzione del vino o del distillato. L'alternanza di queste due distinte zone, e quindi la tipologia di grana, è funzione fondamentale della specie di rovere (la *Quercus pedunculata* generalmente fornisce legno a grana medio-grossa mentre la *Quercus sessilis* produce legno a grana molto fine), ma altri fattori possono favorire una grana fine, media o grossa, influenzando la velocità di accrescimento degli alberi (Vivas, 1995; Fengel et al., 1984).

L'origine geografica, e quindi le condizioni pedoclimatiche, influenzano in modo determinante la larghezza dei cerchi, per cui foreste cresciute su terreni fertili e caldi presenteranno una grana particolarmente grande, indipendentemente dalla specie botanica considerata.

Un altro importante fattore di qualità del legno e strettamente correlato con la grana, è la "TESSITURA", vale a dire il rapporto tra lo spessore del legno estivo e la larghezza totale del cerchio. Questo parametro esprime quindi l'incidenza della parte più compatta e ricca di fibre del legno (legno estivo) sulla larghezza totale del cerchio annuale. Considerando che la maggiore velocità di accrescimento degli alberi si manifesta soprattutto a carico del legno estivo e meno sul legno primaverile, si intuisce che valori alti di tessitura corrispondono ad una grande quantità di legno estivo e quindi ad una maggiore presenza percentuale di legno compatto e poco poroso sulla larghezza totale del cerchio annuale (Seikel et al., 1971).

Questo aspetto è di fondamentale importanza in quanto ha dirette ripercussioni su un terzo parametro che è la POROSITÀ e che riveste un ruolo cruciale sulle proprietà enologiche del legno.

Il legno è costituito da un insieme di "vuoti", rappresentati dai lumi cellulari dei vasi, che hanno principalmente funzione di trasporto, e di "pieni", rappresentati dalle loro pareti e dalle fibre, che hanno soprattutto funzione di sostegno.

Nel legno a grana fine, dove c'è alta incidenza del legno primaverile, meno compatto, sul totale del cerchio annuale, come accade nel rovere proveniente dalle foreste dell'Allier, si ha una minore densità rispetto al legno a grana grossa, che risulta generalmente meno poroso in quanto più ricco di legno estivo più compatto e tipico del legno di origine Limousin.

Si deduce che generalmente il legno a grana grossa, e quindi con maggiore percentuale di legno estivo sul totale della larghezza del cerchio annuale, come il Limousin, possa avere una maggiore densità e quindi una minore porosità ai gas.

Come già accennato, infatti, quando il rovere accelera la sua crescita, lo fa a carico del legno estivo, vale a dire aumenta la zona d'accrescimento contenente soprattutto fibre e vasi di piccolo diametro. Nel 97% dei casi questo si traduce in un incremento della densità del legno, della sua durata e del suo colore che è





più scuro in quanto più ricco di sostanze polifenoliche e meno ricco di molecole aromatiche.

All'opposto, quando la crescita è lenta anche la parte estiva è ridotta, le fibre sono in limitata quantità e la parte primaverile con i suoi grossi vasi è prevalente, per cui il legno è più chiaro, meno denso e meno ricco in sostanze polifenoliche e più ricco in molecole aromatiche.

Le principali implicazioni enologiche delle proprietà del legno fin qui esposte sono che l'aumento della grana, in associazione con l'accelerazione della velocità di crescita, si traduce generalmente in una diminuzione della produzione dei composti aromatici ed in un aumento della sintesi ed accumulo dei polifenoli.

Appare dunque evidente l'importanza, oltre che della scelta del legno in funzione dell'origine geografica, anche della scelta del tipo di grana, generalmente fine o medio-fine, in funzione della quale l'impatto della barrique sul vino può rivelarsi più o meno positivo. Le ragioni verranno più ampiamente trattate nei successivi capitoli.

Per quanto detto fin qui, generalmente l'origine geografica del legno, primo e principale criterio di classificazione del legno per barriques, dovrebbe dare sufficienti garanzie sulle caratteristiche e proprietà delle barriques che da esso verranno prodotte, ma spesso accade che sotto lo stesso nome (Allier, Never, Tronçais) siano identificati e commercializzati lotti di doghe dalle caratteristiche molto eterogenee sia in termini di grana che di composizione chimica (Yoshinaga, 1997).

Questo aspetto è facilmente riscontrabile confrontando le caratteristiche di lotti di doghe dichiarate della stessa origine geografica e provenienti da diverse fabbriche di barriques (tonnellerieoocooperage). Un attento controllo e selezione dei lotti di doghe in fase di stagionatura, indipendentemente dall'origine geografica del legname, è dunque un approccio utile per puntare all'ottenimento di barriques di "riproducibile" qualità.

In questo modo, è possibile definire la destinazione enologica delle barriques in base a determinate valutazioni analitiche e sensoriali che il tecnico dovrebbe effettuare, al fine di riuscire a raggiungere la migliore combinazione dello "stile" della barrique con lo "stile" del vino ricercato.

Il rovere: un materiale ideale

Il legno di rovere racchiude in sé, meglio di qualunque altra essenza legnosa, le caratteristiche, le proprietà e la composizione chimica che lo rendono insostituibile nel settore enologico (Masson, 1996).

In termini generali, possiamo riassumere gli aspetti peculiari del rovere nei seguenti punti:

- Ottime proprietà meccaniche: il legno di rovere è molto resistente alla compressione ed alla flessione ed in generale conferisce ai fusti una buona resistenza; inoltre è dotato di buona elasticità da facilitare l'operazione di curvatura delle doghe per la realizzazione delle barriques e delle botti senza importanti lacerazioni e rotture delle doghe.
- Ottima tenuta del vino: il legno di rovere ha una struttura che garantisce la pressocché per fetta tenuta del contenitore (barrique o botte) al passaggio del vino attraverso le doghe.
- Ottima porosità: da assicurare una lenta ma costante evoluzione ossidativa del vino.
- Ottima composizione chimica: limitata concentrazione di polifenoli e buona concentrazione di sostanze volatili di particolare impatto aromatico.

Le ragioni di tali peculiarità di natura fisica e chimica risiedono nell'intima struttura ed organizzazione cellulare del legno di rovere e di cui facciamo qualche cenno, semplicemente per comprendere dove si nasconde il carattere "nobile" di questa prestigiosa essenza legnosa.

Prima di tutto dobbiamo dire che la parte del rovere utilizzata per la realizzazione delle doghe è il durame: cioè la parte di legno ormai senza più alcuna funzione attiva nella fisiologia della pianta. Il durame si forma per "duramizzazione" dell'alburno, che è la parte di legno attiva e costituita da vasi (trachee e tracheidi) responsabili del trasporto della linfa grezza.

Questi vasi, dopo il primo anno di attività, perdono la loro funzionalità e vanno incontro alla cosiddetta





“duramizzazione” che consiste nella loro trasformazione da elementi di trasporto ad organi strutturali e di sostegno. Vanno così incontro ad una trasformazione radicale con la formazione di particolari estroflessioni, chiamate tille, che hanno proprio la funzione di riempire i lumi vuoti dei vasi, ormai privi di qualsiasi funzionalità, aumentandone la rigidità e la resistenza meccanica. Contemporaneamente si assiste all’accumulo, soprattutto a livello delle tillosi, di grandi quantità di polifenoli che, avendo spiccate proprietà antimicrobiche, rendono il durame molto resistente ad attacchi microbici e quindi di particolare durezza e stabilità nel tempo. Per tali ragioni, le tille sono organi molto importanti e la loro maggiore o minore presenza nella struttura del legno dipende sia dall’essenza legnosa che dalle condizioni pedoclimatiche in cui la pianta trova a svilupparsi (Miller et al., 1992).

Il rovere è mediamente ricco in tille rispetto ad altre essenze legnose, come ad esempio il castagno che ne presenta una quantità di gran lunga maggiore. Questo aspetto si ripercuote sull’accumulo e concentrazione di sostanze polifenoliche idrolizzabili (ellagotannini e gallotannini) nel legno, influenzandone le proprietà chimiche e quindi l’utilizzo enologico. Infatti, mentre il rovere ha una concentrazione di polifenoli idrolizzabili relativamente contenuta e compatibile con la maturazione di vini e distillati, al contrario il castagno, particolarmente ricco di polifenoli, fornisce un legno dal carattere amaro ed astringente, tanto da limitarne fortemente negli anni la diffusione e l’utilizzo nel settore enologico. Ma sono i raggi midollari che, insieme ad un’abbondante quantità di tille, rendono il legno di rovere particolarmente idoneo alla realizzazione delle barriques e delle botti, rispetto ad altri legni.

I raggi midollari, a differenza delle trachee e tracheidi che trasportano la linfa dal basso verso l’alto dell’albero, sono vasi che svolgono la funzione di mettere in collegamento la parte interna con la parte esterna dell’albero, percorrendo quindi, in direzione radiale, il tronco da cui saranno realizzate le doghe. Risultano così paralleli allo spessore delle doghe, quando queste vengono preparate con il sistema a spacco, e quindi perpendicolari alla direzione di passaggio del vino dalla barrique verso l’esterno.

In linea generale, possiamo dire che esistono tre tipi di raggi midollari, definiti uniseriati, multiseriati e pluriseriati.

Il legno di *Quercus sessilis* contiene un’abbondante quantità di raggi midollari multiseriati particolarmente grandi, lunghi ed otturati alle estremità, così da garantire un’ottima tenuta del legno. In questo modo i raggi midollari vanno a costituire una vera e propria barriera al passaggio del liquido, limitando il passaggio del vino e le perdite attraverso le doghe, senza però limitarne gli scambi gassosi con l’esterno. Tali proprietà sono garantite quando le doghe sono ottenute con la tecnica dello “spacco” che evita la rottura di questi raggi (Giordano, 1971, Hankerson, 1947).

Il rovere americano, e nella sua accezione il *Quercus alba*, è invece particolarmente ricco di raggi pluriseriati, cioè di diversi strati di cellule di minore dimensione e più compatte che percorrono il tronco in direzione radiale, che rendono il legno particolarmente più compatto e di migliore tenuta rispetto al rovere francese, ma meno elastico e di più difficile lavorabilità. Per tali ragioni, le doghe possono essere ottenute anche segando il tronco e determinando la rottura dei raggi che, essendo più numerosi e compatti, assicurano ottime proprietà di tenuta.

Invece il castagno presenta generalmente raggi midollari di tipo uniseriato, cioè una singola fila di cellule che percorrono il tronco dall’interno verso l’esterno, non garantendo alcuna tenuta ai liquidi.

Cenni sulle tecniche di preparazione delle doghe

Per la realizzazione di barriques, vengono utilizzati alberi che hanno raggiunto un’età compresa tra 200 e 250 anni e di diametro variabile da 40 a 60 cm (Ralph, 1993).

Il tronco, una volta tagliato e selezionato in base ai nodi, difetti, attacchi microbici e grana, può essere utilizzato per la realizzazione delle doghe.



Le tecniche per la produzione delle doghe sono fondamentalmente tre:

- a spacco;
- segato di quarto;
- taglio.

La tecnica dello “spacco” consiste nello spaccare longitudinalmente il tronco in 4-6 “spicchi”; successivamente, da ognuno di questi, si ricavano le doghe. Pur essendo sicuramente la tecnica più laboriosa, ha però il grosso vantaggio di rispettare e preservare l’integrità delle fibre del legno e dei raggi midollari, dato che la linea di spaccatura ne segue parallelamente l’andamento. Queste doghe, dunque, presentano ottima resistenza meccanica, limitata possibilità di filtrazione e quindi ottima tenuta, in quanto i raggi midollari attraversano il legno nel senso della lunghezza e non dello spessore e quindi sono perpendicolari alla direzione di passaggio del vino.

Con questa tecnica, da 1 metro cubo di legno si ottengono circa 0,2 metri cubi di doghe, con le quali è possibile costruire circa 2 barriques; è generalmente utilizzata per il rovere francese perché di limitata densità e compattezza.

La tecnica del “taglio” consiste nell’ottenere le doghe per segatura tramite grosse seghe a nastro, quindi il tronco non viene tagliato a “spicchi”, ma, dopo essere stato ripulito da corteccia e alborno, viene semplicemente segato.

Tutte le botti di capienza superiore ai 6-8 hl sono costruite con doghe segate, anche perché ottenere doghe spaccate di quelle dimensioni è pressoché impossibile. Queste doghe presentano il difetto di essere meno resistenti meccanicamente e di avere maggiori problemi di tenuta per la rottura di diversi vasi conduttori, e dei raggi midollari in particolare, rispetto alle precedenti, ma siccome generalmente sono di maggiori dimensioni, perché destinate a botti più grandi, il tutto è compensato dal loro maggior spessore. Con questa tecnica, con 1 metro cubo di legno si ottengono circa 0,5 metri cubi di doghe, con un rendimento di una volta e mezzo superiore rispetto alla tecnica precedente.

La tecnica per “segato di quarto” si potrebbe definire un ibrido tra le due precedenti, in quanto il tronco viene prima spaccato, ottenendo 4 o 6 “spicchi”, quindi, da ogni spicchio, le doghe sono ricavate tagliando prima sul lato e poi sull’altro del quarto; viene generalmente utilizzata per il rovere americano per le ragioni sopra esposte (Hankerson, 1947). In questo modo sono recise solo alcune fibre, con risultati intermedi tra i due sistemi precedenti, e tanto migliori quanto più sarà la cura nel seguire, con i tagli, la venatura del legno; inoltre in questo modo i raggi midollari sono obliqui rispetto allo spessore delle doghe, garantendo una buona tenuta e limitando le perdite di vino.

Queste due ultime tecniche vengono generalmente utilizzate per la preparazione delle doghe da rovere americano che è più compatto, denso e resistente del rovere francese.

Cenni sulla composizione chimica del legno di rovere

Per quanto riguarda la composizione chimica, accenniamo solo che il legno di rovere presenta una grande varietà di composti organici che si differenziano in:

- composti volatili;
- composti non volatili.

In media, la composizione del legno di rovere è la seguente:

- 40% cellulosa;
- 25% lignine;
- 20% emicellulosa;



- 10% ellagotannini;
- 5% altre sostanze: zuccheri, steroli, sostanze volatili, sostanze minerali.

Una parte di queste sostanze è solubile e passa rapidamente nel vino nel corso dei primi 10-12 mesi di maturazione ed invecchiamento, mentre altre molecole vengono estratte più lentamente ed in seguito ad interazioni di natura chimica tra il liquido ed il legno (Hillis et al., 1962; Joseph et al., 1972a, 1972b; Otsuka et al., 1980; Sefton, 1991).

Per quanto riguarda la composizione della matrice vino, la gradazione alcolica, l'acidità ed il patrimonio polifenolico influenzano i fenomeni estrattivi a carico della superficie interna della barrique, regolando, attraverso reazioni di etanolisi ed acidolisi dei polimeri del legno, la quantità e la qualità delle sostanze rilasciate nel vino nel corso del periodo di maturazione ed invecchiamento (Browning, 1963, Giordano, 1971; Sarkanen et al., 1971). I fattori che regolano il rapporto vino-legno sono molteplici e riconducibili sia alla composizione della matrice vino che al tipo di lavorazione alla quale la barrique è stata sottoposta, come ad esempio la stagionatura e la tostatura, argomenti di cui parleremo più dettagliatamente nei successivi paragrafi. Tralasciando la trattazione dettagliata delle differenze tra i vari gruppi di polimeri che compongono il legno, riportiamo solo alcune considerazioni sulle sostanze aromatiche sia naturalmente presenti nel legno fresco che di neoformazione. Ci soffermeremo poi a parlare, invece, in modo più approfondito, delle sostanze polifenoliche contenute nel legno, gli ellagotannini, che rivestono un ruolo critico sull'evoluzione qualitativa del vino e che sono state fundamentalmente l'oggetto di studio e di sperimentazione svolti alla Banfi.

I composti volatili del legno di rovere

Le sostanze aromatiche rendono il legno di rovere un'essenza legnosa particolarmente speciale e pregiata dal punto di vista enologico e i sentori, che il legno conferisce al vino, sono riconducibili ad innumerevoli sensazioni e profumi (Chatonnet, 1988; Maga, 1989; Marche et al., 1975).

Al momento della degustazione, i descrittori sensoriali che più comunemente ricorrono sono quelli di vaniglia, noce di cocco, chiodo di garofano, mandorla tostata, anice, nocciola, frutta secca, ecc. che possono anche sconfinare in sensazioni meno piacevoli di vernice, segatura ed erbaceo (Moutounet, 1989; Waterhouse et al., 1994). Le sostanze aromatiche presenti nel legno costituiscono quindi un gruppo di sostanze molto complesso sia per la loro natura che per la loro origine e si possono classificare in:

- composti volatili tipici del legno fresco e dell'essenza legnosa;
- composti volatili di neoformazione in seguito alle operazioni di lavorazione del legno, come la stagionatura e la tostatura.

Il legno di rovere, quando trasformato in doghe e durante i primi mesi di stagionatura, manifesta degli aromi particolarmente pronunciati che ricordano il profumo di rosa e di frutti, spesso riconducibili all'aroma di albicocca e di pesca. Questi profumi si attenuano nel corso della stagionatura ed ad essi si aggiungono altri sentori, impartiti dalla lenta e graduale trasformazione di molecole più complesse, come la lignina, la emicellulosa e la cellulosa in molecole più semplici, ma dall'impatto sensoriale più pronunciato (Marsal, 1987 f; 1987; Viriot et al., 1994).

Anche il colore del legno fresco è un carattere di differenziazione e di qualità: infatti, appena tagliate, le doghe presentano dei riflessi giallo-ocra, spesso con sfumature color rosa, molto accentuate soprattutto a livello dei raggi midollari.

I principali composti aromatici che partecipano significativamente all'aroma del legno fresco sono:

- il ametil-alattone: è la principale molecola aromatica presente nel legno fresco, tipica soprattutto del



rovere americano; possiede un pronunciato aroma di noce di cocco che diventa di vernice a concentrazioni particolarmente alte;

- l'eugenolo: ricorda l'aroma del chiodo di garofano e il suo impatto aromatico tende ad attenuarsi nel corso della lavorazione delle doghe;
- la vanillina: responsabile, appunto, della nota di vaniglia, è presente nel legno fresco, ma si forma soprattutto durante l'operazione della tostatura per degradazione della lignina.

Molto più complesso è, invece, il profilo aromatico che il legno di rovere presenta dopo la fase della stagionatura, e soprattutto dopo l'operazione di tostatura (Guymon et al., 1972; Sefton et al., 1990a, 1990b). Infatti, come vedremo nei prossimi capitoli, la stagionatura, e soprattutto la tostatura del legno, modificano, complessano ed accentuano il potenziale olfattivo del legno attraverso una radicale trasformazione dei polimeri che lo costituiscono con la formazione di numerosi composti aromatici (Boidron, 1994).

Per tali ragioni, presso l'Azienda Banfi sono state impostate diverse sperimentazioni mirate a valutare come le tecniche di stagionatura e di tostatura possano influenzare la composizione delle barriques e, conseguentemente, le caratteristiche organolettiche del vino finito. Particolare attenzione è stata rivolta all'impatto di queste tecniche sul patrimonio polifenolico del legno, costituito principalmente dai cosiddetti ellagotannini.

Ma cerchiamo meglio di capire perché queste sostanze sono così importanti ai fini dell'evoluzione dei vini, sia bianchi che rossi.

I polifenoli del legno: gli ellagotannini

Anche il legno, come l'uva, contiene sostanze polifenoliche di varia natura, ma che si distinguono sia qualitativamente che quantitativamente dai polifenoli del vino.

Infatti, mentre l'uva contiene soprattutto polifenoli di natura flavonoide, definiti tannini condensati in quanto principalmente originati dalla condensazione di forme monomeriche tipo la catechina e la epicatechina, il legno, a fronte di una limitata concentrazione di tale categoria di molecole, è particolarmente ricco di sostanze polifenoliche riconducibili ai cosiddetti tannini idrolizzabili e la cui concentrazione ammonta a circa il 10 % del peso secco del legno (Chen, 1970; Markman, 1974; Mayer, 1969; Mayer, 1971; Puech et al., 1990; Rabier, 1991).

Queste molecole sono caratterizzate dalla proprietà di idrolizzarsi in soluzione idroalcolica. In base alle molecole che liberano, possono essere individuati due gruppi di tannini:

- gli ellagotannini: che in seguito ad idrolisi liberano acido ellagico;
- i gallotannini: che in seguito ad idrolisi liberano acido gallico.

Questi due gruppi di tannini idrolizzabili derivano fondamentalmente dalla polimerizzazione di due monomeri, quali la vescalagina e la castalagina, e sono presenti nel legno soprattutto sotto forma di dimeri e trimeri, come le roburine A, B, C, D, E e le grandinine (Herve du Penhoat et al., 1991a, 1991b; Moutounet et al., 1989).

La loro concentrazione è massima nel legno fresco e diminuisce durante la fase di stagionatura e soprattutto in seguito all'operazione di tostatura, in quanto subiscono reazioni di ossidazione e degradazione termica.

Al di là delle caratteristiche chimiche, la cui trattazione non sarà approfondita in questa sede, è importante accennare al ruolo che queste sostanze svolgono sull'evoluzione del vino e come è possibile gestire tale aspetto in funzione dell'obiettivo enologico definito.

Gli ellagotannini vengono sintetizzati ed accumulati a livello del durame soprattutto in seguito al processo



di duramizzazione dell'alburno che rappresenta, come già detto, la fase di morte e trasformazione dei vasi con la formazione di una importante quantità di tille all'interno dei lumi cellulari delle trachee e tracheidi.

Gli ellagotannini accumulati a livello del durame, in base alla loro localizzazione, possono essere distinti in due gruppi (Bariska et al., 1986; Klumpers et al., 1994; Moutounet et al., 1992; Puech, 1987):

- tannini liberi sotto forma di granuli isolati o raggruppati a livello delle tille e delle cellule parenchimatiche;
- tannini legati alla parete cellulare a livello delle strutture polisaccaridiche, così da costituire delle vere e proprie "incrostazioni tanniche".

La concentrazione dei polifenoli idrolizzabili è un fattore di forte variabilità della qualità del legno, e quindi delle barriques, in quanto il loro accumulo è funzione di molteplici aspetti, quali, ad esempio, l'età del durame (il durame più interno, quindi più vecchio, è meno ricco in polifenoli), la grana del legno (legni a grana grossa sono meno ricchi di sostanze aromatiche e più ricchi di sostanze polifenoliche) - Masson et al., 1994 e 1995; Scalbert et al., 1990.

La loro diversa collocazione e concentrazione si ripercuote su tre importanti aspetti:

- sulla loro rimozione durante la fase di stagio natura e sulla loro degradazione durante la fase di tostatura;
- sul gradiente di concentrazione degli ellagotannini nello spessore delle doghe delle barriques;
- sulla cinetica e velocità di estrazione nel vino nel corso del periodo di contatto.

Lo strato interessato dai fenomeni estrattivi durante i 3 anni di utilizzo delle barriques è di circa 10 mm e gran parte degli ellagotannini vengono estratti con estrema rapidità già durante i primi mesi di contatto con il vino (Morgan et al., 1969; Peng et al., 1991; Pocock et al., 1984; Scalbert et al., 1990).

Gli ellagotannini e le proprietà del vino

Gli ellagotannini svolgono importanti funzioni nell'evoluzione sia dei vini bianchi che rossi.

La nostra attenzione è stata rivolta soprattutto al ruolo svolto dai tannini ellagici nei confronti delle reazioni di ossidazione e polimerizzazione delle sostanze polifenoliche del vino rosso ed in modo particolare della frazione antocianica. Gli ellagotannini, infatti, hanno una reattività nei confronti dell'ossigeno superiore a quella dei polifenoli del vino grazie al maggiore numero di gruppi funzionali ossidrilici. Consumano rapidamente l'ossigeno disciolto nel mezzo ed agiscono, dunque, come antiossidanti per gli altri composti polifenolici, ed in particolare nei confronti degli antociani. Si presume, quindi, che gli ellagotannini accelerino le reazioni di condensazione delle procianidine con le molecole degli antociani e dell'acetaldeide, svolgendo nel contempo un'azione protettiva nei confronti della degradazione ossidativa dei monomeri antocianici.

Inoltre, per via della loro struttura molecolare, questi tannini possono regolare le reazioni di ossidazione e modularle verso una evoluzione lenta della struttura dei composti polifenolici del vino. In tal senso le reazioni di degradazione ossidativa a carico della materia colorante sono nettamente rallentate.

Infatti, da prove effettuate, risulta che il colore del vino conservato in presenza di ellagotannini rimane più intenso, rispetto a vini ossigenati in assenza di queste molecole, dove si assiste ad un più rapido deterioramento della materia colorante. Inoltre l'ossidazione condotta in presenza di ellagotannini assicura un'evoluzione più rapida delle strutture polifenoliche del vino verso forme più condensate, più stabili e meno aggressive alla degustazione (Glories, 1987; Kramling et al., 1969). Inoltre i polisaccaridi che costituiscono i polimeri del legno (cellulosa ed emicellulosa) passano dal legno al vino in seguito a fenomeni di solubilizzazione. Infatti i suddetti polimeri subiscono una prima degradazione, di polimerizzazione e trasformazione in forme monomeriche durante la fase di stagionatura, per poi essere ulteriormente degradati dall'azione del calore nel corso dell'operazione di tostatura. Successivamente, quando il legno entra in contatto con il vino, l'azione dell'acidità del vino (acidolisi) e dell'etanolo (etanolisi) accentua i fenomeni di passaggio delle suddette molecole nel vino (Shiraishi et al., 1975; Skaar, 1969) che



contribuiscono alle sensazioni di grassezza e rotondità del vino ed alla diminuzione dell'astringenza e della ruvidezza dei tannini (Chatonnet, 1990). La maturazione del vino in barriques ne modifica significativamente le caratteristiche organolettiche. È quindi molto importante sottolineare il carattere gustativo dei principali composti polifenolici. Prove e degustazioni effettuate hanno permesso di valutare l'impatto organolettico dei polifenoli del legno utilizzando estratti di legno in soluzione idroalcolica (simil-vino). I composti polifenolici del legno possono essere distinti in tre gruppi:

- le molecole astringenti: gli ellagotannini;
- le molecole acide: acido gallico, le cumarine aglicone;
- le molecole amare-verdi: cumarine eterosidiche.

Come si vede, la miscela e la combinazione di queste molecole possono rendere un legno più o meno amaro e/o astringente ed influenzare significativamente l'aroma del vino. Durante i primi mesi di invecchiamento in barrique il carattere percepito spesso come astringente od amaro è conseguente all'arricchimento del vino in specifici composti polifenolici liberati dal legno, come le cumarine (Monties, 1992).

La complessità della matrice vino determina, comunque, un mascheramento delle vere caratteristiche qualitative del legno e quindi delle barriques, per cui si preferisce effettuare la degustazione degli estratti di legno in soluzione idroalcolica. Riguardo il ruolo, in particolare, degli ellagotannini del legno di rovere sul carattere gustativo dei vini, le conclusioni di differenti lavori sono diversificate. Quinn e Singleon (1985) hanno suggerito la partecipazione di queste molecole al carattere astringente ed amaro dei vini invecchiati in legno. Più tardi Somers (1990) ha rigettato questa ipotesi, considerando che le concentrazioni di ellagotannini nei vini sono troppo deboli e basse per avere un significativo impatto organolettico. In realtà la frazione di ellagotannini è solo una parte dei composti fenolici solubilizzati nel corso del contatto del vino con il legno. Al riguardo Pocock et al. (1994) hanno messo in evidenza che le soglie di percezione degli estratti di legno dipendono da molti fattori (tipo di stagionatura, tipo di tostatura, ecc.) per cui solo la degustazione degli estratti di legno può permettere una valutazione più oggettiva della qualità del legno.

Infatti, oltre agli ellagotannini, altre sostanze, come le cumarine, sono state considerate responsabili delle note amare dei vini e dei distillati quando sono sotto forma di glucosidi, cioè legate agli zuccheri.

Le forme aglicone, invece, non hanno questa caratteristica organolettica e la loro concentrazione è fortemente influenzata dal tipo di lavorazione che il legno ha subito. La stagionatura, ad esempio, ha un importante effetto di diminuzione del tenore delle forme glicosilate, favorendo la formazione delle forme aglicone, più dolci e poco amare.

È molto importante puntualizzare che anche i polisaccaridi hanno un effetto sensoriale non indifferente: infatti, all'aumentare della loro concentrazione, diminuisce l'impatto astringente del legno (Jindra et al., 1987).

Lo studio della composizione del legno ha permesso la distinzione di diversi gruppi di composti solubili ed estraibili:

- una frazione solubile, comprendente i composti polifenolici, come gli ellagotannini oligomeri, gli acidi fenolici, le aldeidi fenoliche e le cumarine;
- una frazione estraibile, composta da polimeri insolubili all'acqua (lignine) ed insolubili all'alcool (polisaccaridi). A partire da queste considerazioni si osserva che:
 - le sostanze polifenoliche si formano soprattutto nel corso del fenomeno di duramizzazione e queste sostanze sono presenti in modo estremamente eterogeneo nell'ambito dello stesso albero;
 - la localizzazione e le condizioni di estrazione degli ellagotannini influenzano in modo determinante l'evoluzione chimica e la composizione dei vini;
 - le proprietà gustative dei principali costituenti del legno sono fondamentali ai fini di una buona riuscita enologica di certe scelte tecniche (tipo di legno, durata della stagionatura, tipo e durata della tostatura).

L'insieme di queste osservazioni ci porta a capire l'importanza della conoscenza della composizione del legno dal punto di vista polifenolico e soprattutto a valutare il probabile impatto che questo può avere sul vino.



Il profilo in ellagotannini è caratteristico delle varie specie di rovere ed è significativamente correlato con l'origine geografica del legno. È quindi un importante fattore di classificazione intraspecifica e parametro di differenziazione compositiva delle barriques.

Per tali ragioni, e per il complesso ruolo che tali sostanze svolgono sull'evoluzione sia dei vini bianchi che rossi, l'Azienda Banfi, in collaborazione con i propri fornitori di barriques, ha eseguito la valutazione analitica, ed in particolare degli ellagotannini, di numerosi lotti di doghe in tre distinti momenti della filiera di realizzazione delle barriques:

- selezione del lotto in base all'origine geografica dichiarata;
- gestione delle tecniche di stagionatura;
- gestione delle tecniche di tostatura.

Verranno quindi riportati alcuni dati analitici ed alcune valutazioni sensoriali che hanno permesso, con le tipologie di vino di cui la Banfi dispone, di gestire la variabile "barriques" in modo meno "variabile" ed quindi più mirato e rispondente agli obiettivi enologici aziendali.

L'importanza dell'origine geografica del legno nella produzione di vini di qualità

L'origine geografica del legno destinato alla realizzazione di botti e barriques per la maturazione dei vini è sempre stata un aspetto molto discusso e dibattuto nella filiera enologica.

Le fonti di approvvigionamento del legname sono state storicamente definite in relazione alle risorse disponibili ed alla facilità e rapidità di trasporto, oltre che alla qualità della materia prima ed al prezzo di acquisto.

Tra le principali e storiche fonti di approvvigionamento del legno per la realizzazione di doghe, possono essere ricordate le seguenti:

- Il legno di Trieste e di Bosnia: è stato particolarmente utilizzato fino alla fine del XIX secolo. La grana era fine e senza nodi, ma generalmente risultava molto ricco di tannini e quindi spesso destinato alla maturazione di vini poco strutturati e di distillati.
- Il legno di Dantzig, Stettin, Lubeck: considerato di grande qualità in quanto con grana molto fine, di ottima tessitura e particolarmente ricco di sostanze aromatiche. Veniva riservato ai grandi vini rossi per il prezzo relativamente alto.
- Il legno di Odessa: di grana medio-fine e meno apprezzato e ricercato.
- Il legno di Slavonia: di ottima qualità per la grana e la scarsa presenza di nodi, utilizzato soprattutto per la realizzazione di botti di medie e grandi dimensioni.
- Il legno americano: se ne diffuse l'utilizzo soprattutto in Spagna, ma suscitò scarso interesse perché caratterizzato da aroma aggressivo e particolarmente duro, difficile da lavorare.

Questi legni sono stati utilizzati e ricercati soprattutto durante il XVIII secolo in quanto rappresentavano le uniche foreste in grado di fornire legno di buona qualità, ed anche perché le foreste francesi erano in pressoché totale abbandono, per cui il legno che se ne otteneva non aveva caratteristiche tali da essere utilizzabile nel settore enologico (legno ricco di nodi, spesso con difetti causati da insetti e microrganismi, ecc.) -Vivas, 1993 e 1995; Chatonnet, 1991.

L'approvvigionamento era quindi difficile, il prezzo particolarmente alto e la qualità del legno non sempre impeccabile. Nel XIX secolo, con la nascita del "Office National de Forêt" (ONF), è stato avviato un intenso programma di valorizzazione delle foreste francesi con l'introduzione di un Codice Forestale per il



recupero di foreste popolate da essenze legnose di particolare pregio, come il *Quercus sessilis* ed il *Quercus robur*, particolarmente diffuse pressoché in tutta la Francia ed il cui valore enologico era ormai indiscusso. Si iniziò così un approfondito studio delle foreste francesi per arrivare alla definizione ed identificazione delle cosiddette “stazioni forestali” in relazione a tre fondamentali caratteristiche:

- specie botaniche presenti (*Q. sessilis* e *Q. pedunculata*);
- caratteristiche pedologiche e climatiche dell’area;
- conduzione specifica delle foreste ed interventi di selvicoltura mirati all’ottenimento di legno da destinare al settore enologico.

Così, dalla fine del XIX secolo ad oggi, nel settore enologico, particolare diffusione ha avuto l’utilizzo di legno proveniente da specifiche foreste francesi dove le specie botaniche di quercia più pregiate erano particolarmente adattate, garantendo la produzione di materia prima dalle caratteristiche chimiche e fisiche peculiari. Ecco quindi che nel settore enologico, si è affermato l’utilizzo di *barriques*, fundamentalmente identificate proprio con il nome della foresta o del Dipartimeto di origine, come Allier, Tronçais, Jupille, Bourgogne, Never, St. Palais, Laurede, Bertranges, Citeaux, Darney, Fontainebleau, Bitche, ecc. (Keller, 1987; Puech et al., 1988 e 1989). Queste foreste sono caratterizzate da particolari condizioni climatiche e dalla predominanza di alberi di *Quercus sessilis* che è indiscutibilmente la specie botanica di maggiore valore enologico. Quindi il nome dell’ORIGINE GEOGRAFICA è divenuto il primo criterio di valutazione commerciale delle *barriques*, in quanto garanzia di definite specifiche qualitative del legno e quindi garanzia del valore enologico delle *barriques* stesse.

Ciò nonostante, non bisogna mai dimenticare che il legno è una materia di origine biologica e, in quanto tale, caratterizzata da una forte **VARIABILITÀ** in termini sia di caratteristiche fisiche che chimiche (Francis et al., 1992; Marco et al., 1994). In effetti, le proprietà chimiche e fisiche del legno ed il suo valore enologico sono il risultato di complesse interazioni tra i seguenti principali componenti:

- le condizioni del suolo, ed in particolare la sua profondità e capacità di ritenzione idrica;
- le condizioni climatiche, ed in particolare la piovosità dell’area;
- le specie botaniche presenti;
- le condizioni di concorrenza inter-specifiche ed intra-specifiche che si instaurano nell’ambito della foresta e che condizionano la sua bio- diversità;
- sistemi e tecniche di gestione e conduzione delle foreste (riproduzione per semi o per polloni).

Questi cinque punti danno un’idea della complessità dell’aspetto dell’origine geografica del legno di rovere utilizzato per la realizzazione delle doghe per *barriques*, e quindi della variabilità delle gnoche è una realtà di cui necessita “prendere le misure”. Se poi a questi elementi di eterogeneità della materia prima aggiungiamo la variabilità indotta dalle operazioni a cui il legno viene sottoposto successivamente alla scelta della foresta (tecniche e sistemi di produzione delle doghe; tecnica, sistemi e durata della fase di stagionatura; tecniche, sistemi e durata della fase di tostatura), si intuisce quanto lavoro c’è ancora da fare perché il tecnico possa gestire, e non subire, la variabile LEGNO.

Valutazione dell’origine geografica del legno per *barriques* presso l’Azienda Banfi

Alla luce di quanto detto, nasce l’esigenza di riuscire a dare una dimensione al fattore “variabilità” che caratterizza il legno, in relazione all’origine geografica, al fine di poter massimizzare ed ottimizzare il valore tecnologico delle *barriques*.

L’Azienda Castello Banfi conta più di 6000 *barriques*, con una percentuale di rinnovo annuale di circa il 20%. Si intuisce, dunque, l’importanza, di riuscire a controllare il **REALE VALORE ENOLOGICO** del legno e quindi delle *barriques* a partire già dalla prima fase della loro filiera di produzione che è la scelta del legno e dei lotti di doghe da utilizzare per la realizzazione di *barriques* destinate alla maturazione ed invecchiamento di vini di qualità.



A tal fine è stato condotto presso l'Azienda Banfi un ampio lavoro di campionamento di doghe di definita origine geografica da diversi fornitori italiani e francesi, ed anche di diverse essenze legnose, al fine di valutare il grado di eterogeneità chimica e sensoriale di diversi lotti di legno in fase iniziale di stagionatura. Le analisi e i controlli effettuati in azienda hanno permesso di valutare la composizione dei lotti di doghe di diversa origine geografica e di definire successivamente sia le modalità di lavorazione del legname, differenziate in termini di stagionatura (tecnica e durata) e di tostatura (tradizionale o a temperatura controllata), sia una destinazione più mirata in funzione dello stile del vino che si desidera ottenere. Gli obiettivi del lavoro sono stati i seguenti:

- valutare le caratteristiche chimiche e sensoriali del legno di definita origine geografica;
- valutare il grado di eterogeneità e variabilità dei lotti di doghe di definita origine geografica;
- definire i lotti lavorabili in relazione alle caratteristiche chimiche del legno ed agli obiettivi enologici ricercati.

In Figura 1 sono riportati i valori di estratto totale e polifenoli totali riscontrati nelle soluzioni idroalcoliche, dopo un periodo di estrazione di 4 giorni, di campioni di legno di diverse essenze legnose. Relativamente al legno di rovere analizzato, le differenze più marcate sono state riscontrate a carico della concentrazione di polifenoli totali che sono risultati presenti in tenore doppio nel legno proveniente dalla zona del Limousin e del Massiccio Centrale, rispetto al legno di rovere proveniente da altri dipartimenti e foreste. La più bassa concentrazione è stata riscontrata nei campioni di legno provenienti dalla foresta di Fontainebleau, mentre, come già evidenziato da numerose ricerche, il castagno ha la più alta concentrazione di polifenoli totali.

La composizione polifenolica delle diverse matrici, espressa come valori di assorbanza a diverse lunghezze d'onda degli estratti idroalcolici dei vari campioni di legno, è riportata in Figura 2.

Si osserva che il legno di rovere proveniente dalle aree di Allier e di Fontainebleau ha mostrato le concentrazioni più basse sia di polifenoli (assorbanza a 280 nm) che di acidi fenolici (assorbanza a 320 nm) indicando la minore presenza di forme fenoliche più astringenti e amare.

Invece, il legno di rovere proveniente dalle aree di Nevers e Blois è risultato leggermente più ricco di polifenoli e di molecole fenoliche semplici, distinguendosi chimicamente dagli altri roveri di diversa origine geografica e dalle altre essenze legnose analizzate.

Dai campioni di legno analizzati, si è constatato quindi la possibilità di poter classificare e distinguere in modo analitico i lotti di legno di rovere proposti dai fornitori e questo ha rappresentato la base di partenza per la definizione e scelta dei lotti da destinare alla realizzazione delle barriques sia per i vini bianchi (Chardonnay e Sauvignon) che rossi (Brunello in modo particolare).

Una differenza più marcata tra i vari campioni di rovere è stata evidenziata determinando la concentrazione di ellagotannini nell'estratto idroalcolico.

In base alla concentrazione in ellagotannini, le essenze analizzate sono state distinte in tre gruppi:

- a. il rovere del Limousin (dove predomina *Quercus pedunculata*) ed il castagno sono risultati i più ricchi di ellagotannini, con concentrazioni superiori a 10 mg/g;
- b. il rovere proveniente dalle foreste di Nevers, Bourgogne e dal Massiccio Centrale ha presentato concentrazioni di circa 1/3 inferiori;
- c. il rovere proveniente dalle foreste di Allier e di Fontainebleau ha mostrato le concentrazioni più basse di ellagotannini, che non hanno superato i 5 mg/g di legno. Tra il gruppo b ed il gruppo c la differenza nella concentrazione di ellagotannini è stata in media del 40%!

Successivamente, per valutare, a parità di tempo di contatto legno-soluzione, la quantità totale di ellagotannini presenti nei vari campioni di legno analizzati e la loro estraibilità, sono state confrontate due diverse tecniche di estrazione. Un'identica quantità di legno è stata sottoposta ad estrazione in soluzione idroalcolica al 12%, acidificata fino a pH 3,5, e ad estrazione in acetone al 40%. In questo modo, con la soluzione idroalcolica al 12%, si è valutata la diffusione parziale dei tannini ellagici in una soluzione che simulasse le cinetiche di estrazione in vino, rispetto all'estrazione pressoché totale dei polifenoli del legno in una soluzione con maggiore potere solvente, come è l'acetone al 40%.



L'obiettivo di tale lavoro è stato quello di ottenere informazioni su:

- la concentrazione totale di ellagotannini in campioni di rovere provenienti da diverse zone geografiche, rispetto all'estrazione parziale che si ottiene con una soluzione simil-vino;
- la facilità di estrazione e diffusione degli ellagotannini nel mezzo, in relazione alla struttura di ogni campione di legno;
- l'entità della "dotazione" di ellagotannini di ogni tipologia di legno, in rapporto all'origine geografica, alla grana e la velocità con la quale questa "scorta" di tannini passa nel vino durante la vita di utilizzo di una barrique.

Particolarmente interessante è stato quindi valutare l'incremento percentuale degli ellagotannini riscontrato negli estratti ottenuti con la soluzione contenente acetone, rispetto agli estratti ottenuti con la soluzione idroalcolica, in relazione all'origine geografica ed all'essenza legnosa.

I lotti di legno di rovere analizzati dalla Banfi ed i dati ottenuti dall'analisi degli estratti hanno permesso di effettuare le seguenti considerazioni:

- il legno di rovere proveniente dalle foreste di Allier e di Fontainebleau ha mostrato incrementi della concentrazione di ellagotannini intorno al 20%;
- il legno di rovere proveniente dalle foreste del Massiccio Centrale, di Nevers e di Bourgogne ha mostrato incrementi della concentrazione di ellagotannini superiori al 33%;
- il legno proveniente dalle foreste di Limousin ed il castagno hanno mostrato concentrazioni di ellagotannini circa il doppio di quanto viene estratto in soluzione idroalcolica.

I fattori che sono alla base di questa diversa composizione dei vari campioni di legno di rovere francese sono riconducibili ad aspetti sia di natura genetica e botanica, che di natura pedologica, ambientale e climatica. Infatti, le foreste della zona di Allier e di Fontainebleau sono caratterizzate, come in precedenza accennato, dalla predominanza della specie *Quercus sessilis* che è caratterizzata da una lenta crescita e fornisce legno particolarmente povero di sostanze polifenoliche. Inoltre le condizioni pedoclimatiche che caratterizzano queste foreste sono tali da rendere molto lenta la crescita annuale degli alberi, che di conseguenza forniscono doghe dalla grana particolarmente fine, di buona densità e tessitura e molto ricche di raggi midollari. Questa peculiare struttura del legno si traduce in uno scarso accumulo di tannini ellagici che, data la grana particolarmente fine, vengono estratti molto lentamente e gradualmente durante il periodo di contatto legno-vino.

Le foreste di Nevers e Bourgogne, e soprattutto del Massiccio Centrale, seppur comunemente considerate di pregio, sono caratterizzate da una maggiore presenza di *Quercus pedunculata*, specie botanica di rovere meno pregiata rispetto alla *Quercus sessilis*. Inoltre le condizioni pedoclimatiche favoriscono una maggiore crescita degli alberi e quindi il legno ottenuto da queste foreste può presentare mediamente una grana un po' meno fine rispetto alle foreste di Allier, Tronçais e Fontainebleau. Questo si traduce in una maggiore concentrazione in ellagotannini nel legno che richiederebbe trattamenti di stagionatura e tostatura adeguati per poterne sfruttare le potenzialità enologiche.

Si intuisce quindi l'importanza dell'origine geografica del rovere che può essere definita e valutata prendendo in considerazione due aspetti della qualità del legno:

- la quantità totale di tannini ellagici;
- la estraibilità dei tannini ellagici.

Queste considerazioni, quindi, si ripercuotono su quattro aspetti di fondamentale importanza enologica:

1. sulla quantità di tannini ellagici accumulati a livello del legno in fase iniziale di stagionatura;
2. sull'evoluzione dei tannini in seguito alla fase di stagionatura e tostatura;
3. sull'"estraibilità" dei tannini durante la fase di maturazione dei vini;



4. sulla “durata enologica” delle barriques, nel senso della capacità di rilasciare lentamente nel tempo i composti fenolici ancora “depositati” sui polimeri del legno.

È quindi importante introdurre, per i polifenoli del legno, il concetto di **ESTRAIBILITÀ**, come viene definito per i polifenoli dell’uva.

Infatti, la quantità di polifenoli presenti nel legno dopo l’operazione di tostatura, la loro localizzazione nella struttura del legno, la cinetica di estrazione e diffusione nel vino sono aspetti che hanno forti ripercussioni sulla qualità dei vini bianchi e rossi per i molteplici ruoli che i tannini ellagici svolgono sulla loro evoluzione aromatica ed organolettica. Un aspetto che è stato investigato in modo più approfondito è stato quello di valutare e dimensionare il grado di variabilità, in termini di concentrazione in ellagotannini, di lotti di legno forniti da diversi fornitori e commercializzati come Allier e Fontainebleau.

I numerosi campioni di legno di Allier, provenienti da 4 distinti lotti e di Fontainebleau provenienti da 3 lotti, hanno evidenziato una significativa variabilità del legno per quanto riguarda il tenore in tannini ellagici, espressi in mg/g di legno. Però, mentre i lotti di Allier hanno mostrato un maggior range di variabilità (da 3 a 9 mg/g), il legno proveniente dalla foresta di Fontainebleau ha mostrato una variabilità più contenuta (da 2,5 a 5,5 mg/g). In ultimo, proprio per meglio dimensionare il grado di eterogeneità e variabilità dei campioni di legno di origine Allier e Fontainebleau analizzati relativamente alla concentrazione di ellagotannini, sono stati comparati i dati ottenuti dai molteplici campionamenti di legno che era stato sottoposto a due anni di stagionatura e poteva, a detta dei fornitori, essere lavorato per la realizzazione di barriques. Ogni campionamento è consistito nell’estrazione ed analisi di 3-5 campioni di legno per lotto.

Si è constatato che i campioni di legno dichiarati provenienti dalla foresta dell’Allier hanno presentato una variabilità superiore al 110%, mentre i campioni di legno di origine Fontainebleau hanno presentato una variabilità di “solo” il 70%.

A questo punto, ed alla luce di queste considerazioni, una domanda nasce spontanea: il tecnico deve subire questa variabilità oppure ha qualche strumento per gestire questo aspetto che tante ripercussioni ha poi sul vino finale? Subire questo aspetto significa non riuscire mai a prendere realmente coscienza del reale valore enologico di un tipo di legno rispetto ad un altro, soprattutto poi se il tecnico si trova a lavorare con barriques che di Allier hanno soltanto il nome!

Si è così costretti a ricorrere a un numero considerevole di fornitori per poter mediare i successi, ma anche gli insuccessi! Certamente agire sulla base del parametro “grana” è già un mezzo per poter ridurre la variabilità della composizione del legno, presupponendo che il legno a grana fine derivi da foreste dove c’è predominanza di *Quercus sessilis*, mentre il legno a grana grossa è tipico di foreste dove è particolarmente diffusa la *Quercus pedunculata*. Questa corrispondenza, purtroppo, troppo spesso non è valida!

Prendere in considerazione l’origine geografica del legno conduce, quindi, ad una nozione di qualità del legno ottenuta dal binomio “territorio x specie” che darebbe sufficienti garanzie al tecnico se validata da un sistema di tracciabilità lungo tutta la filiera di lavorazione del legno.



Gli effetti della stagionatura delle doghe sulla qualità dei vini

La stagionatura delle doghe: un'importante fase di maturazione del legno

La fase di stagionatura viene considerata la prima operazione alla quale le doghe vengono sottoposte prima di essere lavorate per la realizzazione dei vasi vinari.

In effetti, è importante ricordare che la filiera di lavorazione del legno per la costruzione delle botti e barriques inizia già precedentemente con la selezione delle foreste, degli alberi e dei tronchi da destinare alla realizzazione delle doghe.

Quindi, ancor prima di abbattere gli alberi dell'essenza legnosa di interesse, vengono individuati quelli che hanno i requisiti ricercati (età tra 200 e 250 anni, diametro del tronco di 40-60 cm, ecc.) e successivamente le porzioni di tronco di migliore qualità (le più dritte, con scarsa presenza di nodi ed assenza di difetti parassitari, ecc.) da destinare alla realizzazione di doghe (Chatonnet, 1995).

Al momento del taglio dei tronchi, in spezzoni di lunghezza variabile a seconda del tipo di contenitore da costruire (per la barrique spezzoni di circa 1 m), viene effettuata la selezione dei legni per classi di grana; questa operazione è estremamente delicata in quanto i criteri di scelta sono unicamente di tipo visivo, per cui assume particolare importanza l'esperienza dell'operatore.

Successivamente alla realizzazione delle doghe, che può essere eseguita fondamentalmente in diversi modi (a spacco, segato di quarto, ecc.), queste vengono sottoposte ad un periodo di stagionatura che può durare da 1 a 4 anni. Questa fase riveste un ruolo critico sulla qualità finale del legno e, conseguentemente, sul valore enologico delle barriques e delle botti in quanto favorisce importanti trasformazioni della matrice legno. Al momento di essere tagliato e lavorato, il legno ha un'umidità del 70%. Tuttavia una dogha, per essere utilizzata per la costruzione delle botti, deve avere un'umidità in equilibrio con quella dell'atmosfera circostante, per evitare deformazioni della botte e conseguenti perdite. Dunque è necessario un periodo di stagionatura prima della lavorazione delle doghe per raggiungere un livello di umidità che può variare dal 12 al 18%, in relazione alla durata del processo ed al clima del luogo dove le doghe sono state stagionate.

La stagionatura del legno, intesa come perdita di acqua, può essere eseguita in due modi:

1. Naturalmente: doghe accatastate all'aria aperta.
2. Artificialmente: in stufe ad alta temperatura (80-90°C).

La durata della fase di stagionatura e la qualità del legno stagionato con queste due tecniche sono molto diverse. In relazione al clima ed allo spessore delle doghe, la stagionatura naturale può durare da 2 a 4 anni, mentre quella artificiale varia da 4 a 6 mesi (Martin, 1986).

Con l'essiccamento artificiale è possibile quindi ottenere il grado di umidità desiderato in tempi molto brevi, ma questa tecnica fornisce doghe di scarsa qualità per vari aspetti a cui facciamo qualche cenno.

La perdita veloce di acqua, ad esempio, può avere conseguenze negative sulle caratteristiche qualitative della matrice legno, in quanto determina un veloce restringimento dei tessuti e delle fibre e formazione di fessurazioni e lacerazioni più o meno grandi, la cui profondità dipende dalla velocità di disidratazione. Queste lacerazioni si ripercuotono fortemente sul rapporto legno-vino e, soprattutto, sulle cinetiche di estrazione e diffusione delle molecole dal legno.

Nel complesso questo tipo di trattamento ha il solo vantaggio di permettere il raggiungimento dell'umidità desiderata in poche settimane, determinando unicamente un grosso risparmio economico.

È importante però puntualizzare che il valore enologico del legno, e quindi delle barriques e delle botti, non dipende solo dal grado di umidità che le doghe presentano al momento della lavorazione, ma da tanti altri aspetti che brevemente verranno di seguito trattati. La stagionatura (o per meglio dire l'essiccazione!) artificiale in stufa determina unicamente la disidratazione del legno fino al livello di umidità ricercato, senza che si verifichi nessun altro fenomeno a carico della struttura e delle molecole del legno. Al contrario, la stagionatura naturale favorisce, oltre alla perdita di acqua, altri importantissimi fenomeni e modificazioni



della struttura e della composizione del legno, che valorizzano le peculiarità della specie botanica.

Per questo si parla di processo naturale di stagionatura e di maturazione naturale del legno e non di semplice essiccamento. Tradizionalmente, la stagionatura naturale del legno viene effettuata stoccando all'aria libera le cataste di doghe disposte in modo tale da favorirne un'evoluzione qualitativa omogenea. Le cataste vengono disposte anche su più piani e distanziate sufficientemente da permettere una buona circolazione dell'aria e dell'acqua. La stagionatura deve essere comunque lenta e graduale, soprattutto durante i primi mesi, per cui generalmente, durante i periodi estivi, viene eseguita l'aspersione periodica di acqua attraverso sistemi a pioggia. Sulla durata della stagionatura, i bottai sono unanimemente concordi nell'affermare che occorre almeno un anno di stagionatura per ogni centimetro di spessore della doga e quindi, nel caso delle doghe per barriques di spessore generalmente di 26-27 mm, sono necessari da 2 a 3 anni prima che il legno raggiunga le migliori caratteristiche qualitative compatibili con l'utilizzo enologico (Sefton et al., 1993).

Per meglio comprendere l'impatto che la stagionatura naturale ha sulla qualità del legno e l'importanza che riveste sulla qualità delle barriques, riassumiamo qui di seguito le principali trasformazioni che avvengono a carico delle doghe, contemporaneamente alla perdita di acqua:

- fenomeni di lisciviazione e rimozione di molecole di natura tannica da parte dell'acqua piovana;
- fenomeni di degradazione ed ossidazione chimica di molecole erbacee e verdi;
- sviluppo di microrganismi fungini sulla superficie delle doghe che modificano le caratteristiche strutturali e compositive del legno.

Quindi, come si vede, la stagionatura naturale determina una vera e propria maturazione del legno, modificandone nettamente le caratteristiche chimiche e fisiche: non si tratta, quindi, della sola e semplice essiccazione. Infatti, da studi eseguiti sul legno in fase di essiccazione, è emerso che i lenti e costanti movimenti dell'acqua che si hanno attraverso le doghe durante tutto il periodo di stagionatura all'aria aperta sono alla base dell'eliminazione delle molecole tanniche che rendono il legno appena tagliato astringente ed amaro (Chatonnet, 1998). In seguito all'evaporazione dell'acqua di superficie, la colonna capillare dell'acqua che si trova a livello dei vasi del legno non raggiunge mai l'equilibrio, e si ha continuo richiamo di umidità dagli strati più profondi verso la zona superficiale. Se l'evaporazione è troppo rapida e se lo strato esterno secca completamente, come accade con l'essiccazione artificiale, la colonna di acqua si spezza e la fuoriuscita di umidità e l'allontanamento di molecole fenoliche s'interrompe (Vivas, 1993).

Il flusso d'acqua che dall'interno va verso la superficie delle doghe svolge, infatti, anche l'importante funzione di trasportare le sostanze polifenoliche amare e tanniche, che, una volta all'esterno, possono essere completamente dilavate dall'acqua meteorica o dall'eventuale acqua di aspersione. L'effetto di lisciviazione delle piogge, il freddo e le gelate invernali, in alternanza a periodi di caldo, sono quindi la principale causa di rimozione delle molecole fenoliche presenti nel legno, favorendo la trasformazione qualitativa del legno verso note più dolci e meno astringenti ed erbacee.

Inoltre, e non ultimo, la pioggia favorisce lo sviluppo di una microflora sulla superficie delle doghe che svolge un'attività di degradazione dei polimeri del legno, portando così ad una riduzione delle molecole polifenoliche ed alla formazione di molecole aromatiche. Le specie fungine presenti sulla superficie delle doghe sono state isolate e sono principalmente riconducibili alle seguenti: *Aureobasidium pullulans*, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma konigii*. Sembrano in grado di penetrare all'interno della struttura del legno fino ad alcuni millimetri di profondità e producono enzimi esocellulari (emicellulasi e cellulasi) in grado di degradare i polimeri polisaccaridici (cellulosa ed emicellulosa) favorendo sia la più facile estrazione ed eliminazione delle sostanze fenoliche, sia la formazione di aldeidi fenoliche, particolarmente aromatiche, dalla degradazione della lignina, emicellulosa e cellulosa (Vivas, 1993; Vivas et al., 1996).

Questa evoluzione del legno si ripercuote significativamente sulle caratteristiche qualitative delle barriques, tanto che differenze sensoriali tra i legni preparati naturalmente e artificialmente sono state ampiamente dimostrate. Concludendo, durante l'essiccamento e l'invecchiamento del legno si verifica una perdita di astringenza ed amarezza, che è riconducibile alla rimozione dei polifenoli estraibili, in particolare di ellagotannini, ed anche alla degradazione di particolari molecole, come le cumarine glicosidate, che sono



responsabili delle note amare tipiche del legno fresco o mal stagionato. Contemporaneamente, si assiste alla degradazione dei polimeri del legno (cellulosa, emicellulosa e lignine) e alla formazione di molecole aromatiche che rendono questo materiale, alla fine del periodo di stagionatura, morbido e dolce sia in superficie che a diversi millimetri di profondità.

Controllo della fase di stagionatura del legno per barriques presso l'Azienda Banfi

La fase di stagionatura delle doghe usate per la costruzione delle barriques rappresenta una fase critica nel definire la qualità enologica di questi contenitori.

Diverse sono le variabili che possono influenzare l'impatto di tale fase di lavorazione delle doghe sul risultato finale:

- il sistema di disposizione delle doghe stesse;
- lo spessore di queste;
- le condizioni climatiche dell'area di stagionatura (temperatura minima e massima, piovosità, ecc.);
- la quantità e i sistemi di aspersione dell'acqua durante il periodo estivo;
- la movimentazione delle doghe durante il periodo di stagionatura per omogeneizzare l'evoluzione delle diverse cataste.

Considerando quindi le importanti ripercussioni che tali aspetti hanno sulla qualità delle barriques, si comprende la necessità di non affidare la gestione dei suddetti punti unicamente al fornitore di questi contenitori, ma dotarsi di un semplice sistema di controllo della qualità delle doghe, al fine di avviare alla lavorazione solo i lotti di legno che presentano le caratteristiche organolettiche ed analitiche

Per tali ragioni, l'Azienda Castello Banfi, dal 2001, ha avviato un lavoro di gestione di questa delicata fase della filiera di produzione delle barriques in due distinti modi:

1. a livello dei fornitori: valutando e selezionando analiticamente ed organoletticamente campionate rappresentative di doghe dei lotti di legno teoricamente pronti per essere lavorati;
2. a livello aziendale: effettuando la fase della stagionatura di una cospicua quantità di doghe direttamente in azienda e valutando sistemi di stagionatura tradizionali e non, in relazione all'origine geografica del legno.

Controllo della stagionatura delle doghe a livello dei fornitori

Un delicato aspetto della filiera di produzione delle barriques è quello relativo alla valutazione dell'effettivo e reale grado di stagionatura raggiunto dal legno, che viene avviato alla realizzazione di questi contenitori, valutazione che a volte segue criteri non sempre di natura enologica!

Le problematiche che invece pone questa delicata fase di produzione delle barriques sono diverse:

- QUANDO un lotto di legno, di definita origine geografica e grana, è qualitativamente pronto per essere trasformato in barriques?
- CHI deve controllare l'effettiva maturazione del legno e la possibilità di lavorarlo, oppure stabilisce di prolungare la fase di stagionatura?
- QUALI PARAMETRI analitici e sensoriali possono essere facilmente controllati, al fine di valutare l'effettivo grado di stagionatura del legno e quindi l'eventuale destinazione enologica?

Di fatto, ad oggi, la definizione del grado di stagionatura dei lotti di legno e la scelta di quali utilizzare per la realizzazione delle barriques viene affidata unicamente al produttore di questi contenitori il quale, anche se



guidato dalla sua indiscutibile esperienza, di fatto generalmente non è dotato di strumenti di controllo che permettano al tecnico di avere garanzie della “reale” qualità compositiva ed organolettica dei lotti scelti.

In effetti il controllo di numerosi campioni di legno, provenienti da diversi fornitori, della stessa origine geografica e grana, e dichiarati stagionati per 2 anni, ha presentato un’eterogeneità di composizione molto significativa. Questa osservazione ha confermato la grande variabilità della qualità del legno alla fine del periodo di stagionatura che il tecnico si trova, forse inconsapevolmente, a subire, potendo valutarne pienamente le conseguenze solo in una fase avanzata della filiera enologica, e cioè sulla qualità del vino, dopo un certo periodo di contatto con la barrique.

Un importante aspetto del lavoro di valutazione della qualità del legno relativamente alla fase di stagionatura è stato quello di applicare, in collaborazione con le ditte produttrici di barriques, un sistema di valutazione e scelta del legno stagionato basato principalmente su criteri e valutazioni di tipo analitico e sensoriale, in relazione agli obiettivi enologici. A tal fine è stato impostato un sistema di controllo della qualità dei lotti di doghe in fase “finale” di stagionatura, i cui punti di rilievo sono di seguito riportati (Protocollo 1):

- Controllo dei lotti di doghe in stagionatura in relazione all’origine geografica.
- Controllo, scelta e selezione dei lotti di doghe in base alla grana.
- Campionamento dei lotti di legno selezionati in vari punti delle cataste di doghe.
- Realizzazione di estratti idroalcolici di legno.
- Analisi chimica degli estratti idroalcolici di legno e valutazione del tenore in polifenoli totali, ellagotannini, ecc.
- Analisi sensoriale degli estratti di legno e valutazione di alcune caratteristiche organolettiche, tipo la tannicità, l’amaro, la dolcezza, ecc.
- Correlazione tra analisi chimiche e valutazioni sensoriali e scelta dei lotti di legno effettivamente stagionati e “maturi” per essere lavorati (basso livello di tannini, piacevoli caratteristiche aromatiche, assenza di sentori verdi ed erbacei, ecc.).
- Realizzazione delle barriques e controllo della fase di tostatura

Ovviamente i lotti di legno non pronti per essere lavorati, in quanto con requisiti analitici e qualitativi non ottimali, vengono rivalutati in una fase successiva ed utilizzati dopo un ulteriore periodo di stagionatura.

Questo tipo di approccio alla gestione di una fase così delicata della filiera di produzione delle barriques ha permesso di ridurre l’eterogeneità qualitativa della matrice legno e di limitare la variabilità compositiva dei vasi vinari in legno in modo significativo.

Controllo della stagionatura delle doghe presso l’Azienda Castello Banfi

La stagionatura delle doghe in azienda è stata organizzata al fine di valutare e gestire direttamente l’evoluzione della qualità del legno e viene effettuata su una quantità di doghe che rappresenta in media il 30% dell’esigenza annuale di barriques dell’azienda. L’area di stagionatura aziendale conta oggi più di 100 m³ di legno in maturazione, con la disposizione delle doghe in modo tale da garantire un’evoluzione qualitativa del legno omogenea e costante.

In particolare, sono state confrontate due tecniche di stagionatura delle doghe, così distinte:

- disposizione delle doghe in modo tradizionale (a cubo);
- disposizione delle doghe con sistema ottagonale.

Il primo sistema, tradizionale, generalmente utilizzato dalla maggior parte delle ditte produttrici di barriques, consiste nel disporre le doghe in modo incrociato così da formare un cubo della dimensione media di 1 m³.



Vengono così costruite delle vere e proprie cataste, disposte anche su più piani e periodicamente movimentate per favorire un'evoluzione omogenea di tutti i lotti di doghe.

I vantaggi di tale tecnica sono diversi: in primo luogo il fatto di essere poco ingombrante e quindi permettere di stoccare grandi volumi di legno occupando un limitato spazio per un periodo relativamente lungo. Il secondo sistema (OTTAGONALE) consiste invece nel disporre le doghe a forma di ottagono, sovrapponendo le doghe e realizzando delle strutture di circa 1,5 m di altezza e di spessore di circa 0,5 m, come riportato nella foto.

Questo sistema ha lo svantaggio di richiedere molto più spazio per la disposizione di una pari quantità di legno, rispetto al sistema tradizionale; inoltre le doghe non vengono movimentate durante il periodo di stagionatura. Tuttavia, dal punto di vista analitico ed organolettico, l'esperienza indica che favorisce un'ottima maturazione delle doghe. Il sistema tradizionale, pur essendo il più diffuso, prevede la disposizione delle doghe in modo da creare un reticolo con le doghe disposte in modo ortogonale e limitatamente distanziate. Questo tipo di disposizione può limitare il contatto delle doghe soprattutto con l'acqua piovana, creando una zona centrale a meno esposta ai fattori meteorici e quindi che matura e stagiona più lentamente. Inoltre i punti di sovrapposizione delle doghe sono numerosi, costituendo quindi un'ampia superficie che stagiona più lentamente.

In effetti, al momento della campionatura del legno, le cataste di doghe venivano smontate ed il legno stagionato in modo tradizionale ha presentato sempre un livello di umidità maggiore rispetto alla forma ottagonale. Con quest'ultimo sistema le doghe, disposte in modo più distanziato così da favorire un'adeguata circolazione di aria e di acqua, sono sovrapposte solo nella parte terminale, limitando quindi significativamente la superficie di sovrapposizione rispetto al sistema tradizionale. Inoltre, questo sistema permette di avere, nella parte centrale della struttura, un'apertura ampia di circa 1 m che garantisce un'omogenea esposizione delle doghe ai fattori meteorici sia nella parte interna che nella parte esterna, garantendo così una maggiore omogeneità di stagionatura. Per tutto il periodo di stagionatura, sono stati effettuati dei campionamenti delle doghe in diverse cataste ed in differenti punti delle cataste in modo da valutare analiticamente ed organoletticamente l'evoluzione del legno in relazione alla tecnica di stagionatura (tradizionale in confronto a ottagonale) ed all'origine geografica (Allier in confronto a Fontainebleau).

I dati analitici e le valutazioni organolettiche, riportati nelle successive figure, sono relativi al primo lotto di doghe stagionate a partire da maggio del

2001 ed analizzate all'inizio della fase di stagionatura (T0) e successivamente, ogni 10 mesi di maturazione (T1, T2, T3). La composizione polifenolica degli estratti di legno Allier e Fontainebleau in soluzione idroalcolica è riportata nelle Figure 1a e 1b. Si osserva che il legno di origine Allier presenta una forte diminuzione della concentrazione dei polifenoli totali (assorbanza a 280 nm) già dopo 10 mesi di stagionatura, sia con il sistema tradizionale che con la disposizione delle doghe con il sistema ottagonale. Successivamente si è osservato però che, con il sistema tradizionale, il decremento della concentrazione dei polifenoli del legno è stato di lieve entità, rispetto ad una costante e significativa diminuzione di tale parametro registrata con il sistema di stagionatura ottagonale e confermata fino al campionamento, effettuato dopo circa 30 mesi di maturazione.

Questo andamento è stato riscontrato anche sul legno di origine Fontainebleau, campionato con la stessa periodicità ed analizzato con la stessa procedura. Relativamente agli acidi fenolici (assorbanza a 320 nm), le variazioni sono state meno accentuate, probabilmente in quanto l'evoluzione dei polifenoli del legno consiste nella degradazione delle forme più complesse in acidi fenolici semplici che si sono formati durante tutto il periodo di stagionatura delle doghe (Chatonnet, 1991).

Interessante è stato, in ultimo, valutare l'andamento della concentrazione dei polifenoli totali durante i tre anni di stagionatura in relazione ai fenomeni di ossidazione a cui queste molecole vanno incontro trasformandosi in polifenoli polimerici responsabili della colorazione giallo-bruna del legno e quantificati con la determinazione dell'assorbanza a 420 nm dell'estratto idroalcolico.

In Figura 2 sono riportati i decrementi percentuali, rispetto ai valori determinati nel legno fresco, dei polifenoli totali e delle forme fenoliche giallo-brune ritrovati nei campioni di legno di origine Fontainebleau



durante tre anni di stagionatura. È degno di nota il fatto che con il sistema ottagonale, dopo 30 mesi di stagionatura, si è riscontrato un decremento dei polifenoli totali di oltre il 50%, con parallela diminuzione dei prodotti di ossidazione, responsabili del colore giallo-bruno del legno, di oltre il 45%. Viceversa, la disposizione delle doghe in modo tradizionale determina una minore degradazione dei polifenoli totali, rispetto al sistema ottagonale, e limita la rimozione e l'allontanamento, per lisciviazione da parte dell'acqua piovana e dell'acqua distribuita per aspersione, delle forme ossidate che vengono rimosse in ragione di poco più del 20%, contro il 46-54% riscontrato con la tecnica della sistemazione ottagonale.

La disposizione delle doghe in modo compatto e con minori interspazi, come accade con la stagionatura tradizionale, causerebbe quindi un minore contatto legno-acqua e quindi determinerebbe una maturazione più lenta e meno omogenea del legno. Al contrario, con il sistema ottagonale, essendo lo spessore delle cataste più contenuto e la disposizione delle doghe meno compatta, la rimozione dei polifenoli e delle relative forme ossidate è più accentuata, omogenea e rapida a parità di durata del periodo di stagionatura.

Appare dunque evidente l'importanza che riveste il sistema di stagionatura, ed in modo particolare la disposizione delle doghe, sulla composizione finale del legno e quindi delle barriques. Un andamento simile ai precedenti parametri analizzati ha mostrato anche la concentrazione di ellagotannini, che rappresentano la gran parte del patrimonio polifenolico del legno. È stato osservato che con il sistema tradizionale l'abbattimento del contenuto in ellagotannini, passando da 20 a 30 mesi, è limitato ad un 7-9%, ad indicare che con questo sistema il legno, dopo circa 2 anni, ha perso gran parte del patrimonio polifenolico. Con il sistema tradizionale, quindi, il prolungamento della stagionatura non favorisce un abbattimento del tenore in ellagotannini che giustifichi una stagionatura spinta fino a quasi 3 anni.

Al contrario, il sistema di stagionatura ottagonale, enfatizzando l'esposizione del legno ai fattori meteorici attraverso unicamente la diversa disposizione delle doghe, ha favorito un significativo abbattimento delle molecole fenoliche prolungando la stagionatura fino a 30 mesi, con una riduzione del tenore in tannini ellagici di oltre il 20%. Queste molecole sono quindi ancora presenti in forma estraibile nello spessore della dogha, ed in modo particolare ad una certa profondità, considerando che a livello superficiale entrambe le tecniche garantiscono la rimozione pressoché totale dei polifenoli.

Questo significa che le molecole che vengono ulteriormente rimosse con la tecnica della disposizione ottagonale sono tannini ellagici rimasti negli strati più profondi delle doghe e che, se non eliminati in fase di stagionatura, possono essere estratti successivamente durante la fase di contatto con il vino, al quale potrebbero impartire note verdi ed astringenti, tipiche di queste molecole.

La tecnica tradizionale, invece, limitando l'esposizione del legno ai fattori esterni, limita e riduce l'efficacia della stagionatura che è evidente durante i primi 20-24 mesi, ma si riduce significativamente nei mesi successivi. Il legno però può ancora contenere, soprattutto in profondità, molecole che potrebbero negativamente influenzare la qualità del vino e che la tecnica e la durata del periodo di stagionatura dovrebbero riuscire a ridurre in modo costante ed omogeneo. Oltre al controllo analitico, lo studio effettuato presso l'Azienda Banfi ha previsto la valutazione sensoriale della qualità del legno alla fine del periodo di stagionatura, attraverso degustazioni degli estratti idroalcolici dei legni analizzati, i cui risultati sono riportati nella Figura 4.

Dal punto di vista organolettico, i campioni che hanno mostrato la minore intensità dei descrittori "amaro" e "tannicità" sono stati i campioni di legno Allier stagionati con il sistema ottagonale, mentre nessuna differenza è stata riscontrata relativamente all'aroma di "vaniglia". Queste differenze sono risultate più marcate nel caso del legno di origine Fontainebleau. Infine, mettendo in relazione il tenore in polifenoli totali (assorbanza a 280 nm) con le valutazioni sensoriali degli estratti idroalcolici, si è osservata la stretta correlazione tra i due parametri. Gli estratti idroalcolici dei campioni di legno stagionato sono risultati meno tannici ed amari del campione di legno non sottoposto a stagionatura. In particolare, la sensazione di amaro è risultata maggiormente correlata alla diminuzione del tenore in polifenoli totali rispetto alla sensazione di tannicità. I campioni che, in assoluto, sono risultati meno tannici ed amari sono stati quelli sottoposti alla stagionatura con sistema ottagonale.

Prendendo in esame la concentrazione di ellagotannini determinata negli estratti idroalcolici dei campioni di legno non stagionati (Testimone) con quella di campioni stagionati tradizionalmente e con il sistema ottagonale, è emerso che queste molecole influenzano in modo significativo il carattere astringente ed amaro dei legni.





In particolare, la correlazione tra i due parametri presi in esame è risultata molto importante nel caso dei campioni stagionati con sistema ottagonale che sono risultati nettamente distinti da tutti gli altri campioni analizzati.

È interessante notare l'andamento della curva della tannicità rispetto al carattere amaro nei campioni analizzati e degustati. Si assiste ad una limitata diminuzione di tale carattere nei campioni stagionati tradizionalmente, rispetto al testimone, mentre la diminuzione più rapida si riscontra nei campioni stagionati con il sistema ottagonale.

Queste osservazioni evidenziano che il tecnico può dotarsi di semplici sistemi di controllo di alcuni parametri qualitativi del legno ed arrivare alla scelta del lotto di doghe guidato non solo dall'origine geografica delle doghe stesse, ma lavorando a fianco del produttore al fine di:

- verificare analiticamente la struttura tannica del legno all'inizio della fase di stagionatura;
- seguire analiticamente e sensorialmente la stagionatura delle doghe con controlli periodici;
- scegliere (il tecnico e non il produttore di barriques!) quali lotti di doghe sono pronti per essere trasformati in barriques in relazione ad ulteriori analisi e degustazioni degli estratti idroalcolici di legno;
- valutare e verificare la "qualità della tostatura".

Questo sistema di controllo (e di collaborazione tra la cantina ed il produttore di barriques) permette di limitare la variabilità che caratterizza il legno e non subirne le conseguenze a scapito della qualità del vino!

Il ruolo della tostatura delle Barriques nella produzione di vini di qualità

La tostatura delle Barriques: il fuoco che "nobilita" il legno

Le note tipiche che caratterizzano un vino che ha trascorso parte della sua vita in una barrique oppure in una botte di legno sono riconducibili a sentori molto particolari e generalmente descritti con i termini di tostato, mandorla, vaniglia, affumicato, chiodo di garofano, ecc.

Queste note si sa che derivano dalle barriques, ma sono presenti in quantità impercettibile sul legno alla fine della fase di stagionatura. Quindi è spontaneo chiedersi da dove possano provenire e, soprattutto, in quali condizioni si possano formare a livello del legno.

Nella formazione di specifiche molecole responsabili delle tipiche note che il legno conferisce al vino, un ruolo fondamentale riveste l'operazione della tostatura che viene eseguita sia nelle barriques che nelle botti alla fine del periodo di stagionatura (Sarni et al., 1990; Shafizadeh et al., 1977; Chatonnet, 1995).

La tostatura è infatti considerata una fase cruciale nella preparazione dei vasi vinari in legno in quanto ne influenza significativamente le caratteristiche chimico-fisiche e, conseguentemente, l'impronta organolettica che è in grado di dare ai vini dopo un certo periodo di maturazione ed invecchiamento. Il trattamento termico del legno viene eseguito dopo la fase della stagionatura e può essere distinto in due operazioni:

1. la curvatura delle doghe;
2. la tostatura vera e propria.

Dopo l'assemblaggio delle doghe e la realizzazione della cosiddetta "rosa di doghe", si ha la fase di curvatura che viene eseguita sottoponendola "rosa" ad una fonte di calore costituita da un vero e proprio braciere



per un tempo di 15-20 minuti. Inoltre, nel corso della curvatura, il legno viene ripetutamente bagnato considerando che quando viene sottoposto ad una sorgente di calore in presenza di acqua, aumenta la sua elasticità, diventa più morbido e facilmente lavorabile proprio grazie alle trasformazioni fisiche che il calore esercita sui polimeri strutturali a temperature di 110-120°C.

Livello di tostatura	Temperatura (°C)	Durata (minuti)
Tostatura leggera	30	120-13
Tostatura media	35	160-170
Tostatura media-forte	40	180-190
Tostatura forte	45	200-230

Il legno presenta una composizione strutturale tale da essere molto rigido e difficilmente piegabile in quanto poco elastico nelle condizioni termiche ambientali. Quando viene piegato, in queste condizioni, è molto frequente che le doghe si spezzino nel punto di massima tensione. In effetti, il legno è costituito da alcuni polimeri parietali termoplastici (lignine ed emicellulosa) che, quando vengono sottoposti ad un trattamento termico, perdono la loro rigidità consentendo così di piegare e lavorare le doghe con limitati rischi di rotture (Boeglin et al., 1993).

Dopo l'operazione di curvatura, le barriques vengono sottoposte alla vera e propria operazione di tostatura. Questo trattamento termico consiste nel riscaldare le barriques utilizzando una sorgente di calore naturale fino a temperature che possono variare da 130 a 230°C e per un periodo di tempo di 30-60 minuti, in relazione al grado di tostatura ricercato. La tostatura cambia profondamente la composizione chimica del legno, favorendo modificazioni strutturali dei polimeri (cellulosa, emicellulosa e lignine) e la neoformazione di particolari composti aromatici (vanillina, furfuraldeide, ecc.) e determinando la termodegradazione di composti fenolici (ellagotannini) - Bourgois et al., 1988. Dal punto di vista tecnologico e applicativo, nel settore enologico, la tostatura svolge quindi un ruolo primario nel processo di produzione delle barriques in quanto modifica significativamente la composizione chimica del legno e conseguentemente le caratteristiche sensoriali ed organolettiche dei vini (Chatonnet et al., 1989; Aratajona et al., 1991; Aiken et al., 1984).

I due fondamentali parametri che definiscono il livello di tostatura di una barrique sono:

- temperatura di trattamento del legno;
- durata del trattamento termico.

Sulla base di tali parametri, attualmente vengono distinti 4 diversi livelli di tostatura:

È importante notare che questi valori sono solo indicativi perché da una ditta produttrice di barriques all'altra possono variare significativamente, in quanto le modalità di esecuzione di tale operazione sono molto diversificate.

Quindi un aspetto particolarmente critico di tutta la filiera di produzione delle barriques risiede proprio nel fatto che con lo stesso livello di tostatura (leggera, media, forte) possono essere commercializzate barriques con caratteristiche compositive estremamente diverse.

In seguito a questo trattamento ed in funzione delle modalità di esecuzione, il profilo aromatico e qualitativo della barrique può essere molto eterogeneo e quindi influenzare positivamente o negativamente la qualità del vino finale. La tostatura determina una degradazione termica dei composti del legno attraverso reazioni complesse (pirolisi, carbonizzazione, ecc.) la cui intensità dipende principalmente dal livello termico raggiunto e dalla durata del trattamento stesso. Il trattamento termico favorisce la formazione di composti volatili di varia natura. Al riguardo, ne sono stati identificati più di 200, i più importanti dei quali sono riportati nella Figura 2 (Dumon, 1982; Gimenez Martinez, 1996).

Molti studi hanno riguardato l'effetto del calore sul legno, la degradazione termica dei polimeri fondamentali, quali la cellulosa, l'emicellulosa e le lignine, la formazione di particolari molecole aromatiche, la degradazione delle sostanze polifenoliche e lo studio dei parametri che controllano ed influenzano le proprietà termiche della matrice legno (Giordano, 1971; Fengel et al., 1984; Drewe et al., 1974). L'operazione di tostatura delle barriques determina la modificazione delle proprietà del legno (Nomdedeu, 1988; Nomdedeu et al., 1988; Paciorek et al., 1976; Pearl, 1991) per la successione di quattro principali e fondamentali trasformazioni di seguito



elencate:

- pirolisi della emicellulosa: è il costituente del legno più facilmente termodegradabile, già a temperature di 80-120°C; i prodotti di degradazione conferiscono alla barrique caratteri aromatici peculiari, come la nota di mandorla tostata, riconducibile alla neoformazione della furfuraldeide;
- pirolisi della lignina: inizia successivamente alla demolizione della emicellulosa, a valori di temperatura di 140-160°C, e determina la neoformazione di una grande quantità di fenoli volatili dal forte impatto aromatico, come l'aldeide vanillina, responsabile della caratteristica nota di vaniglia;
- pirolisi della cellulosa: viene sensibilmente modificata dal calore solo a temperature di 230-250 °C in quanto dotata di una grande stabilità termica;
- degradazione termica dei polifenoli del legno (ellagotannini e gallotannini) e formazione di fenoli semplici (acido ellagico ed acido gallico) che vengono pressoché completamente eliminati a livello dei primi 4-6 mm di profondità delle doghe (Khrol et al., 1978).

In effetti, l'operazione di tostatura, così come viene attualmente eseguita, è realizzata in modo molto empirico e differente tra le varie ditte in quanto vengono seguite delle procedure più dettate dalla tradizione e dall'esperienza che dal controllo dei parametri di processo.

Infatti, ad esempio, il controllo della velocità di riscaldamento del legno e della temperatura raggiunta viene effettuato, nella maggior parte dei casi, dal mastro bottaio che valuta "a mano" lo stato termico della barrique decidendo quindi in modo empirico il grado di tostatura raggiunto (Dumon, 1982).

Allo stesso tempo, però, sono molteplici gli aspetti che influenzano l'impatto della tostatura sulla qualità del legno e che, se non monitorati e gestiti, possono portare a trattamenti termici molto eterogenei. Di seguito, vengono elencate alcune operazioni che hanno un diretto impatto sull'intensità del trattamento termico e quindi sul risultato qualitativo della tostatura delle barriques:

1. la curvatura delle doghe: può essere condotta con il fuoco diretto oppure immergendo la barrique in acqua calda (70-80°C);

2. il posizionamento della barrique rispetto alla sorgente di calore: al riguardo le ditte utilizzano sistemi molto diversi, posizionando la barrique direttamente a terra o sollevata di 2-4 cm. Questo aspetto, apparentemente di poco conto, ha invece delle importanti ripercussioni sull'operazione di tostatura, in quanto modifica sia l'intensità della sorgente di calore che il sistema di riscaldamento del legno. Infatti, accentuando la circolazione di un flusso d'aria attraverso la barrique, modifica significativamente il rapporto legno-calore, favorendo i fenomeni di tostatura per irraggiamento e frequentemente la carbonizzazione della superficie della barrique (Bourgois et al., 1988, Giordano, 1971);

3. l'aspersione dell' acqua durante la tostatura: modifica il gradiente termico del legno e la penetrazione del calore in profondità, rallentando la velocità di riscaldamento e favorendo reazioni di idrotermolisi dei componenti del legno e dei polifenoli in particolare (Drewe et al., 1974). Viene eseguita in modo molto eterogeneo, da ditta a ditta, in termini di frequenza di bagnatura e quantità di acqua distribuita;

4. l'intensità e la temperatura della sorgente di calore: la tostatura delle barriques può avvenire per contatto diretto del fuoco con la superficie del legno (irraggiamento) o per trasmissione del calore attraverso l'aria surriscaldata all'interno della barrique stessa (conduzione e convezione). Questi due sistemi di trasmissione avvengono contemporaneamente ed è possibile, con le varie tecniche, enfatizzare l'una o l'altra, modificando radicalmente il risultato del trattamento termico; barrique (Bourgois et al., 1988, Giordano, 1971);

5. la copertura parziale della barrique nel corso del trattamento termico: permette di controllare i movimenti di aria all'interno della barrique e di "saturare" il contenitore con aria surriscaldata, favorendo il



riscaldamento omogeneo ed uniforme per tutta l'altezza della barrique. La tostatura del legno avviene in questo modo più per conduzione e convezione che per irraggiamento, in quanto la sorgente di calore è molto blanda ed il contatto fiamma-legno molto limitato;

6. il ribaltamento ripetuto della barrique nel corso della tostatura: viene eseguito ad intervalli di 7-10 minuti per poter tostare in modo uniforme anche le estremità della barrique ed è indispensabile quando la sorgente di calore è troppo forte. Contemporaneamente si ha anche una fluttuazione significativa della temperatura del legno di circa 20-30°C che aumenta l'eterogeneità di esecuzione di questa operazione;

7. la velocità di riscaldamento del legno: è stato stimato che il trattamento termico dovrebbe determinare il riscaldamento del legno con un gradiente di 4-5°C al minuto, per impedire una troppo rapida disidratazione della superficie delle doghe che potrebbe determinare la formazione di sbollature e fessurazioni, facilmente soggette a fenomeni successivi di carbonizzazione e combustione;

8. la temperatura massima raggiunta dal legno: può variare enormemente con la tecnica adottata e si ripercuote significativamente sulla qualità del legno, i cui componenti presentano una sensibilità al calore molto variabile. Tra le varie tecniche di tostatura adottate dalle diverse ditte produttrici di barriques, si registra infatti una notevole fluttuazione della temperatura di tostatura, che può variare da 150 a 280°C nel caso di una tostatura media ed arrivare, in alcuni casi, anche a temperature superiori ai 300°C, con evidenti fenomeni di combustione e carbonizzazione della superficie della barrique. Il controllo del regime termico raggiunto è quindi indispensabile per capire l'impatto che i vari sistemi di tostatura hanno sulla qualità enologica della barrique (Woo et al., 1987; Shafizadeh et al., 1977).

Molti studi hanno puntualizzato l'importanza non solo di fattori quali il regime termico raggiunto, la durata del trattamento e le caratteristiche della matrice legnosa utilizzata, ma anche dei fattori ambientali, quali l'umidità e la disponibilità di aria nel corso del trattamento, sulle reazioni di pirolisi dei polimeri del legno e sulla conseguente formazione di composti volatili e non volatili (Chatonnet, 1989).

In pratica, è interessante osservare che quando il riscaldamento della superficie interna della barrique è troppo rapido, 8-10°C/minuto (in media dovrebbe essere di 4-5°C/minuto) e la sorgente di calore non adeguatamente controllata, si innescano delle incontrollate reazioni di pirolisi, combustione e carbonizzazione. Si formano così aree caratterizzate da uno strato di legno carbonizzato che agisce da vero e proprio "scudo termico" in quanto dotato di limitata conducibilità termica, che quindi rallenta ed ostacola la penetrazione del calore negli strati più profondi del legno (Chatonnet et al., 1989, 1993). Così, la barrique con una superficie interna particolarmente carbonizzata manifesterà una minore penetrazione del calore in profondità delle doghe, rispetto a barriques apparentemente meno tostate. Esiste, dunque, una grande eterogeneità di trattamenti nel corso dell'operazione e questa disformità è stata imputata a diversi fattori, come la variabilità della fonte di calore e i movimenti dell'aria attraverso la barrique che possono causare variazioni termiche molto importanti. L'effetto finale del trattamento termico dipende anche dal tipo di legno utilizzato e quindi dalle specifiche caratteristiche chimico-fisiche dell'essenza legnosa; ciò rende ulteriormente difficile la standardizzazione di questa operazione e il raggiungimento di una riproducibilità di esecuzione (Chatonnet et al., 1989; Puech et al., 1988 e 1993). Ogni ditta produttrice adotta così una tecnica di tostatura che non è altro che la combinazione dei suddetti aspetti, dettata dalla specifica esperienza acquisita negli anni e da sistemi di controllo molto empirici. La mancanza di un rigoroso controllo dei fattori tecnologici implicati nel trattamento termico del legno (temperatura, durata, umidità, ossigeno, ecc.) determina una pressoché totale assenza di riproducibilità ed uniformità dell'operazione di tostatura sia tra le varie ditte, ma anche all'interno della stessa ditta produttrice di barriques! Si comprende quindi l'eterogeneità delle tecniche di tostatura adottate dai diversi produttori di barriques, che determina l'immissione nella filiera enologica di vasi vinari di legno con caratteristiche chimico-fisiche molto variabili.





Gestione dell'operazione di tostatura presso l'Azienda Castello Banfi

L'Azienda Banfi ha una produzione enologica che per il 40% prevede un periodo di maturazione in barriques o in botte per una durata della fase di maturazione che varia da 6-8 mesi per i vini bianchi a 24-28 mesi per i vini rossi.

Questo significa che, nell'arco del periodo di maturazione, i vini ricevono una forte e marcata impronta dall'apporto del legno che ne definisce fortemente i caratteri aromatici e sensoriali finali. La degustazione di vini rossi e soprattutto bianchi, che rivelano e risentono maggiormente della qualità della barrique, può far emergere profumi e note aromatiche di tostato, di vaniglia, ecc. in modo molto eterogeneo e non sempre piacevole. Infatti, l'impronta della barrique a volte può sconfinare verso note di carbone, di affumicato e di cenere oppure verso note più erbacee, verdi, di legno fresco, fino a sentori di segatura e di vernice.

Si intuisce, quindi, l'importanza di adottare dei sistemi di controllo che limitino la variabilità della qualità della Barrique non solo in fase di selezione dei lotti di legno in relazione dell'origine geografica ed in fase di stagionatura, come riportato nei precedenti capitoli, ma in particolare a livello della fase della tostatura (Cantagrel, 1993).

Le considerazioni sopra esposte sono state confermate effettuando una valutazione di numerose barriques provenienti da diversi fornitori, realizzate con legno della stessa origine geografica (Allier) e sottoposte allo stesso livello di tostatura (media). Le barriques sono state aperte per valutarne varie caratteristiche:

- esterne:
 - qualità ed omogeneità della grana;
 - direzione dei raggi midollari;
 - presenza di nodi, ecc.;
- interne:
 - confronto del grado di tostatura tra i vari fornitori;
 - presenza di sentori carboniosi, di affumicato e di plastica bruciata oppure di vaniglia, di frutta secca e di mandorla tostata;
 - grado di omogeneità del trattamento termico a livello di ogni barrique;
 - presenza di aree carbonizzate;
 - presenza di sbollature (blisters) dovute all'esplosione di sacche di vapore che si formano nel caso del riscaldamento eccessivamente rapido del legno;
 - grado di penetrazione del calore nello spessore della dogia;
 - qualità dei fondi delle barriques, ecc.

Il confronto comparativo tra barriques provenienti da vari fornitori ha permesso di meglio dimensionare il problema dell'eterogeneità qualitativa di questi contenitori, che è risultato particolarmente rilevante.

Per tali ragioni, presso l'Azienda Castello Banfi, è stato introdotto uno schema di valutazione della qualità delle barriques secondo un protocollo (Protocollo 1), che permettesse di verificare la corrispondenza tra ciò che viene dichiarato dai fornitori e la qualità reale.

Controllo delle barriques in fase di accettazione (Protocollo 1)

- apertura delle barriques in fase di ricezione in cantina e valutazione della grana e di eventuali anomalie;
- confronto comparativo della qualità delle barriques in relazione al livello di tostatura dichiarato;
- valutazione del grado ed intensità della tostatura (grado di penetrazione del calore);
- valutazione della qualità della tostatura (profumi carboniosi, presenza di sbollature, ecc.);
- valutazione di eventuali punti di carbonizzazione e dell'omogeneità della tostatura;
- apertura di procedure di non conformità.

La valutazione delle barriques è stata poi effettuata confrontando non solo vari fornitori, ma anche più barriques dello stesso fornitore al fine di quantificare la riproducibilità del trattamento termico e l'uniformità



qualitativa di lotti di barriques.

Alle luce di queste osservazioni e delle peculiarità e/o problematiche che ogni tipologia di barriques manifestava, si è agito in due direzioni:

1. gestire e sfruttare, in modo consapevole, la variabilità e le peculiarità compositive di alcune tipologie di questi contenitori in relazione alle esigenze enologiche;
2. definire le problematiche di altre tipologie di barriques, verificare i fattori da ottimizzare ed impostare un protocollo di controllo della fase di tostatura, rigoroso e rispondente agli obiettivi enologici aziendali.

Relativamente al secondo punto, in collaborazione con le ditte fornitrici, si è avviato un lavoro di monitoraggio dell'operazione di tostatura in modo da valutare ed ottimizzare i fattori tecnologici (temperatura, umidità, ecc.) che, se non controllati con adeguato rigore, sono causa di una grande disformità qualitativa delle barriques che il tecnico, nella maggior parte dei casi, si trova a subire! L'aspetto principalmente monitorato è stato quello della temperatura del legno nel corso dell'operazione di tostatura, che è stata determinata utilizzando un pirometro a raggi infrarossi, al fine di valutare i seguenti aspetti:

- velocità di riscaldamento del legno ($^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$);
- temperatura massima raggiunta;
- durata media della tostatura;
- grado di omogeneità termica della barrique;
- intensità della sorgente di calore (braciere) e tostatura per diretto contatto fiamma-legno (tostatura per irraggiamento) o attraverso il surriscaldamento dell'aria all'interno della barrique (tostatura per convezione e conduzione).

Tradizionalmente le barriques vengono tostate utilizzando una sorgente di calore molto forte che determina il trattamento termico del legno molto energico e non sempre ottimale.

L'andamento della temperatura di tostatura, così come viene tradizionalmente eseguita, è stato riportato nella Figura 3, dove è evidenziata la temperatura registrata ogni 5' sia nella parte bassa della barrique che in quella alta (a circa 25 cm dalle estremità).

Alla fine della fase di curvatura, la barrique è alla temperatura di circa $90-95^{\circ}\text{C}$; nel corso della tostatura si è registrato un riscaldamento molto eterogeneo tra la parte alta e la parte bassa del contenitore, con una differenza massima di temperatura di 45°C dopo appena 20 minuti di tostatura (Figura 3). Prendendo a riferimento la temperatura di 180°C , che è il livello termico al quale le trasformazioni chimiche a carico dei polimeri del legno iniziano irreversibilmente ad avere luogo, è stato interessante notare che, mentre la parte alta della barrique ha raggiunto tale temperatura dopo appena 18', la parte bassa ha raggiunto la stessa temperatura dopo circa 28'. La velocità di riscaldamento è stata di $7^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ nella parte alta e di $4^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$ nella parte bassa e l'intera superficie in terna della barrique ha raggiunto una certa omogeneità di riscaldamento e di tostatura solo dopo 35 minuti e ripetuti ribaltamenti.

Infine, la parte alta della barrique, dopo 45 minuti di tostatura, ha fatto registrare temperature superiori a 250°C , con evidenti fenomeni di carbonizzazione e combustione del legno.

Si intuisce, quindi, che tale sistema non permette un'omogeneità di riscaldamento e di trattamento, per il fatto che la sorgente di calore determina un rapido riscaldamento della parte alta, a causa del diretto contatto della fiamma con la superficie del legno (irraggiamento diretto), a differenza di quanto accade nella parte bassa dove il riscaldamento avviene principalmente per il surriscaldamento dell'aria (convezione) e, ovviamente, meno per diretto contatto con la fiamma. Un'operazione che generalmente il mastro bottaio effettua per limitare tale evidente eterogeneità di tostatura è quella di rovesciare ripetutamente la barrique nel corso del trattamento termico. In questo modo, si riesce a limitare la formazione di aree più o meno tostate per diretto contatto della fiamma con il legno e si determina anche un significativo raffreddamento della barrique stessa, il cui regime termico diventa ancora più variabile. Questo sistema di tostatura era probabilmente la ragione della grande eterogeneità di trattamento che era stata riscontrata tra le barriques ispezionate, anche considerando il fatto che la precisione di esecuzione di tale operazione è seguita in modo molto empirico. Per limitare questi inconvenienti, è stato definito un sistema di tostatura che garantisca una maggiore uniformità di trattamento.



L'operazione di tostatura è stata eseguita avendo due accorgimenti:

1. utilizzare una sorgente di calore con poca fiamma, ma molto ricca di carbone ardente, al fine di avere una grande emissione di calore non attraverso la fiamma diretta;
2. contenere il calore all'interno della barrique attraverso un coperchio forato che evitasse un'eccessiva dispersione termica e "saturasse" l'intera superficie interna del contenitore con l'aria surriscaldata, in modo da favorire un riscaldamento uniforme e graduale della superficie interna della barrique.

L'andamento della temperatura registrato nel corso del trattamento termico è riportato nella Figura 4. Si è constatato che tale sistema permette il raggiungimento della temperatura di 180°C sull'intera superficie interna della barrique in modo omogeneo dopo circa 16-18 minuti di tostatura, con una velocità di riscaldamento in media di 4°C/minuto. La tostatura della barrique è risultata così molto uniforme, senza formazione di punti di carbonizzazione e senza l'insorgere di reazioni di combustione anche a temperature massime di 220°C. Un aspetto particolarmente importante ai fini enologici è quello del grado di tostatura non solo in superficie, ma anche in profondità, a 8-10 mm dalla superficie, che entrerà a contatto con il vino nel corso della vita della barrique, che varia in media 3-5 anni. Infatti, è importante parlare di vita enologica della barrique in riferimento alla qualità e quantità delle sostanze che questa è in grado di cedere nel corso del suo ripetuto utilizzo.

La valutazione di tale importante aspetto della qualità della barrique è stata effettuata prelevando campioni di doghe, che sono state tagliate nella parte mediana, e confrontando il grado di cambiamento del colore imputabile all'operazione di tostatura attraverso lo spessore delle doghe stesse. È stato interessante constatare che con il sistema di tostatura tradizionale si raggiunge un maggior grado di imbrunimento e carbonizzazione della superficie delle doghe, rispetto ad una tostatura dove il contatto fiamma-legno è fortemente limitato, a parità di temperatura massima raggiunta. A questo maggiore livello di tostatura della superficie non è corrisposta, però, una significativa tostatura anche in profondità, che invece è stata maggiormente evidente nella tecnica di tostatura a temperatura controllata.

Con quest'ultima tecnica, infatti, il riscaldamento della superficie è molto più graduale ed avviene principalmente per aria calda (convezione) più che per irraggiamento (fiamma diretta), evitando la carbonizzazione della superficie e favorendo il riscaldamento del legno anche in profondità. Infatti, alla fine del processo di tostatura, la temperatura esterna della barrique è stata di 90-100°C con il sistema tradizionale, e di 120-130°C con la tecnica di tostatura a temperatura controllata, a conferma della maggiore penetrazione del calore attraverso la struttura del legno. Infine, dal punto di vista analitico, la tecnica di tostatura a temperatura controllata ha favorito una minore variabilità della concentrazione dei polifenoli ellagici. Infatti, a fronte di un valore medio di concentrazione dei tannini ellagici pressoché simile (1,45 mg/g contro 1,69 mg/g, rispettivamente, con la tecnica di tostatura a temperatura controllata e quella tradizionale), si è riscontrata una enorme variabilità tra i vari campioni analizzati (varianza del 29% contro il 152%, rispettivamente). Queste osservazioni ci portano semplicemente a far presente che tutte le tecniche di tostatura possono essere valide, anche perché affermate negli anni e validate da decenni di esperienza che le varie ditte, e soprattutto i mastri bottai, hanno acquisito. Il passo in avanti che occorre fare è invece quello di capire le conseguenze e le trasformazioni che le varie tecniche hanno sulla qualità delle barriques in modo da prendere meglio coscienza dei vantaggi, dei limiti e dei pregi di ogni tipologia, in modo da definirne la destinazione e l'utilizzo più mirato ed adeguato.

Di conseguenza, deve essere attentamente valutata la loro incidenza sulla composizione finale del legno nel momento in cui viene scelta una modalità di esecuzione della tostatura rispetto ad un'altra. Prendere quindi le misure della eterogeneità qualitativa delle barriques significa poter valorizzare opportunamente questa variabilità, oltre che introdurre, interventi che permettono di ottenere barriques più compatibili con gli obiettivi.

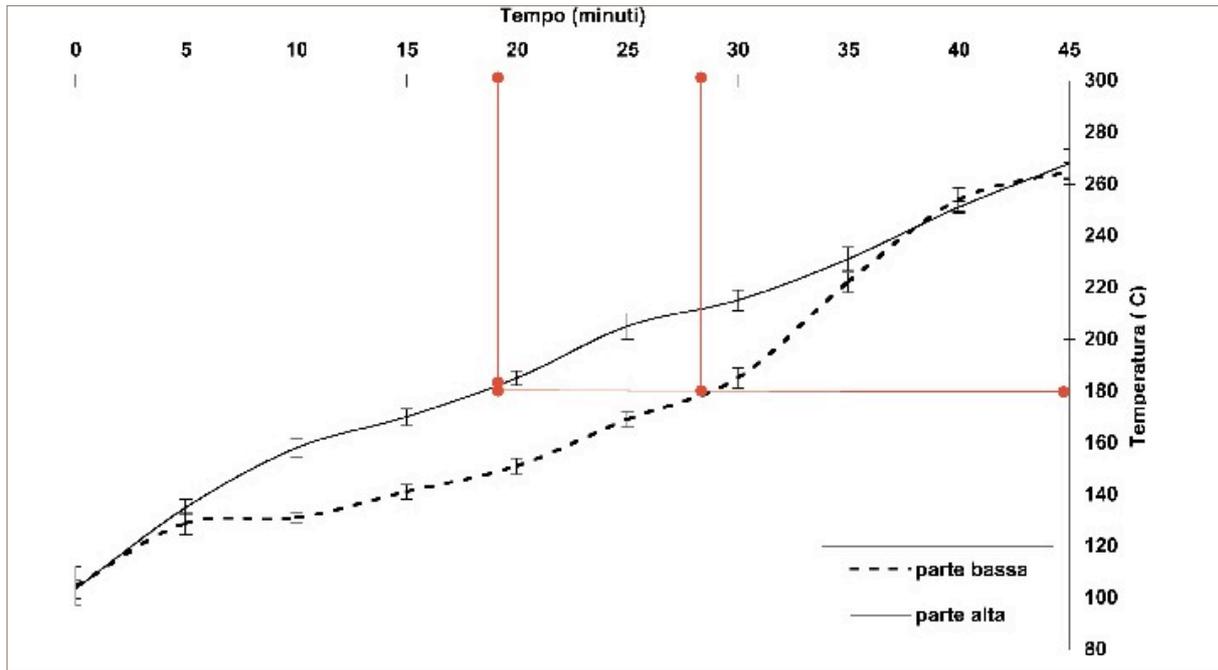


Figura 3 - Tecnica di tostatura tradizionale.

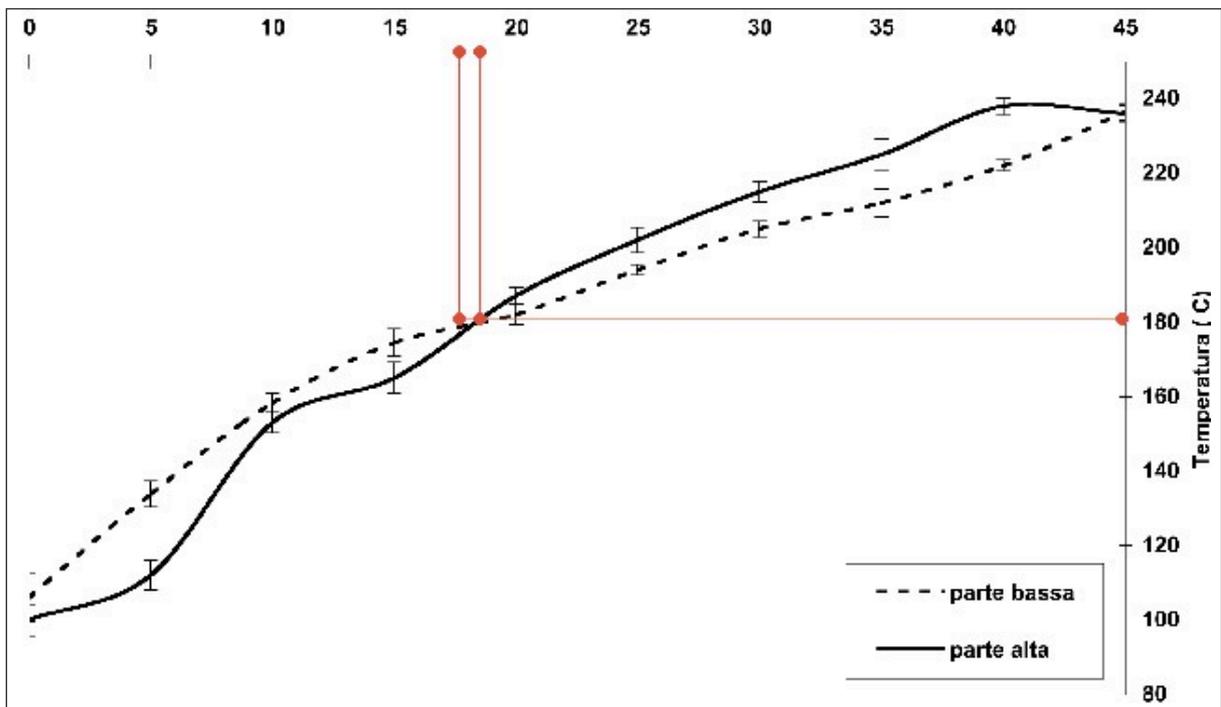


Figura 4 - Tecnica di tostatura con controllo della temperatura.

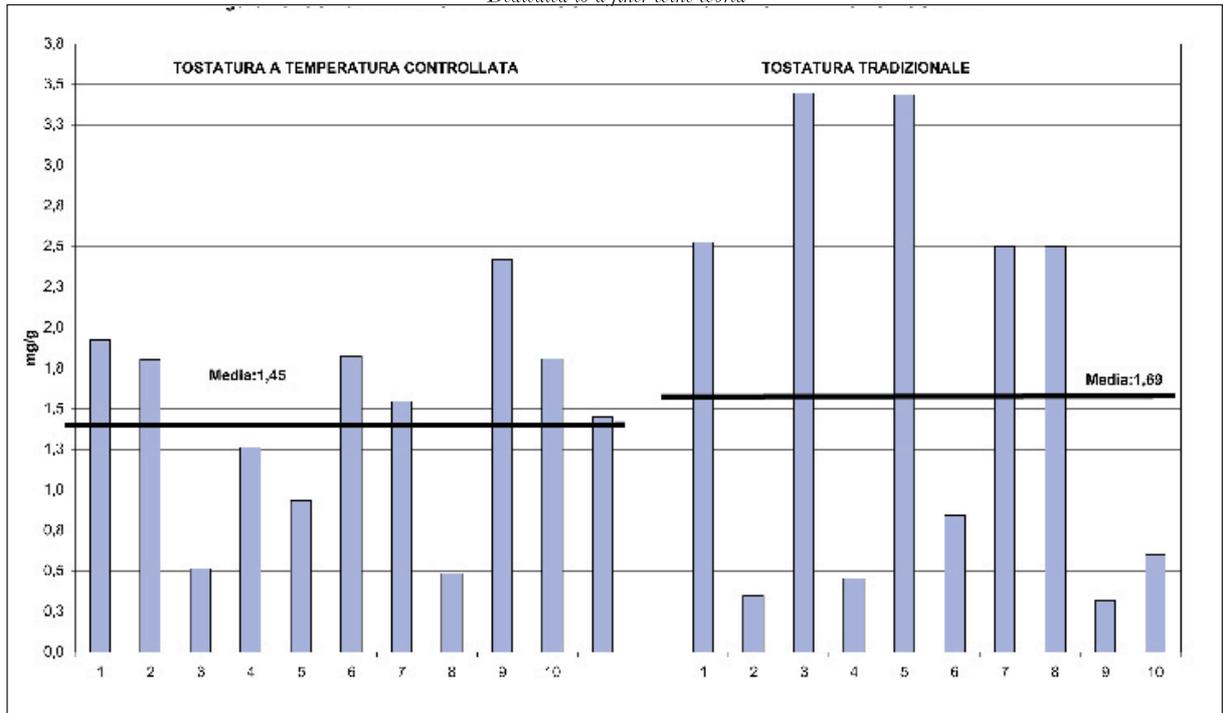


Foto 5 - Concentrazione di ellagotannini nei campioni di legno tostati.



La cantina nel divenire

Bucci T.

Contesto locale

Fuori il caldo era rovente, ma nella sala c'era un fresco antico, antico come il vecchio palazzo comunale con la sala con affaccio su Piazza del Popolo. Il neo-sindaco ci ascoltava con interesse, ma anche con qualche malcelata perplessità. Gli parlavamo di progetti che forse dovevano sembrargli eccessivi.

Quelli, infatti, erano gli anni dell'imprenditoria mordi e fuggi. L'Italia, soprattutto il sud (ex area Cassa del Mezzogiorno), era piena di improbabili imprenditori che, grazie ad aiuti pubblici di vario genere, realizzavano insediamenti produttivi che mai sarebbero poi entrati in produzione. Questa volta, però, era diverso, di aiuti non c'era nemmeno l'ombra, inoltre era difficile immaginare che chi pianta la vigna scappi prima che questa produca. C'era per la verità il timore che una comunità con una grande storia passata potesse essere stravolta dal nuovo grande imprenditore "La Villa Banfi" così come ci chiamavamo allora. Per contro il forte spopolamento (da oltre 12.000 a 5.000 abitanti) dovuto all'abbandono delle campagne, in gran parte latifondi, un tempo condotti in regime di mezzadria, insieme alla perdita di competitività delle storiche attività artigianali, rendevano auspicabile ogni progetto di insediamento produttivo. Gli amministratori locali di allora avevano intuito, fra mille polemiche, che la Villa Banfi poteva mettere in campo risorse ed idee per far decollare Montalcino e il suo vino principe "il Brunello" già allora prestigioso, ma sostanzialmente sconosciuto ai più. Il dibattito, ma più corretto sarebbe dire lo scontro, fu grande, fra chi, come allora era di moda, puntava sull'industria, e chi invece, del tutto controcorrente, azzardava ipotesi di sviluppo, puntando sulle produzioni agricole di qualità.

Ma proprio dall'interno del mondo agricolo venivano le resistenze maggiori. Le grandi aziende agricole ed i coltivatori diretti, parte dei quali ex mezzadri, erano di norma in perenne conflitto gli uni con gli altri, ma preoccupati dalla presenza del nuovo arrivato, fecero fronte comune, per ostacolare con ogni mezzo, il nostro insediamento.

In questo clima veniva elaborata una prima stesura del progetto delle cantine, che aveva come linee guida:

- massima razionalità dei locali;
- controllo delle temperature in ogni fase di lavorazione;
- ambienti di lavorazione impeccabili dal punto di vista igienico e della sicurezza;
- completa integrazione della cantina nella filiera vigna-cantina-vino-mercato;
- giusto equilibrio fra innovazione e tradizione;
- espandibilità dei locali in funzione della crescita prevista e prevedibile;
- apertura della cantina come mezzo principe di

comunicazione dei vini e del territorio. Quest'ultimo punto suscitò ogni tipo di ilarità perché quelli erano anni nei quali le grandi cantine erano, in generale, viste come un luogo che si preferiva tenere nascosto.

Si dava dignità all'uva e al vino, quasi mai alla cantina; le eccezioni erano rare e quasi sconosciute alla gran massa dei bevitori di vino.

L'insieme delle condizioni, politico locali, e degli input della Famiglia Mariani rappresentava una sfida ambiziosa e complessa, perché inoltre si voleva affermare che: la qualità non è legata alla dimensione, all'abusato concetto del "piccolo è bello", ma che la qualità è solo un fatto volontario tenacemente perseguito; semmai era il mercato dei vini di qualità che ancora non era pronto ad assorbire le grandi quantità, ma le cose, come abbiamo visto sono poi completamente cambiate.



La prima stesura del progetto era ribaltata di 180 gradi rispetto alla cantina poi realizzata. Entrando in cantina, dal lato dove si entra ora, avremmo trovato l'imbottigliamento ed all'estremo est la vinificazione, ora è esattamente il contrario. Questo ribaltamento del progetto originario fu il risultato di un dinamico confronto con l'amministrazione locale e portò ad un iniziale dimezzamento della superficie edificabile. Con questa misura si voleva garantire che la crescita della cantina fosse commisurata allo sviluppo dell'investimento ed alla relativa attività produttiva ed occupazionale. Come evidenziato dalle fasi di crescita, la possibilità di espandere in fasi successive la cantina verso ovest si è dimostrata nel tempo ottimale, sia dal lato tecnico che logistico.

Contesto economico commerciale

Visto che i vigneti vennero piantati a partire dal 1978, grosso modo circa 70 ha all'anno, per arrivare assieme ai 110 ha acquistati nell'84 agli attuali 850 ha, la cantina doveva vinificare e vinificò le prime uve a partire dal 1982, la stessa doveva inoltre generare quanto prima le entrate per far vivere di risorse proprie tutta l'attività aziendale. Non va dimenticato infatti che le vigne impiegano 5 anni per dare la piena produzione e che i vini di questa zona, vedi il Brunello, sonnecchiano per altri 5 anni in cantina. Perciò in attesa dei ricavi dovuti alla commercializzazione dei vini prodotti con uve dei nostri vigneti e per non dover cercare altri fondi per la gestione corrente oltre a quelli cospicui già spesi per gli investimenti iniziali, si rese indispensabile ricercare altri ricavi che rendessero meno onerosa la fase iniziale, in attesa dei ricavi posticipati sopraddetti.

Questa opportunità ci veniva data dalla possibilità di imbottigliare, a Montalcino, tutti quei vini che già allora la Villa Banfi USA acquistava in Italia e commercializzava soprattutto nel Nord-America; questa possibilità si restringeva ovviamente ai soli vini prodotti altrove, che era consentito imbottigliare a Montalcino, in aggiunta ai vini montalcinesi. Fu grazie a due vini da tavola, il Bell'Agio e la famiglia degli Entree, insieme a vari altri vini italiani più o meno importanti, che potemmo sopravvivere, senza ulteriori aiuti, i lunghi anni di attesa dell'uscita di quantità significative dei nostri vini prodotti dalle nostre uve. Per la verità, i programmi iniziali, seppur roboanti, erano molto meno ottimistici di quella che poi è stata la realtà futura.

Allora si pensava che il grosso dei consumi sarebbe stato coperto da vini-bevanda per le giovani generazioni; non si dimentichi che in quegli anni la stragrande maggioranza dei vini era consumata come vini sfusi e che pertanto modestissima era la quota parte dei vini imbottigliati.

Comunque l'idea di base era metà bianche, metà rosse, metà tradizionali, metà internazionali, così come si diceva allora. Le tradizionali erano rappresentate dal Sangiovese, i cui cloni sono localmente chiamati Brunello, argomenti largamente trattati in questa pubblicazione, mentre fra le bianche si puntava sul rilancio dell'antichissimo ed un tempo prestigioso Moscadello, allora in vero quasi dimenticato. Fra le cosiddette internazionali spiccavano principalmente lo Chardonnay ed il Cabernet Sauvignon.

Questa impostazione ci avrebbe consentito una lunga vendemmia Chardonnay-Moscadello Sangiovese-Cabernet Sauvignon, cosicché ci sarebbe stato un razionale impiego delle risorse umane e strumentali sia della parte agricola che della cantina.

Sarebbe stata infatti del tutto ingestibile un'attività di queste dimensioni (più di 700 ha di vigna in produzione su 850 ha vitati) con un periodo vendemmiale di 2 settimane anziché di 2 mesi.

L'aver puntato sin dall'inizio sull'imbottigliamento ci consentiva di avere un nucleo di cantinieri imbottiglieri che, con modeste integrazioni di operai stagionali, ci avrebbe fatto superare senza eccessivi problemi il pesante periodo vendemmiale.



Impostazione della cantina

La cantina nella sua espandibilità a spina di pesce prevedeva sin dall'inizio:

- 1) Ricezione uve con pesa ponte e rifrattometro.
- 2) Vinificazione: 2 linee di diraspa pigiatura, 10 presse orizzontali idrauliche con carico scarico completamente automatizzato; 6 vinificatori verticali termocondizionati autosvinanti.
- 3) Filtrazione trattamento mosti: 9 serbatoi termocondizionati per la chiarifica, 2 refrigeratori a corpo raschiato, 2 filtri feccia a piastre, 1 centrifuga per mosti, 1 per vini, 1 filtro a farina con scarico per vibrazione, 1 filtro fisso a farina con scarico centrifugo, 1 impianto di pastorizzazione dei mosti.
- 4) 3 celle frigorifere per la conservazione del mosto di Moscadello.
- 5) Approntamento fermentazione: 12 serbatoi per la fermentazione, 24 autoclavi per la presa di spuma, serbatoi per il taglio, centrifuga ermetica per vini, filtri a cartoni, scambiatore di calore a piastre.
- 6) Bottai: botti e barriques.
- 7) Linea imbottigliamento e magazzino.
- 8) Servizi tecnici: 2 Cabine elettriche, 1 gruppo elettrogeno di soccorso, centrale idrica potabile, antincendio, centrale termica, criocentro dell'azoto liquido, centrale aria compressa, centrale frigorifera, impianto depurazione acque reflue.
- 9) Uffici, laboratorio, officine.
- 10) Servizi per il personale.

Architettura

La superficie iniziale era complessivamente di circa 14.300 m², dei quali, 4.000 al piano interrato. Dimensioni del genere non potevano essere integralmente realizzate con strutture tradizionali; si pensò che al fine di evitare alla geometria della linea d'imbottigliamento ostacoli strutturali fu pensata una avveniristica grande sala 60 metri x 60 con travi di 48 metri e due soli pilastri all'interno; in altri ambienti di lavoro volevamo luci libere variabili da 24 ai 34 metri, pertanto due terzi delle superfici furono realizzate con strutture prefabbricate. L'Architetto Marcello Matteini fu molto abile a movimentare ed armonizzare volumetrie così impegnative, con elementi così economici come i prefabbricati. Lo stesso ebbe più possibilità di sbizzarrirsi con la bottai e la barricaia. Seppe inoltre vestire brillantemente il tutto con le sistemazioni esterne a verde, ma anche rendere piacevole la vista dall'alto, considerato che la cantina è in un fondo valle, sovrastata ad un centinaio di metri dalla Strada Provinciale della Maremma.

Tutto ciò almeno 20 anni prima della calata in massa, verso le cantine, delle grandi firme dell'architettura.

All'interno i locali prevedevano normalmente pavimentazioni in klinker fucato con la stuccatura in resina epossidica con pendenze superiori all'uno per cento.

A seconda dei casi, i punti di drenaggio erano realizzati con canalette o con pozzetti, quindi con pendenze in 2 o in 4 direzioni. Molto spesso le superfici sotto i serbatoi non soggette a transito pesante furono risolte con resine epossidiche in film sottile o con resine poliuretatiche autolivellanti.

Le pavimentazioni in klinker presentano caratteristiche ottimali:

- Robustezza e resistenza all'usura anche del traffico pesante, vedi fork lift a gommatura piena.
- Resistenza agli aggressivi chimici (acidi, alcali, detersivi, solventi).
- Facilità di lavaggio e sanificazione.
- Resistenza all'impregnamento con oli e/o sostanze coloranti, facilmente lavabili.
- Buoni coefficienti d'attrito anche in presenza d'acqua (quindi intrinsecamente antiscivolo).



Tecnologia del freddo

Il controllo delle temperature in ogni fase lavorativa fu, come si è detto, uno dei capisaldi della cantina, anche se all'epoca in Italia la cosa era alquanto rara addirittura controversa e con poche applicazioni.

- Fu deciso di controllare le temperature di fermentazione sia dei bianchi che dei rossi, con trolare anche le fasi di lavorazione e stoccaggio dei vini in serbatoi o dei vini in élevage in botti e barriques, ma anche dei vini imbottigliati in attesa di confezionamento o di spedizione.
- L'utilizzo del freddo avviene nei modi più disparati.
- Con espansione diretta o con fluido secondario, con prodotto in movimento in scambiatori tubolari o a piastre;
- Con prodotto fermo in serbatoi variamente refrigerati ed isolati o in celle frigorifere.

Dopo le resistenze iniziali, la catena del freddo, nel corso degli anni, è stata integralmente accettata, anzi la sua applicazione si è via via spostata sempre più a monte:

- fermentazione termocontrollata.
- Refrigerazione dei mosti bianchi post-pressatura.
- Refrigerazione delle uve pigiate.
- Refrigerazione in cantina delle uve intere con neve carbonica o con sosta preventiva in cella frigorifera.
- Refrigerazione in vigna post raccolta con neve carbonica o con carri refrigerati.
- Raccolta notturna.

L'evoluzione

Qui di seguito sono riportate le tavole grafiche che partono dal primo progetto elaborato negli anni 79/80 ai primi lotti di cantina costruiti a partire dal 1982, anno della prima vendemmia.

L'evoluzione è ben documentata dalla tabella i cui numeri testimoniano il concreto sforzo realizzato negli anni dalla Banfi in direzione dei vini di qualità. Dall'esame di questa tabella emergono infatti alcuni indici che evidenziano meglio di ogni altra cosa questo sforzo.

- 1) La capacità di vinificazione in rosso passa da un peso del 7,3% rispetto alla capacità totale del 1984 ad un 16,7% del 2003.
- 2) La capacità media dei tini inox passa da 515 a 283 hl.
- 3) L'incidenza di botti e barriques sulla capacità totale cresce dal 15,5 al 21,5% dopo un minimo nell'anno, '86 del 13%.
- 4) L'incidenza delle barriques rispetto alla capacità totale dei contenitori in rovere sale dal 16,2 al 63,7%.

Tutto ciò testimonia:

- 1) La crescente importanza dei vini rossi.
- 2) Il passaggio da produzioni massificate a produzioni diversificate con piccole tirature cru.
- 3) La crescita dei vini rossi in élevage.
- 4) Il passaggio dalle botti in rovere, viste principalmente come contenitori, alle barriques considerate soprattutto come conservatrici esaltatrici del patrimonio qualitativo naturale delle uve.



Non solo élevage

In questi anni il lavoro sul rovere è stato così grande che via via è stato rivisto a 360 gradi.

Quindi oltre alle operazioni di élevage per prima cosa abbiamo rispolverato, non senza qualche scetticismo, i vecchi tini troncoconici per la fermentazione delle uve rosse.

Dopo alcune prove, su un solo tino da 50 hl. (2001/2002/2003) abbastanza interessanti dal punto di vista qualitativo, ma molto scoraggianti riguardo alla funzionalità, abbiamo deciso con il nostro abituale fornitore di provare due tini modificati. Un tino nel quale è stato praticato sul tradizionale fondo di base un foro con diametro pari alla metà del diametro del fondo stesso. Su quest'apertura è stato flangiato verso il basso un fondo in acciaio inox, attrezzato con scivolo di scarico e pala rotante per l'estrazione meccanica delle vinacce umide. Un secondo tino è stato realizzato applicando un fondo di base completamente inox all'incirca della stessa tipologia del precedente.

In questo caso il tradizionale accoppiamento doghe del tronco cono col fondo, entrambi in rovere, è stato rivoluzionato accoppiando doghe in rovere con fondo inox (sistema variamente brevettato).

I risultati qualitativi sono stati ancora positivi e così, come negli anni precedenti, abbiamo ottenuto, a partire dalle stesse uve, vini apprezzabilmente migliori.

La gestione della fermentazione è rimasta sempre complessa con il solo miglioramento dello scarico delle vinacce umide.

Difficili i rimontaggi ma, soprattutto il controllo del profilo delle temperature, le operazioni di rimontaggio e/o di follatura hanno comportato non pochi problemi igienici per lo sporcamento della parte superiore del cielo del tino. Questo è un inconveniente strettamente legato alla geometria di questi tini e rende oltretutto molto difficili e poco efficaci le operazioni di pulizia.

Abbiamo inoltre verificato che questi tini durante l'anno, allorché svolgono funzioni di élevage, avrebbero avuto bisogno di soggiornare in ambienti a temperatura ed umidità controllate, il classico 18°C, 70÷80% U.R. Queste condizioni nel nostro caso, e non solo, non sono presenti nel reparto vinificazione. D'altronde l'opportunità di usare i tini di fermentazione troncoconici anche per l'elevage è suggerita dal fatto che è del tutto noto e sconsigliato tenerli vuoti, per via della formazione di muffe e del proliferare di ogni forma di lieviti, batteri ecc. Riflettendo su tutto ciò ed avendo fugato i dubbi sulla scarsa tenuta dell'accoppiamento doghe in rovere-fondo in acciaio, abbiamo pensato ad un decisivo balzo in avanti.

Al corpo, costituito dalle pareti in doghe di rovere del tronco cono, è stato aggiunto un fondo ed un coperchio completamente attrezzati. Si è cercato inoltre di risolvere il problema del periodico rinnovo delle doghe del troncocono, che secondo i più vanno cambiate ogni 4÷5 anni, mentre la parte inox è, per sua natura, quasi eterna, semmai va rinnovata per eventuale obsolescenza tecnologica.

Si è pensato perciò di accoppiare alle doghe un robusto anello flangiato in acciaio inox al quale flangiare, a sua volta, la parte inox del tino; per accoppiare e disaccoppiare basterà avvitare e svitare i bulloni della grande flangia.

Ne è derivato un tino composito che ha una parte inferiore con una specie di grande scodella inox che contiene principalmente:

- il sistema automatico di rimontaggio;
- una fascia di refrigerazione;
- una fascia di riscaldamento;
- una portella a ghigliottina per lo scarico delle vinacce umide;
- un estrattore a pale rotanti;
- tutti gli accessori, rubinetti sonde assaggia vino;
- il quadro di controllo e comando.

Segue poi il tronco di cono in rovere, libero da ogni accessorio.

Al di sopra del tronco di cono e accoppiato, col solito sistema dell'anello flangiato, è presente un cappello di chiusura attrezzato con:

- fascia di refrigerazione;
- irroratore sopraccappello (delle vinacce);





- irroratore sottocappello;
- vaso d'espansione;
- una minigonna in lamierino inox per evitare l'intrappolamento di liquidi e o vinacce nella corona circolare fra rovere e cappello di chiusura.

Il cappello superiore inox consente di sfruttare completamente le doghe durante la fermentazione. E' infatti noto che i tini vengono caricati con uve pigiate con circa l'ottanta per cento della loro capacità, per questo la sommità dei tradizionali tini in rovere è praticamente non utilizzata in fase di fermentazione. Col tino composito lo spazio libero coincide col cappello inox, la cui fascia di refrigerazione inutilizzabile in vendemmia, diventa utilissima in fase d'élevage.

Le prove effettuate durante la vendemmia 2005, nel confermare le attese dal punto di vista qualitativo, ci hanno sorpreso per la funzionalità, per la quale nutrivamo qualche riserva.

Abbiamo infatti positivamente testato sia la tradizionale fermentazione in rosso ma anche quella delle uve bianche, non riscontrando alcuna differenza funzionale rispetto ai migliori tini completamente inox.