

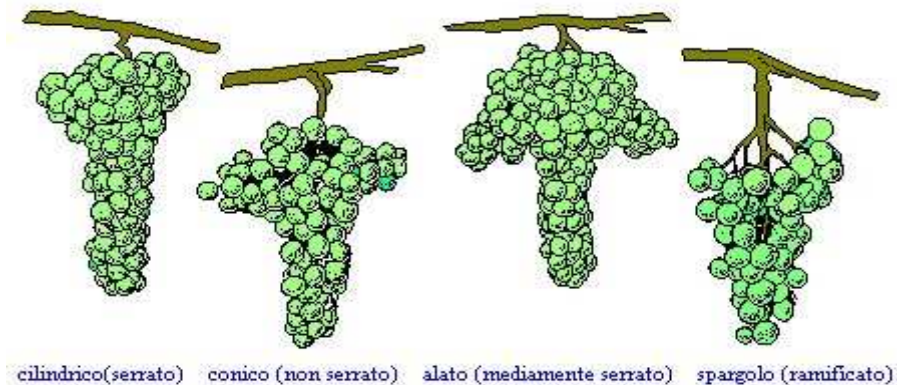
L'INDUSTRIA ENOLOGICA

1) L'UVA E LA SUA STRUTTURA

Il frutto della vite è l'**acino**, che dal punto di vista botanico è una bacca.

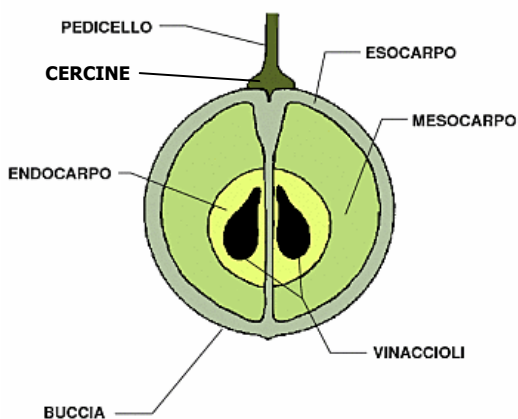
Gli acini sono raggruppati nel **grappolo**, un frutto composto costituito dal **rachide** (la parte legnosa) con i **racemoli** che terminano nel **pedicello** a cui è attaccato l'acino per tramite del **cercine**.

I **grappoli** possono essere più o meno grandi, serrati o spargoli, di forma cilindrica o conica, con le ali più o meno accentuate. La forma è spesso una caratteristica varietale.



Il **raspo** (o graspo o rachide o rafide) è il 3-5% del peso totale. Il raspo, tranne alcuni casi, non è lasciato nel mosto in fermentazione. In esso è presente un'elevata concentrazione di polifenoli del tipo tannini. I tannini presenti nel raspo sono molto astringenti.

L'**acino** si compone di: *esocarpo* o buccia (al massimo il 10% dell'acino), *mesocarpo* o polpa (che è la porzione prevalente) e *endocarpo* (al massimo il 5% dell'acino), costituito prevalentemente da 2-4 semi che nel caso specifico si chiamano vinaccioli.



La buccia. Al di sopra di essa si trova uno strato di cera (pruina) su cui vivono diversi microorganismi; durante la vinificazione in rosso la pruina può essere degradata fino a composti aromatici.

I componenti più interessanti della buccia sono i *polifenoli*, fra i quali rientrano i pigmenti colorati (gli antociani rossi e i flavoni gialli) e i tannini (quelli della buccia sono meno astringenti), e le *sostanze aromatiche*. Nella buccia si trova anche la clorofilla che conferisce il colore verde agli acini acerbi.

La polpa. I componenti più interessanti sono gli zuccheri e gli acidi organici; gli zuccheri sono più concentrati nella parte più esterna, mentre gli acidi organici nella parte interna verso i vinaccioli.

I vinaccioli contengono un'elevata quantità di olio e infatti sono usati per la produzione di olio di vinaccioli. Contengono un elevato contenuto di polifenoli del tipo tannini che sono abbastanza astringenti.

2) COMPONENTI DELL'UVA E DEL MOSTO

Il principale componente è l'acqua, che rappresenta il 70-80% del totale.

Gli altri componenti sono riportati di seguito in ordine di importanza quantitativa.

GLI ZUCCHERI

Nell'uva sono presenti monosaccaridi, oligosaccaridi e polisaccaridi. I monosaccaridi sono assolutamente gli zuccheri più importanti (circa il 98% degli zuccheri totali).

Monosaccaridi

Si tratta quasi esclusivamente di *glucosio* e *fruttosio*.

Ciascuno di loro è presente in concentrazione pari al 7-15% e il rapporto tra essi a maturazione è prossimo a 1. Sono zuccheri fermentescibili cioè sono utilizzabili dai microrganismi (lieviti) come substrato per la fermentazione alcolica. Sono inoltre dolci (il fruttosio ha potere dolcificante doppio rispetto al glucosio).

Dal punto di vista chimico il glucosio è uno zucchero *aldososo* perché la sua molecola contiene un gruppo terminale -CHO, tipico delle aldeidi (*aldo-*) e perché è composta da sei atomi di carbonio (*-esoso*). La sua formula molecolare è C₆H₁₂O₆. Il fruttosio ha la stessa formula bruta del glucosio (sono isomeri) ma diversa formula di struttura: è, infatti, un *chetoesoso* perché la sua molecola contiene un gruppo -CO interno, tipico dei chetoni (*cheto-*) e perché è composta da sei atomi di carbonio (*-esoso*).

Nell'uva e nel mosto sono inoltre presenti anche monosaccaridi pentosi non dolci e non fermentescibili, quali l'arabinosio, il ribosio, lo xilosio, che però fungono da substrato per i microrganismi della fermentazione malolattica.

Richiami di chimica organica: chiralità

Un atomo si dice *chirale* o *asimmetrico* quando è tale che l'inversione della posizione dei gruppi a lui legati fa sì che la molecola cambi completamente (cioè non basta una piccola rotazione a riportare la molecola nella situazione originale).

Per essere chirale un atomo deve:

- avere tutti legami singoli
- essere legato a gruppi tutti diversi fra loro

Richiami di chimica organica: isomeria

Il glucosio è un composto chirale e presenta, pertanto, isomeria strutturale.

Si possono, infatti, presentare due forme di glucosio, il D-glucosio e l'L-glucosio.

Il D-glucosio presenta il penultimo gruppo OH a destra della struttura molecolare (secondo le formule di Fischer), mentre l'L-glucosio presenta il penultimo gruppo OH a sinistra della struttura molecolare. Dei due, solo il D-glucosio è utilizzato e prodotto dagli organismi viventi.

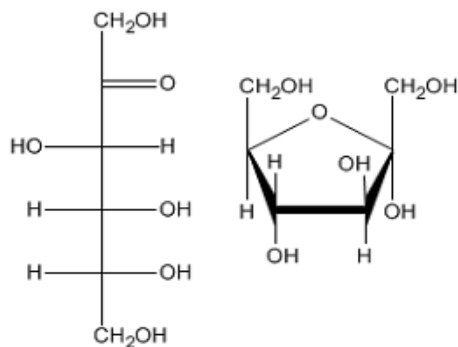
Tutti gli altri isomeri, cioè quelli che hanno gli altri OH in diversa posizione, sono zuccheri diversi con un nome diverso.



Tutti i composti chirali hanno attività ottica, cioè deviano un raggio di luce polarizzato. Ogni zucchero ha il suo potere di deviazione che dipende dal tipo di molecola e dalla sua concentrazione: la deviazione può essere verso destra (zucchero destrogiro, indicato con (+)) o verso sinistra (zucchero levogiro, indicato con (-)).

Gli isomeri D e L hanno sempre un potere deviatorio opposto. Nel caso del glucosio, il D-glucosio ruota il piano della luce polarizzata verso destra (ossia in senso orario) ed è perciò noto anche con il nome di *destrosio*.

Anche il fruttosio presenta due isomeri strutturali che hanno anche attività ottica. A differenza di quanto avviene per il glucosio, il D-fruttosio è però levogiro (il composto è D(-)-fruttosio), mentre l'L-fruttosio è destrogiro (il composto è L(+)-fruttosio). Il D(-)-fruttosio viene chiamato anche *levulosio*.



D(-)-fruttosio

Gli zuccheri presentano anche un'altra forma di isomeria. Infatti, quando la molecola di uno zucchero si chiude ad anello, può farlo in due modi diversi. Il gruppo -OH neoformato può infatti puntare verso il basso o verso l'alto rispetto al piano medio della molecola: nel primo caso si parla di forma α , nel secondo di forma β . In soluzione acquosa le due forme si convertono l'una nell'altra (*mutarotazione*) e nel giro di qualche ora le proporzioni si stabilizzano su un rapporto tipico per ogni zucchero.

Oligosaccaridi

Il più importante è il saccarosio. Esso è presente nell'uva in concentrazione che può arrivare al 2%.

Non è, invece, presente nel mosto perché l'enzima invertasi lo scinde. Ciò avviene perché nel mosto le cellule dell'uva sono lese e il saccarosio può venire a contatto con l'invertasi.

Polisaccaridi

Il polisaccaride più presente nell'uva è la pectina che è un gelificante. Un gel è una soluzione solida costituita da una macro molecola che forma un reticolo tridimensionale; in questa rete le molecole d'acqua sono trattenute fisicamente in grandissima quantità tanto è vero che il gel è spesso definito una "soluzione solida".

La struttura gelatinosa dell'acino d'uva è data proprio dalle pectine.

È bene ricordare che le pectine sono poligalatturonati di calcio e magnesio.

Le pectine sono infatti in primo luogo polimeri dell'acido galatturonico.

Le catene lineari di acido galatturonico sono poi legate assieme da catene di zuccheri pentosi uniti fra loro: i gruppi OH degli zuccheri reagiscono con i COOH degli acidi e formano un legame estere.

Un ulteriore collegamento tra catene lineari è dato da ioni Ca^{++} e Mg^{++} che legano i gruppi COOH deprotonati.

Si forma così una maglia tridimensionale in cui si imprigiona l'acqua.

Le pectine hanno aspetti negativi in quanto mantengono più viscoso il mosto rallentandone l'illimpidimento.

GLI ACIDI ORGANICI

Gli acidi organici sono per importanza il secondo componente dell'uva e del mosto dopo gli zuccheri (che complessivamente rappresentano, lo ricordiamo, il 20-30%). La loro concentrazione è mediamente del 1,5-2% (che

equivale a 15-20 g/L).

I principali acidi organici sono 3:

- acido tartarico
- acido malico
- acido citrico

Si tratta di acidi organici, quindi di acidi di media forza oppure deboli. Tuttavia l'acido tartarico e l'acido citrico sono più forti dell'acido malico. I primi due, infatti, hanno una pKa pari a 3 mentre l'acido malico ha una pKa uguale a 3,5.

Gli acidi organici sono responsabili di alcuni sapori:

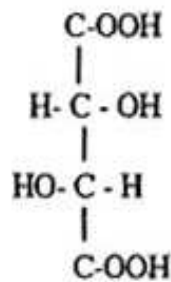
- l'acido tartarico, presente in quantità superiore agli altri, influisce molto sul sapore di *acido*,
- l'acido malico è responsabile di un sapore *aspro* generalmente sgradevole,
- l'acido citrico causa un gradevole ma poco marcato sapore acidulo che dà senso di *freschezza*.

Acido tartarico

L'acido tartarico, sintetizzato nelle foglie ma anche nell'acino, si accumula nell'acino soprattutto nella polpa.

La sua concentrazione nell'acido diminuisce nel corso della maturazione: nell'acino acerbo la sua concentrazione è elevata ma diminuisce negli ultimi stadi di sviluppo arrivando ad una concentrazione finale di 8-10 g/L nei climi freddi e di 3-4 g/L nei climi caldi.

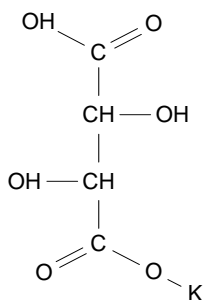
Dal punto di vista chimico è un acido bicarbossilico. La forma presente in natura è quella L.



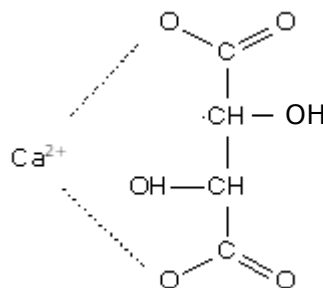
acido L-tartarico (formula di Fischer e formula di struttura classica)

Nell'uva e, soprattutto, nel mosto, l'acido tartarico si trova salificato dallo ione potassio, molto abbondante nell'acino. Un composto che si forma è il **tartrato acido di potassio** (detto anche bitartrato di K o "cremortartaro") nel quale una sola delle funzioni acide dell'acido tartarico è salificata. Questo composto è poco solubile e precipita. L'acido tartarico può anche essere completamente salificato dal potassio a formare il tartrato neutro di potassio ma questo composto è piuttosto solubile e non dà problemi.

L'acido tartarico forma un altro sale poco solubile che precipita nel mosto: si tratta del **tartrato neutro di calcio**.



tartrato acido di potassio



tartrato neutro di calcio

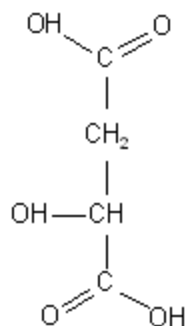
La solubilità dei tartrati diminuisce in soluzioni idroalcoliche: man mano che procede la fermentazione, quindi, i tartrati divengono via via meno solubili e tendono a precipitare ancor di più (li si ritrova frequentemente a formare dei precipitati nel fondo dei tini). La solubilità tende, inoltre, a diminuire con la diminuzione della temperatura.

Acido malico

L'acido malico è sintetizzato nelle foglie e trasferito poi nell'acino.

Ha una concentrazione che diminuisce in maniera marcata durante la maturazione dell'acino raggiungendo alla maturazione i 5 g/L nei climi freddi e 1 g/l nei climi caldi.

Dal punto di vista chimico è un acido bicarbossilico.



acido malico

Forma molti sali detti “malati” che sono molto solubili e generalmente non precipitano nel mosto d'uva.

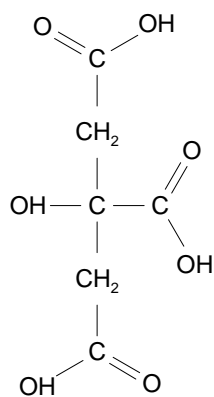
Nel mosto, ma soprattutto nel vino, la sua concentrazione può essere notevolmente ridotta per azione dei batteri che svolgono la fermentazione malolattica.

Acido citrico

L'acido citrico è sintetizzato nelle foglie e nelle radici e trasferito all'acino durante la sua maturazione.

E' presente in concentrazioni piuttosto basse e rimane costante nel corso della maturazione dell'acino e nelle diverse condizioni climatiche. La sua concentrazione nell'acino maturo è di circa 1-2 g/L.

E' un acido tricarbossilico che nel mosto forma dei sali; i citrati, piuttosto solubili.



acido citrico

Richiami di chimica generale: la pka

La K_a è la costante di equilibrio di dissociazione, ossia $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ dove:

- K_a è la costante di equilibrio o costante acida dell'acido
- H^+ ione idrogeno
- A^- anione generico

E' chiaro che più il valore è alto più l'acido sarà forte (cioè capace di dissociarsi in elevata misura).

Per convenzione si dice che quando $K_a > 1$ gli acidi sono forti, quando $10^{-5} < K_a < 1$ gli acidi sono mediamente forti, quando $K_a < 10^{-5}$ gli acidi sono deboli.

In maniera simile a come è stato definito il pH si può definire la pKa.

$$pK_a = -\log_{10} K_a$$

Anche la pKa può essere utilizzata come indice della forza di un acido. E' possibile riscrivere anche per la pKa quanto detto sopra per la Ka. In particolare, avremo un acido forte se $pK_a < 0$ (nota: 0 è pari a $-\log_{10} 1$), un acido medio se pKa è compresa fra 0 e 5 (nota: 5 è pari a $-\log_{10} 10^{-5}$), un acido debole se $pK_a > 5$.

I POLIFENOLI

I **fenoli** sono alcool aromatici, sono cioè sono derivati del benzene per sostituzione di un H con un gruppo -OH. I composti più importanti nel vino sono, in realtà, dei **polifenoli**, cioè dei fenoli con due o più gruppi -OH.

I polifenoli sono presenti complessivamente in quantità di 3-4 g/L nei vini rossi e 0,3-0,4 g/L nei vini bianchi. Questa differenza è dovuta principalmente al fatto che i polifenoli sono contenuti soprattutto nella buccia dell'uva e i vini rossi sono ottenuti con la macerazione delle vinacce.

Ai polifenoli si devono molte importanti caratteristiche dei vini. Il colore, ad esempio, è dovuto a polifenoli, come pure molte sfumature di sapore (amaro, astringente).

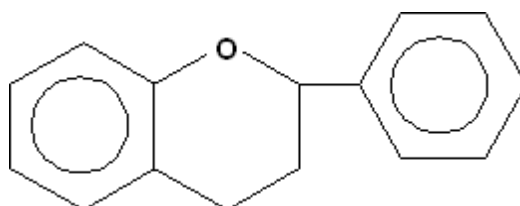
I polifenoli più interessanti dell'uva/mosto/vino sono:

- i flavonoidi
- acidi fenolici
- acidi cinnamici

Di seguito sono descritti i soli flavonoidi.

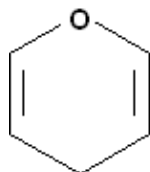
FLAVONOIDI

I flavonoidi sono caratterizzati da una struttura generale del tipo C6-C3-C6. I due C6 indicano anelli benzenici (aromatici), mentre il C3 indica un anello eterociclico che può essere diversamente composto.

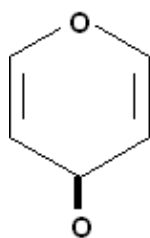


Struttura generale dei flavonoidi

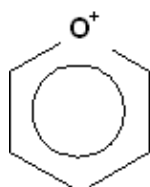
Questo anello eterociclico è un "PIRILIO" negli antociani, è un "PIRONE" nei flavoni, è un "PIRANO" nelle catechine.



pirano: è presente, seppur modificato, nei leucoantociani e nelle catechine ed è caratterizzato dalla presenza di due doppi legami nell'anello



pirone: è presente nei flavoni ed è caratterizzato dalla presenza di un ossigeno doppiamente legato a un carbonio dell'anello



pirilio: è presente negli antociani ed è caratterizzato dalla presenza di una carica positiva sull'ossigeno dell'anello. Il composto è aromatico perché un elettrone dell'ossigeno viene utilizzato per formare un doppio legame con un carbonio adiacente e contribuisce a ripristinare le condizioni di aromaticità

I flavonoidi più interessanti sono dunque gli antociani, i flavoni e le catechine.

Antociani. Sono composti che danno il colore rosso alle uve rosse e al vino rosso.

Dal punto di vista chimico hanno come C3 lo ione pirilolo, a cui si deve il colore rosso alla molecola. Gli antociani però sono rossi solo a pH acido; a pH basico, infatti, sono blu.

Nel vino ci sono diversi antociani che si differenziano per i sostituenti degli idrogeni nella struttura di base.

Quando si usa l'SO₂ (anidride solforosa) essa si lega chimicamente agli antociani e si origina un composto incolore: questo è un fattore da considerare nella pratica di cantina.

Flavoni. Un'altra categoria di flavonoidi sono i flavoni. Essi sono responsabili del colore giallo della buccia dell'uva. Dal punto di vista chimico i flavoni hanno come C3 il pirone.

Catechine. Oltre ai flavoni un'altra categoria interessante di flavonoidi sono le catechine e le epicatechine. Queste hanno come C3 il pirano. Le catechine si differenziano dalle epicatechine perché nelle prime l'OH caratteristico (che è legato al secondo carbonio del C3 contando dall'ossigeno) è sopra al piano della molecola mentre nelle epicatechine è sotto. Le catechine e le epicatechine si trovano sia nell'uva che nel vino ma sono poco concentrate: infatti tendono a polimerizzare molto facilmente dando origine ai **tannini catechici**.

Questi tannini (tannini catechici) possono essere più o meno lunghi a seconda di quante catechine ed epicatechine si legano insieme. I tannini più corti (presenti nei raspi e nei vinaccioli) hanno un sapore astringente e allappante, spesso non gradevole, quelli più lunghi (presenti nelle bucce) hanno una sfumatura amara non spiacevole e danno corpo al vino.

LE SOSTANZE AZotate

Nell'uva e nel mosto l'azoto si trova in **forma**:

- **inorganica** (NH₄⁺ e, in misura molto minore NO₃⁻ e NO₂⁻) fino a un massimo di 0,4 g/L
- **organica** (aminoacidi e proteine) nell'ordine di 0,5-1 g/L

I lieviti assimilano l'azoto in forma ammoniacale molto rapidamente, dopodiché si adattano ad utilizzare gli aminoacidi liberi. Queste due forme (ione ammonio e aminoacidi liberi) sono pertanto indicate complessivamente con il termine **azoto prontamente assimilabile (APA)**.

L'APA non può scendere nel mosto al di sotto di un valore limite, altrimenti i lieviti si trovano in carenza di azoto e non si moltiplicano efficacemente. Normalmente si considera che se in un mosto l'APA scende al di sotto di 0,2 g/L c'è il rischio di arresti fermentativi.

Qualora in un mosto si riscontri un valore di APA troppo basso è lecito intervenire aggiungendo solfato di ammonio o fosfato di ammonio.

LE SOSTANZE AROMATICHE

Si considerano appartenenti a questo gruppo le sostanze che conferiscono aromi all'uva o al vino. In questo caso il termine "aromatico" non indica la presenza di un anello benzenico, ma la semplice caratteristica di questi composti di possedere un aroma.

In ambito enologico gli aromi sono normalmente suddivisi in:

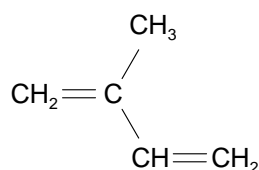
- *aromi primari* sostanze che provengono dalle uve;
- *aromi secondari*, sostanze prodotte durante la fermentazione (ad esempio i prodotti di demolizione degli amminoacidi),
- *aromi terziari*, sostanze che fanno la loro comparsa nel vino durante la maturazione in botte o l'invecchiamento in bottiglia.

In questa sezione sono prese in esame le sostanze aromatiche presenti nelle uve, cioè quelle che caratterizzano gli **aromi primari**.

Alcune uve contengono una quantità molto ridotta di questi composti. Queste uve, che in Italia sono, ad esempio, quelle del Trebbiano o Nebbiolo, sono dette "non aromatiche" o "a sapore semplice". Altre uve contengono una elevata quantità di sostanze aromatiche: si tratta delle cosiddette uve aromatiche che nel nostro paese sono soprattutto quelle Moscato, Malvasia, Brachetto. Le altre uve (ad esempio quelle dei vitigni Sangiovese e Albana) possiedono una quantità di questi composti intermedia.

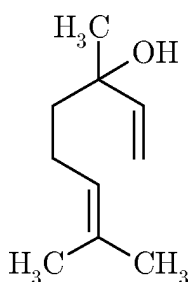
Da punto di vista chimico la maggior parte di queste sostanze sono composti terpenici.

I composti terpenici. Sono polimeri più o meno modificati dell'isoprene. Sono costituiti da due molecole di isoprene attaccate. Inoltre, in esse alcuni H sono sostituiti da gruppi -OH: quanti più gruppi -OH vi sono tanto più il composto risulta profumato.

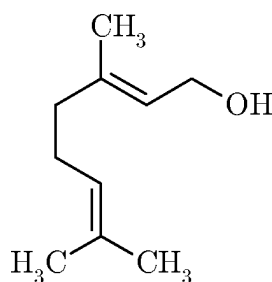


isoprene (2 metil 1,3 butadiene)

Tra questi ricordiamo il *linalolo* e il *geraniolo* (profumo di rosa) presenti in un po' in tutte le uve aromatiche. Il linalolo è però considerato l'aroma caratteristico del Moscato, mentre il geraniolo è tipico dei Malvasia.



linalolo



geraniolo

Nell'uva i composti terpenici sono glicosilati, cioè sono attaccati a uno zucchero. In questa forma non fanno odore. Quando finiscono nel mosto, lo zucchero viene staccato dai lieviti per essere utilizzato: si ha così un aglicone che è volatile (in grado quindi di raggiungere il nostro naso) e profumato.

In generale i composti terpenici hanno aromi floreali.

Altri aromi primari di interesse sono:

Norisoprenoidi. Composti di natura terpenica derivanti dalla degradazione di due polimeri terpenici, il carotene e il licopene. I profumi tipici di questi composti sono quelli floreali (viola), ma anche quelli di cherosene. Sono anch'essi composti glicosilati e il loro odore si avverte poco nell'uva; lo zucchero si stacca solo molto tardi, durante l'affinamento in bottiglia, quindi sono aromi che si apprezzano soprattutto nei vini invecchiati.

Composti tiolici. Sono composti caratterizzati dalla presenza del gruppo –SH (gruppo sulfidrilico o tiolico). Sono stati identificati circa 50 composti solforati, la maggior parte in verità sgradevoli (es. pipì di gatto e sudore di cavallo), altri piacevoli. Opportunamente miscelati danno pregio a certi vini come quelli ottenuti dalle uve Sauvignon.

Metossipirazine. Sono composti aromatici azotati. Hanno aromi molto acri che vanno dalla foglia di pomodoro al peperone verde. L'aroma varietale dei Cabernet (soprattutto del Cabernet Franc) è proprio l'aroma di peperone. Sono aromi non sempre piacevoli che hanno una soglia di percezione bassissima.

3) IL CICLO DI FRUTTIFICAZIONE DELL'UVA

Durante il ciclo di fruttificazione dell'uva si individuano essenzialmente 4 fasi:

- fase erbacea
- invaiatura
- fase di maturazione
- fase di sovra-maturazione o super-maturazione

La **fase erbacea** va dall'allegagione all'invaiatura.

Gli aspetti più rilevanti che riguardano l'aspetto esteriore dell'acino in questa fase sono la permanenza del colore verde (dovuto alla clorofilla; a ciò si deve il termine "erbacea") e l'accrescimento molto evidente. Quest'ultimo è dovuto all'elevata intensità di moltiplicazione delle cellule. Rappresentando ciò in un grafico diametro-tempo, l'andamento risulterà sinusoidale con un momento di massima divisione cellulare ed un rallentamento in prossimità dell'invaiatura.

Per quanto riguarda la composizione dell'acino, durante la fase erbacea si osserva un aumento del contenuto di acidi organici che vengono trasportati dalle foglie all'acino o sintetizzati in loco. Questo aspetto è rilevante nella parte finale di questa fase. Non si ha la sintesi e l'accumulo di zuccheri.

La fase di **invaiatura** parte da circa metà luglio ed ha una durata di alcuni giorni.

In questa fase l'acino cambia colore (effetto visivo più eclatante). Ciò è dovuto all'intensa sintesi nell'epicarpo di flavoni (colorazione gialla delle uve bianche) e di antociani (colorazione rossa delle uve rosse). La clorofilla viene sintetizzata in maniera ridotta e la sua concentrazione diminuisce così che il colore verde è in breve tempo coperto da quello degli altri pigmenti.

Un contemporaneo mutamento è il cambiamento di metabolismo del frutto. Apparentemente l'acino non si ingrandisce poiché non si ha più una così intensa moltiplicazione cellulare; il frutto passa da luogo di intensa sintesi a luogo di accumulo di acqua ed elaborati provenienti dalle foglie.

Nella **fase di maturazione** si assiste ad un nuovo incremento (con andamento sinusoidale) delle dimensioni dell'acino. In questa fase arrivano all'acino una grande quantità di acqua, zuccheri, polifenoli, sostanze aromatiche, le cui concentrazioni aumentano considerevolmente. Diminuisce invece la concentrazione di acidi organici che sono in parte utilizzati nel metabolismo delle cellule dell'acino (di più nei climi caldi). Compare anche la pruina.

L'acino diviene più tenero perché le pectine cominciano ad essere decomposte dagli enzimi pectolitici.

Al termine di questa fase l'acino assume la conformazione tipica del frutto maturo.

Se l'uva è lasciata in campo anche dopo la raggiunta maturazione oppure se si rimuove il grappolo e lo si lascia appassire, si assiste alla cosiddetta **sovra-maturazione**. L'aspetto fondamentale di questa fase è l'interruzione del collegamento fra il grappolo e il resto della pianta. Infatti, anche quando il grappolo è lasciato sulla pianta, ben presto esso rimane isolato dal ramo a causa della lignificazione del tralcio.

In questa fase si assiste ad una perdita di acqua che evapora dai pori e dalle piccole lesioni che si verificano sull'epicarpo. Si concentrano così i succhi cellulari e in particolare aumenta il contenuto di zuccheri (fino al 30%). Avvengono poi diversi processi chimici che caratterizzano le uve appassite.

IL MOMENTO DELLA MATURAZIONE COMPLETA

Dal punto di vista pratico si possono individuare tre diversi concetti di maturazione.

Maturazione tecnologica. Tiene conto della caratteristica più importante dell'uva da vino: la sua capacità di dare origine ad un vino di sufficiente grado alcolico. *Coincide con il momento in cui è massimo il contenuto di zuccheri.* La concentrazione di zuccheri nell'acino aumenta costantemente durante la fase di maturazione raggiungendo un massimo, poi diminuisce leggermente prima della sovra-maturazione. Quando si raggiunge la massima

concentrazione di zuccheri (meglio dire il massimo rapporto zuccheri/acidi) l'uva ha le caratteristiche ottimali per la vinificazione.

Maturazione fenolica. Anche il contenuto di polifenoli (antociani e tannini) aumenta durante la maturazione per poi rimanere costante prima della sovra-maturazione. *La maturazione fenolica coincide con il momento in cui è massimo il contenuto di fenoli.* Normalmente è quasi coincidente con quella tecnologica. Se questo non avviene (può avvenire un po' prima o un po' dopo) si devono fare le opportune considerazioni: se si vuole valorizzare il contenuto di polifenoli del vino si può raccogliere alla maturità fenolica o fare un compromesso fra fenolica e tecnologica.

Maturazione aromatica. Anche le sostanze aromatiche aumentano costantemente durante la fase di maturazione raggiungendo un massimo, poi diminuiscono prima della sovra-maturazione. *La maturazione aromatica coincide con il momento in cui è massimo il contenuto di sostanze aromatiche.* Può coincidere con le precedenti. Se questo non avviene è possibile anticipare o ritardare la raccolta rispetto alla maturazione tecnologica per valorizzare tale componente. E' per questo motivo che spesso la vendemmia delle uve bianche aromatiche è anticipata rispetto alla maturazione tecnologica.

DETERMINAZIONE DELL'EPOCA DI RACCOLTA

Ci sono metodi empirici e metodi collegati a determinazioni analitiche.

Un **metodo empirico** è, ad esempio, l'assaggio: il viticoltore conosce le sue uve e toccando l'acino e assaggiandolo riconosce il momento per la raccolta. Un altro metodo empirico si basa sui giorni del ciclo di fruttificazione: dalla fioritura alla maturazione passa un periodo che è abbastanza tipico per ogni varietà.

I **metodi analitici** si basano sulla determinazione chimica di alcuni componenti dell'uva, in particolare degli zuccheri e degli acidi (o del pH). Fra questi ricordiamo:

- *curva di maturazione.* Quando si è vicini all'epoca di maturazione si prelevano campioni di uva a intervalli regolari e si determina la concentrazione di zuccheri: si costruisce un grafico (curva di maturazione). Quando la concentrazione di zuccheri non aumenta più per alcuni giorni di seguito si è arrivati alla maturazione tecnologica.
- *determinazione del pH.* Il pH ottimale per le uve da destinare alla produzione di vino bianchi è 2,9-3,0; quello per le uve da destinare alla produzione di vino rossi è 3,2-3,3.
- *determinazione di diversi parametri contemporaneamente.* E' il metodo più accurato. Si determinano contemporaneamente zuccheri, acidità, pH e altri parametri e si confrontano con i valori di riferimento riportati in tabelle per ogni tipologia di produzione.

3) I LIEVITI ENOLOGICI

La trasformazione da mosto a vino avviene tramite un processo microbiologico, ad opera dei lieviti.

I lieviti sono microrganismi unicellulari eucarioti, con dimensioni nell'ordine di 10-15 µm, visibili quindi al microscopio ottico. Sono ubiquitari, in grado cioè di ambientarsi in un'ampia varietà di ambienti, cosa che spesso limita gli altri microrganismi (ad esempio riescono a vivere in ambienti con elevate concentrazioni di sale, di zuccheri, con un'elevata acidità e con bassi valori di pH). Effettuano la fermentazione ma anche la respirazione e, potendo scegliere, prediligono quest'ultima.

Dal punto di vista enologico possiamo distinguerli in due gruppi:

- I **lieviti selvaggi** (o autoctoni o indigeni) sono quei lieviti che si trovano naturalmente sulla pruina dell'uva, grazie ai quali il mosto riesce a fermentare in maniera naturale; possono essere anche presenti negli ambienti interni delle cantine, dove permangono da un'annata all'altra tramite le spore. Questi lieviti spesso sono tipici delle aree geografiche in quanto vengono selezionati dall'ambiente e possono essere artefici di particolari fermentazioni (metabolismo secondario), che donano particolari sfumature al prodotto. Spesso sono loro a caratterizzare certe produzioni locali. La fermentazione di un mosto è affidata unicamente ai lieviti selvaggi solo nelle produzioni familiari: per le produzioni destinate alla vendita ad essi è affidato solo un ruolo accessorio.

- I **lieviti selezionati** sono quei lieviti che si comprano e vengono aggiunti nel mosto al momento della fermentazione. Sono selezionati dall'uomo a partire dai lieviti selvaggi, i quali vengono isolati, moltiplicati e poi venduti soprattutto sotto forma di liofilizzati.

Questi lieviti sono selezionati in base alla loro resistenza a elevate concentrazioni di alcol, di SO₂, di zucchero, di acidità e a elevati o bassi valori di temperatura. Oppure sono selezionati in base al loro metabolismo, prediligendo quelli che hanno una netta predominanza del metabolismo principale (fermentazione alcolica) rispetto a quelli secondari (e che hanno quindi un'elevata resa in alcool), oppure quelli che hanno un metabolismo secondario interessante in quanto dà origine a qualche interessante sostanza aromatica.

CLASSIFICAZIONE DEI LIEVITI ENOLOGICI

I lieviti enologici vengono distinti in base alla forma in tre gruppi:

1. lieviti ellittici, di forma ellittica, tra i quali ricordiamo il genere *Saccharomyces*
2. lieviti apiculati, con la caratteristica forma a limone, tra i quali ricordiamo il genere *Kloeckera*
3. lieviti sferici, di forma sferica, tra i quali ricordiamo il genere *Torulopsis*

Di questi tre i più importanti sono i primi (**lieviti ellittici**, genere *Saccharomyces*), in quanto:

- hanno un'alta resa in alcool (per fare 1 mL di alcool hanno bisogno di 1,7 g di zucchero contro i 2,1 g di zucchero degli altri lieviti) avendo il metabolismo principale (fermentazione alcolica) predominante sui secondari. Di conseguenza,

- producono anche poco acido acetico. Inoltre,

- sono molto resistenti all'SO₂ e

- tollerano le elevate concentrazioni di alcool maggiormente rispetto agli altri lieviti.

All'interno del genere *Saccharomyces* possiamo evidenziare 4 specie:

- *S. cerevisiae*. è il più utilizzato tra i lieviti ellittici ed è anche il più presente in natura tra i *Saccharomyces*. Ha le caratteristiche sopra riportate molto marcate: ad esso si deve la maggior parte della trasformazione dello zucchero in alcool, tollera l'alcool purché in concentrazione inferiore ai 13-14 gradi svolti, è molto resistente alla SO₂.

- *S. bayanus*: è utilizzato per la rifermentazione in bottiglia (cioè per fare gli spumanti) e per fare vini molto alcolici. Infatti tollera in maniera eccezionale la pressione di CO₂ nell'ambiente come tollera concentrazioni di alcool fino a 18 gradi svolti.

È un microrganismo che abbassa la concentrazione di acido acetico nell'ambiente in cui si trova in quanto lo

trasforma in parte riducendolo ad aldeide acetica ed in parte ossidandolo ad acqua e anidride carbonica. Caratteristica di questo lievito è il suo essere filmogeno, crea cioè una patina sul mosto in fermentazione, visibile a occhio nudo.

- *S. uvarum*: è un lievito criofilo che si sviluppa e spesso prevale nel mosto di Moscato conservato al freddo per la produzione dell'Asti spumante.

- *S. rosei*: è veloce nell'iniziare la fermentazione (spesso usato come iniziatore della fermentazione) ma arriva solo fino a 7-9 gradi svolti.

I lieviti **apiculati** e **sferici** sono meno importanti ma hanno anch'essi un ruolo nella trasformazione del mosto in vino. Spesso sono detti "complementari" (mentre i *Saccharomyces* sono "fondamentali").

Ad essi si deve l'avvio della fermentazione alcolica: sono, infatti, più piccoli e si moltiplicano più in fretta assumendo il predominio nel mosto durante le prime fasi della fermentazione. Nel mosto si arriva, così, ben presto ad una concentrazione di alcol etilico che inibisce gli altri microrganismi (come batteri e muffe, che sono dannosi). Questi lieviti, però, sono molto sensibili all'alcol etilico: a 7-9 gradi di alcol svolto risultano inibiti. Per questo motivo ad un certo punto della fermentazione lasciano il posto ai lieviti del genere *Saccharomyces*.

Un altro aspetto interessante dei lieviti apiculati e sferici è che essi originano diversi prodotti secondari (hanno interessanti metabolismi secondari) che possono caratterizzare positivamente i vini.

Ricordiamo:

- *Kloeckera apiculata*. E' il lievito più presente sulla buccia dell'uva, può arrivare a rappresentare il 90% dei lieviti presenti. E' molto sensibile all'alcol etilico e all'anidride solforosa (50 mg/L lo inibiscono completamente).

- *Torulopsis stellata*. molto diffusa nei mosti bianchi soprattutto in quelli ottenuti da uve con muffa nobile.

FASI DELLA FERMENTAZIONE DEI LIEVITI

Nella fermentazione si possono distinguere quattro periodi riguardo l'azione dei lieviti:

FASE VEGETANTE. C'è ancora ossigeno. I lieviti si trovano in un ambiente aerobio e si riproducono in gran numero grazie all'elevata efficienza metabolica. I lieviti più piccoli (apiculati e sferici) si riproducono più in fretta e assumono il predominio.

FASE FERMENTANTE INIZIALE. I lieviti, soprattutto apiculati e sferici, cominciano a fermentare e si arriva ad un certo grado alcolico (7-9 gradi svolti). La concentrazione alcolica diventa inibente per gli stessi lieviti che hanno iniziato la fermentazione (apiculati e sferici) e per i batteri e le muffe (microrganismi dannosi ai fini della qualità del vino). Assumono il predominio i lieviti ellittici (*Saccharomyces*).

FASE FERMENTANTE TUMULTUOSA. I lieviti ellittici (*Saccharomyces*) fermentano tutto lo zucchero del mosto in maniera veloce (il mosto "bolle"). Quando lo zucchero del mosto comincia a scarseggiare e la concentrazione alcolica diventa elevata, anche questi lieviti cominciano ad essere inibiti e la fermentazione evolve lentamente fino all'esaurimento dello zucchero disponibile.

FASE DI QUIETE. Quando lo zucchero raggiunge concentrazioni minime e il grado alcolico valori intorno a 12-14%, i lieviti ellittici muoiono ad un ritmo più elevato di quanto si riproducono. La fermentazione si ferma e i residui dei lieviti si sedimentano nel fondo dei tini di fermentazione.

4) IL METABOLISMO DEI LIEVITI

I lieviti sono microrganismi anaerobi facoltativi: infatti, possono svolgere sia la respirazione che la fermentazione in base alle condizioni ambientali.

Il metabolismo predominante è però la respirazione in quanto:

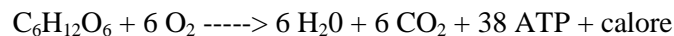
- produce una maggior quantità di energia: 38 ATP per molecola di glucosio invece dei 2 ATP della fermentazione
- i prodotti finali non sono tossici per l'organismo del lievito

I lieviti, quindi, in condizioni favorevoli effettuano la respirazione. Passano alla fermentazione alcolica in 2 casi:

- mancanza di ossigeno (effetto Pasteur)
- elevate concentrazioni di zucchero o carenza (effetto Crabtree)

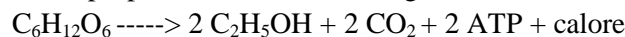
Equazione generale della respirazione

Una molecola di glucosio tramite la glicolisi viene scissa in 2 molecole di acido piruvico. Ciascuna molecola di acido piruvico è sottoposta al ciclo di Krebs e alla fosforilazione ossidativa da cui escono anidride carbonica (3 molecole), acqua (3 molecole), ATP (19 molecole) e calore.



Equazione generale della fermentazione alcolica

Una molecola di glucosio viene scissa in 2 molecole di acido piruvico (glicolisi). Ciascun acido piruvico è sottoposto alla fermentazione alcolica propriamente detta e dà origine a 1 molecola di alcol etilico e 1 di CO₂.



LA FERMENTAZIONE ALCOLICA

I FASE: GLICOLISI

Le trasformazioni biochimiche che caratterizzano la glicolisi possono essere così schematizzate:

INIZIO: **glucosio**

1) FOSFORILAZIONE (enzima: fosforilasi; serve 1 ATP): Il Glucosio è trasformato in **glucosio 6-P**

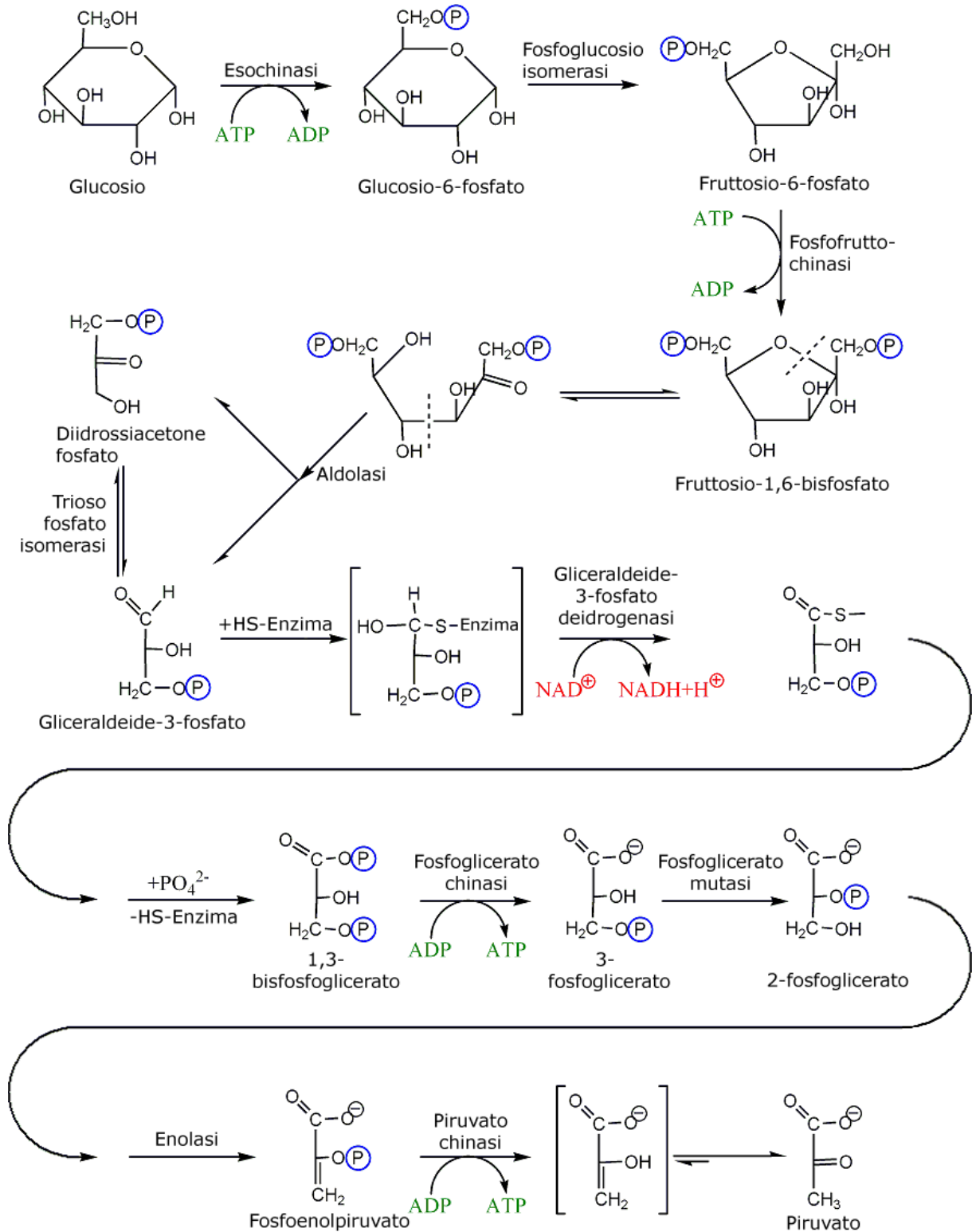
2) ISOMERIZZAZIONE (enzima: isomerasi): Il glucosio 6-P è trasformato in **fruttosio 6-P**

3) FOSFORILAZIONE (enzima: fosforilasi; serve 1 ATP): Il fruttosio 6-P è trasformato in **fruttosio 1-6 difosfato**. Questa reazione è irreversibile. I primi quattro passaggi possono essere considerati come una fase di attivazione dello zucchero. Da ora in avanti comincia la sua demolizione.

4) SCISSIONE (enzima: aldolasi): Il fruttosio 1-6 difosfato è scisso in **diidrossiacetone fosfato** e **3-fosfogliceraldeide**. I due zuccheri sono interconvertibili per azione di una isomerasi. L'equilibrio di isomerizzazione è fortemente spostato verso il diidrossiacetone (95%) che è più stabile. La 3-P gliceraldeide è invece più reattiva e prosegue il ciclo. Ciò fa sì che si sia una continua conversione di diidrossiacetone in gliceraldeide per ristabilire l'equilibrio di isomerizzazione fra i due. Di fatto è come se anche il diidrossiacetone proseguisse il ciclo.

A QUESTO PUNTO LA 3-P GLICERALDEIDE (DUE MOLECOLE OGNI MOLECOLA DI GLUCOSIO) PROSEGUE IL CICLO FINO ALLA FORMAZIONE DI UNA MOLECOLA DI ACIDO PIRUVICO

L'immagine seguente dà un'idea complessiva della glicolisi; i passaggi non citati sopra non sono argomento di verifica



Alla fine della glicolisi vengono prodotte **due molecole di acido piruvico** a partire da una molecola di glucosio. Inoltre sono prodotte **due molecole di ATP** e **due molecole di NADH+ H⁺**.

II FASE: FERMENTAZIONE ALCOLICA PROPRIAMENTE DETTA

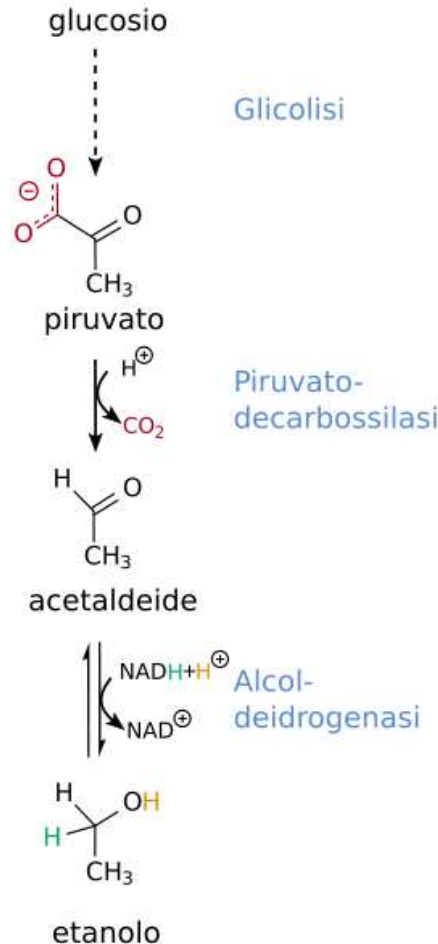
Le trasformazioni biochimiche che caratterizzano la fermentazione alcolica possono essere così schematizzate:

INIZIO: acido piruvico

1) DECARBOSSILAZIONE (enzima: piruvato decarbossilasi): L'acido piruvico è trasformato in **aldeide acetica** (si produce una molecola di CO₂).

2) RIDUZIONE (enzima: alcol deidrogenasi; coenzima NADH + H⁺ che è quello prodotto durante la glicolisi): L'aldeide acetica è trasformata in **alcol etilico**

Biochimismo della fermentazione alcolica (da sapere bene)



Quindi, nella fermentazione alcolica propriamente detta:

- si producono una molecola di CO₂ e una molecola di alcol etilico e
- si consuma un NADH + H⁺ per ogni molecola di acido piruvico

Considerando che le molecole di acido piruvico che provengono dalla glicolisi sono due, avremo complessivamente la produzione di **due molecole di CO₂** e **due molecole di alcol etilico** e il consumo di due molecole di NADH + H⁺.

Mettendo assieme glicolisi e fermentazione alcolica propriamente detta risulterà che per ogni molecola di glucosio risulteranno due molecole di ATP, due molecole di CO₂ e due molecole di alcol etilico.

LA FERMENTAZIONE GLICERO-PIRUVICA

E' una fermentazione secondaria che si instaura nel mosto, quando l'aldeide acetica viene sottratta al normale ciclo di fermentazione propriamente detta perché:

- viene ossidata (ad acido acetico) anziché ridotta
- si lega con l'SO₂ a formare un composto molto stabile che non può proseguire la via della fermentazione alcolica

La diretta conseguenza consiste nell'accumulo di:

- diidrossiacetone fosfato: perché interrompendosi il processo alla foce non avviene più la reazione di isomerizzazione che converte il diidrossiacetone fosfato in gliceraldeide.
- NADH/H⁺

ESSENDO IL DIIDROSSIACETONE FOSFATO UNA MOLECOLA ABBASTANZA OSSIDATA, VIENE FACILMENTE RIDOTTA DAI TRASPORTATORI DI IDROGENO (NADH/H⁺) A GLICEROLO

Nella vinificazione la formazione di glicerolo può essere ricercata per la sua proprietà di conferire corpo e sensazione gradevoli al palato nel vino.

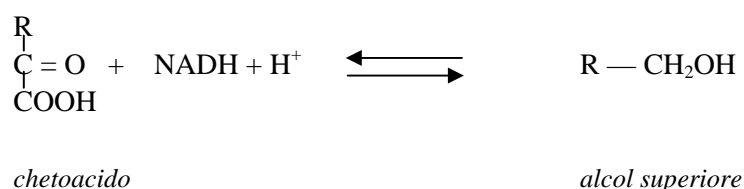
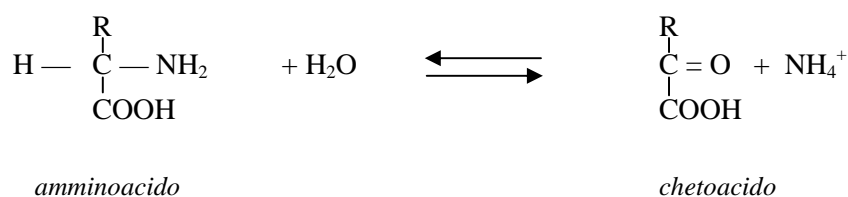
LA FERMENTAZIONE DEGLI AMMINOACIDI: AROMI SECONDARI

Alcol superiori

Le forme azotate prontamente assimilabili (azoto prontamente assimilabile, APA) per i lieviti sono l'azoto ammoniacale e gli amminoacidi liberi. L'azoto ammoniacale è utilizzabile direttamente mentre gli amminoacidi liberi devono essere demoliti per poter ottenere ioni ammonio.

Il metabolismo di demolizione degli amminoacidi porta alla formazione, oltre che di ioni ammonio, anche di alcol superiori (alcol con un numero di atomi di carbonio superiori a quelli dell'etanolo, cioè superiore a due).

Le reazioni biochimiche di demolizione degli amminoacidi può essere così sintetizzata:



Gli alcoli superiori hanno spesso odore un loro specifico odore; in più possono reagire con degli acidi dando origine ad esteri anche essi profumati, che contribuiscono positivamente all'aroma del vino.

Esteri

Gli alcoli superiori possono poi reagire con acidi organici e in particolare con acidi grassi a formare degli esteri.

Questi esteri hanno tipici aromi di frutta o floreali.

E' importante mettere in evidenza che questi esteri sono composti molto instabili e quindi si mantengono fino alla fine della fermentazione solo se questa è condotta a temperature il più possibile basse. E' anche per questo motivo che la fermentazione dei vini bianchi (che si avvantaggiano di una buona componente aromatica) è condotta a temperature intorno ai 20 °C.

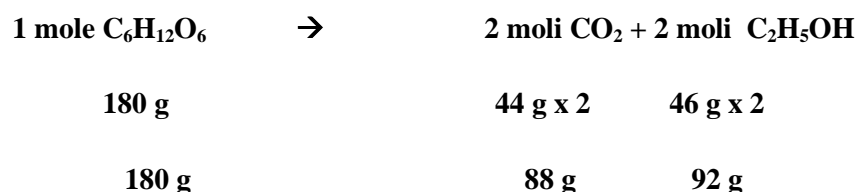
5) CALCOLO DEL FATTORE 0,6

E' comunemente utilizzato un coefficiente che converte il contenuto di zucchero del mosto in grado alcolico del vino. Il coefficiente è 0,6.

Tale valore si ottiene come segue.

Si parte dall'equazione generale della fermentazione (da 1 mole di zucchero si ottengono due moli di anidride carbonica e due moli di alcool etilico).

Si calcolano le masse delle moli (masse molari) attraverso la somma delle masse atomiche dei suoi costituenti (massa molecolare) poi trasformata in grammi.



QUALE È LA PERCENTUALE ALCOOL RISPETTO AL GLUCOSIO DI PARTENZA?

Per risolvere il quesito è necessario effettuare la proporzione:

$$92 : 180 = X : 100$$

X=51% p/p (cioè g/100g, che vuol dire grammi di alcool ogni 100 grammi zucchero)

Ora, considerando che la densità dell'alcool è 0,79 g alcool / ml di alcool, sarà:

$$51 \text{ (g alcool / 100g zucchero)} : 0.79 \text{ (g alcool / ml alcool)} = 64.5 \text{ ml alcool / 100g zucchero}$$

L'alcool è il 64.5% v/p del glucosio iniziale.

Però l'efficienza del processo non è mai al 100%, quindi si aggiusta il valore al 60% v/p.

QUINDI, ESSENDO L'ALCOL ETILICO IL 60% DEL GLUCOSIO INIZIALE, FATTA 1 LA CONCENTRAZIONE DI GLUCOSIO NEL MOSTO, LA CONCENTRAZIONE DI ALCOL ETILICO NEL VINO SARÀ 0,6.

6) L'ANIDRIDE SOLFOROSA

IMPIEGO DELL'ANIDRIDE SOLFOROSA

L'anidride solforosa (SO₂) è addizionata al vino fondamentalmente per tre finalità:

- antimicrobica
- antiossidasica
- antiossidante

Funzione antimicrobica selettiva

L'anidride solforosa inibisce i microrganismi in maniera selettiva: i più sensibili sono i batteri e le muffe, poi vengono i lieviti apiculati e infine i lieviti ellittici. *Saccharomyces cerevisiae*, in particolare, resiste a elevati livelli di SO₂ (con dosi di 50-100 mg/l dopo poche ore *Saccharomyces cerevisiae* supera l'inibizione e inizia il processo fermentativo).

L'aggiunta controllata di anidride solforosa al mosto favorisce quindi l'avvio della fermentazione alcolica a discapito dell'attività dei microrganismi alterativi (lieviti e batteri lattici).

Funzione antiossidasica

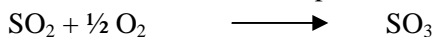
L'anidride solforosa si lega a molti enzimi inibendone l'attività.

Importante è l'inattivazione delle polifenolo ossidasi che catalizzano le reazioni di ossidazione dei polifenoli a chinoni che poi danno origine a composti bruni di sapore sgradevole. L'aggiunta di SO₂ previene quindi l'insorgenza di imbrunimenti accompagnati da alterazioni del sapore (gusto di "ossidato") rilevanti soprattutto nei vini bianchi.

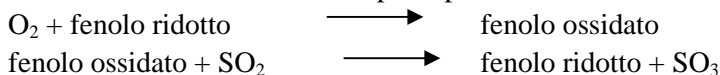
Funzione antiossidante

L'anidride solforosa sottrae ossigeno molecolare al sistema ossidandosi lei stessa. Rende, così, meno probabili le ossidazioni di altri composti. La sua ossidazione può essere diretta o indiretta.

L'ossidazione diretta è un processo lento, che si esplica nella reazione:



L'ossidazione indiretta è molto più rapida:



Pertanto l'anidride solforosa libera è in grado di riportare alcune forme fenoliche ossidate del vino e del mosto in forma ridotta.

Altre funzioni sono.

- *regolazione della temperatura di fermentazione.* L'uso dell'SO₂ inibisce la fermentazione e, di fatto la rallenta: ciò determina un raffreddamento della massa in fermentazione

- *intensificazione della macerazione delle bucce e dell'estrazione di antociani.* L'SO₂ penetra nei tessuti delle bucce e si lega agli antociani formando un composto incolore ma più solubile in soluzione idro-alcolica. Il composto passa facilmente nel mosto in fermentazione. Col tempo l'SO₂ si stacca dall'antociano e il composto torna colorato.

- *mutizzazione dei mosti.* Mosti ai quali sono aggiunte dosi elevate di SO₂ (500-1000 mg/L) non fermentano e possono essere movimentati e manipolati. Per riavviare la fermentazione occorre effettuare una desolfitazione.

ASPETTI TOSSICOLOGICI DELL'ANIDRIDE SOLFOROSA

Una quantità eccessiva di SO₂ risulta nociva per l'uomo, poiché produce delle alterazioni cellulari.

I sintomi dell'intossicazione vanno dall'emicrania e nausea fino a gravi problemi metabolici. E' però bene sottolineare che esistono persone con allergia specifica all'SO₂ che risentono in maniera grave anche in caso

di minima esposizione.

Dal novembre 2004 è, quindi, obbligatorio indicare nell'etichetta dei vini la presenza di anidride solforosa, anche se essa è presente in quantità minime.

L'Unione Europea ha poi stabilito dei limiti massimi di anidride solforosa totale consentita nel vino:

- 160 mg/l per i vini rossi
- 210 mg/l per i vini bianchi
- 185 mg/l per i vini spumanti

Esistono delle eccezioni per vini speciali e in particolari annate.

FORMULATI COMMERCIALI E FORME NEL VINO

L'anidride solforosa SO_2 (o biossido di zolfo secondo la nomenclatura IUPAC) è un gas di odore pungente, facilmente liquefacibile e solubile in acqua.

Formulati commerciali

- Zolfo puro che mediante combustione origina SO_2 ($\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$), è impiegato per disinfettare locali, fusti di legno e attrezzature.
- SO_2 liquefatta, somministrata con apposito erogatore che ne consente il dosaggio (bombole a pressione -3atm).
- Soluzione liquida. La SO_2 se disciolta in acqua origina acido solforoso H_2SO_3 ($\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$). Ai pH tipici di mosto e vino l' H_2SO_3 è dissociato parzialmente in ione idrogeno e ione bisolfito (secondo l'espressione $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$), la dissociazione completa a questi pH è quasi assente.
- Sali di bisolfito di potassio (KHSO_3) o di metabisolfito di potassio (KHS_2O_5), il biossido di potassio si trova dissociato in ione potassio e ione bisolfito, il metabisolfito dà origine a SO_2 (una mole di metabisolfito dà origine a due moli di SO_2 ; la resa in SO_2 del KHS_2O_5 è di circa il 60%).

Le forme molecolari dell' SO_2 nel vino

L' SO_2 è in grado di combinarsi, nel vino, con i composti carbonilici originando derivati sulfonati stabili.

Tra i composti che si combinano più stabilmente con l' SO_2 vi è l'aldeide acetica (l'etanale), prodotta dai lieviti in abbondanza durante l'avvio della fermentazione alcolica. Circa il 99,99% dell'aldeide acetica presente nel vino è in forma combinata con l' SO_2 (sulfone).

Altri composti che si legano all' SO_2 sono l'acido piruvico e gli antociani, mentre il glucosio si combina molto debolmente.

L' SO_2 si presenta nel mosto e nel vino nelle seguenti forme:

- forma libera, costituita da SO_2 e HSO_3^- : è solo una piccola percentuale di quella totale, di norma inferiore al 5%. E' la forma efficace sia per il controllo dei microrganismi che per le funzioni antiossidante e antiossidasica.
- forma legata (o combinata) in modo più o meno forte ai composti carbonilici e agli antociani. La forma debolmente legata è importantissima perché da questa forma l' SO_2 si può dissociare e passare alla forma libera.
- forma ossidata, rappresentata dall'anidride solforica (SO_3) e dall'acido solforico (H_2SO_4) che si formano in seguito all'ossidazione dell' SO_2 . Esiste il cosiddetto limite di gessatura: nel vino non può esserci più di 1 g/L di solfati.

Dalla somma delle tre forme si ottiene l' SO_2 totale.

7) GLI ENZIMI DEL MOSTO

L'uva e di conseguenza il mosto, contiene molti enzimi importanti in enologia.

Le polifenolo ossidasi

Questi enzimi sono responsabili dell'imbrunimento del mosto (e del vino).

Le polifenolo ossidasi esplicano la loro attività nel mosto ossidando soprattutto gli acidi cinnamici, ma anche le catechine e alcuni antociani e formando composti detti *chinoni*. I chinoni reagiscono poi tra loro e con altri composti dando origine a polimeri bruni (imbrunimento).

La maggior parte delle polifenolo ossidasi che si ritrovano nel mosto provengono dall'uva: queste polifenolo ossidasi rientrano nel sottogruppo delle *tirosinasi*.

Altre polifenolo ossidasi sono prodotte da infestanti di natura fungina come la *Botrytis cinerea*: queste polifenolo ossidasi rientrano nel sottogruppo delle *laccasi* e sono enzimi molto pericolosi. Sono, infatti più attive delle tirosinasi e rimangono attive anche nel vino in quanto meno inibite dai bassi pH e dalla presenza di anidride solforosa. Per tale ragione, le uve bottrizzate dovrebbero essere escluse dalla vinificazione o addizionate con una quantità maggiore di anidride solforosa.

Per contrastare l'azione delle tirosinasi interviene un costituente del mosto, il glutatione. Questo contiene un amminoacido (la cisteina) che è in grado di legarsi ai chinoni riducendoli a fenoli e impedendo, di fatto, la polimerizzazione che porta ai composti bruni.

Le pectinasi

La polpa dell'uva contiene enzimi detti pectinasi che idrolizzano le pectine.

Le pectinasi possono avere attività poligalatturonasica (positiva, le pectine si frammentano e si riduce la loro attività gelificante) e/o metilesterasica (negativa, si libera metanolo).

La loro attività riduce la viscosità del mosto, favorendo la sedimentazione delle fecce di uva e delle cellule di lieviti morti. Nella vinificazione senza macerazione, questi enzimi possono essere aggiunti al mosto per accelerare la defecazione delle fecce d'uva.

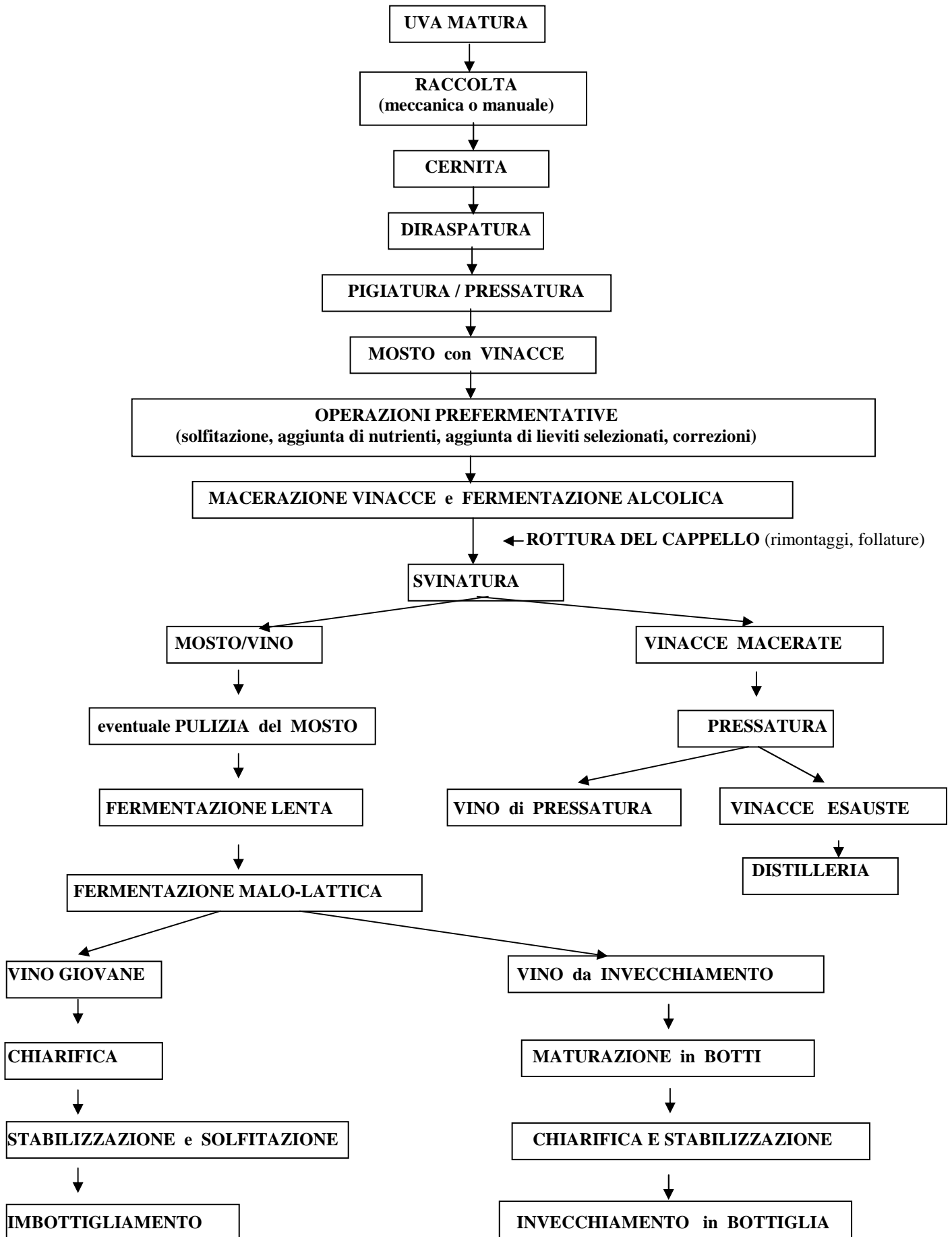
Le lipossidasi

Sono costituite da vari enzimi che provocano l'idrolisi e poi l'ossidazione degli acidi grassi fino alla formazione di aldeidi e alcoli alifatici a connotazione aromatica non gradevole.

Le glicosidasi

Sono enzimi che staccano le molecole di zucchero da composti aromatici quali i terpeni. I terpeni privati degli zuccheri sono più volatili e possono quindi essere percepiti come odori. Il ruolo di questi enzimi è, quindi, fondamentale per l'espressione della componente aromatica dei vini.

8) LA VINIFICAZIONE IN ROSSO



BREVE COMMENTO DELLE FASI DELLA VINIFICAZIONE IN ROSSO

La **vinificazione in rosso** è il tipo di vinificazione che avviene con macerazione delle vinacce.

E' utilizzata a partire da uve rosse per ottenere vini rossi.

E' effettuata anche a partire da uve bianche per ottenere vini bianchi aromatici (in questo caso, però, la macerazione delle vinacce è condotta a freddo e per tempi brevi e viene detta "macerazione pellicolare").

Le uve mature sono conferite, dopo una breve cernita (in campagna), alla cantina.

Dopo la diraspa-pigiatura i raspi sono separati dal mosto che contiene le vinacce.

In seguito al trasferimento nei tini avviene la fermentazione alcolica. Questa fase deve realizzarsi in modo rapido e completo e non si deve interrompere prima dell'esaurimento degli zuccheri in modo da non permettere ad altri microrganismi di svilupparsi.

Nella vinificazione in rosso, contemporaneamente alla fermentazione alcolica, avviene la macerazione cioè quel processo che permette l'estrazione delle sostanze contenute nelle bucce e nei vinaccioli. Il processo di macerazione porta ad ottenere un arricchimento in colore del mosto e, di conseguenza, del vino e anche ad un aroma e gusto più accentuati. La temperatura di macerazione, avvenendo essa in contemporanea con la fermentazione, non deve essere più elevata di 30 °C.

La macerazione delle vinacce può essere effettuata anche con uve bianche per ottenere vini bianchi più aromatici: in questo caso, però, si parla di "macerazione pellicolare" e si effettua per tempi brevi e a bassa temperatura.

Durante la macerazione vengono effettuate operazioni di rottura e immersione delle vinacce che tendono ad affiorare. Le più comuni sono i rimontaggi e le follature. Si ricorda, però, anche la tecnica del *delestage*.

Al termine della macerazione (che di norma è più breve della fermentazione) avviene la svinatura, realizzata dividendo il mosto/vino fiore (trasferito in tini di stoccaggio) dalle vinacce e dai vinaccioli. Le vinacce e i vinaccioli imbevuti sono poi torchiati per recuperare il vino residuo. Il torchiato può essere aggiunto al mosto/vino fiore. Si effettuano poi le operazioni di illimpidimento del mosto/vino (fiore o con aggiunta di torchiato).

Il mosto/vino è poi arieggiato in modo che gli ultimi lieviti rimasti possano consumare rapidamente gli zuccheri residui per evitare rifermentazioni. Successivamente, nei vini rossi soprattutto se da invecchiamento, si favorisce la fermentazione malolattica.

I prodotti destinati ad un rapido consumo sono poi chiarificati, stabilizzati, solfitati e poi confezionati.

I vini destinati alla maturazione sono invece trasferiti in fusti in legno. Al termine della maturazione sono chiarificati, stabilizzati, solfitati e poi confezionati.

LA RACCOLTA E IL CONFERIMENTO DELL'UVA

Con la vendemmia ha inizio il processo di trasformazione dell'uva in vino. Una volta stabilito il grado di maturazione ottimale dell'uva, viene predisposto il piano di raccolta e trasporto alla cantina. Queste due operazioni sono molto delicate: se le uve sono danneggiate durante la raccolta e non sono subito conferite alla cantina si possono attivare processi pre-fermentativi che non giovano alla qualità dei vini.

In generale la vendemmia ha inizio ad agosto (per le varietà più precoci) ma può arrivare fino a novembre (per quelle più tardive o per le uve passite).

Quando le uve provenienti da più vigneti sono mescolate insieme si parla di **uvaggio**. L'unione di uve di diverse provenienze o vitigni è una pratica comune, attuata per ottenere vini di determinate caratteristiche.

RACCOLTA MANUALE

Consiste nel tagliare con le forbici il peduncolo del grappolo. Il grappolo reciso viene posto in un contenitore che può essere libero o portato dall'operatore. Una volta riempito il contenitore, l'uva viene scaricata su un carro e trasportata alla cantina. Lo svantaggio di questo tipo di raccolta consiste nell'elevato bisogno di manodopera in tempi ristretti.

LA RACCOLTA MECCANICA

Consiste nella raccolta dell'uva tramite vendemmiatrici. Questo tipo di raccolta prevede l'introduzione di specifici sestri di impianto e forme d'allevamento. Il costo delle macchine vendemmiatrici rendono tale sistema utilizzabile in aziende di dimensioni medio-grandi e grandi.

Le vendemmiatrici operano secondo due principi tecnici:

- scuotimento verticale
- scuotimento orizzontale

Nello scuotimento verticale la macchina produce oscillazioni mediante 1 o 2 aspi a stella (stella pivotante): essi provocano il distacco degli acini che finiscono sui nastri trasportatori e vengono scaricati nel serbatoio di raccolta. Le forme d'allevamento più adattabili a questo tipo di raccolta sono quelle a doppia cortina.

Per lo scuotimento orizzontale si utilizzano macchine scrollatrici che, mediante battitori a dinamismo controllato, imprimono ai tralci un movimento orizzontale che determina il distacco degli acini e dei grappoli. Le forme d'allevamento più utilizzate per questo tipo di raccolta sono quelle a parete come il cordone speronato e il guyot.

Queste macchine possono essere semoventi, trainate e perfino autolivellanti per terreni in pendenza.

DESTINAZIONE DELL'UVA

L'uva raccolta può avere due destinazioni:

- Vinificazione: l'uva raccolta a mano o a macchina viene deposta e ammassata su carri desinata allo scarico in cantina per l'avvio alla trasformazione.
- Appassimento: l'uva raccolta a mano è disposta con cautela in cassette ed è poi collocata nel locale di appassimento su graticci. Finito l'appassimento l'uva passa alla vinificazione con procedimenti in relazione al tipo di vino che si vuole ottenere.

CONFERIMENTO DELL'UVA ALLA CANTINA

Le modalità con cui viene effettuato il trasporto delle uve alla cantina condizionano la qualità del vino. Devono quindi essere evitati tutti i fattori che possono causare danneggiamento delle uve. Infatti, in seguito alla rottura degli acini, lo zucchero che fuoriesce favorisce non solo lo sviluppo di lieviti responsabili della fermentazione alcolica, ma anche di microrganismi alterativi quali batteri acetici, lattici e muffe.

Il trasporto dell'uva in cassette risulta quindi ottimale per mantenere l'integrità dell'uva soprattutto per vini di pregio. Il trasporto in carri è sicuramente meno costoso e più rapido, quindi il suo utilizzo è destinato alla produzione di vini da tavola.

PIGIATURA

Nella vinificazione in rosso le operazioni di pigiatura e vinificazione sono effettuate in modo tale da non danneggiare le bucce; questo al fine di ridurre la formazione di fecce che, rimanendo a lungo nel mosto, potrebbero liberare tannini e sostanze grasse responsabili di odori erbacei.

La pigiatura è la prima operazione che viene effettuata in cantina sulle uve fresche. Con essa viene rotta la buccia provocando la fuoriuscita del mosto. Nella vinificazione in rosso non è indispensabile che durante la pigiatura la polpa sia completamente distaccata dalla buccia. Durante la macerazione, infatti, le bucce diventeranno fragili e si romperanno liberando la polpa non ancora rilasciata.

La pigiatura serve anche per la dissoluzione dell'aria nel mosto favorendo lo sviluppo dei lieviti e l'avvio della fermentazione alcolica.

Nella vinificazione in rosso sono utilizzate delle diraspa-pigiatrici.

In queste apparecchiature i grappoli sono agganciati dai battitori disposti sull'albero rotativo e spinti contro un cilindro forato attraverso il quale passano solo gli acini e il mosto fiore; i raspi escono da un'apertura diversa. Alla diraspatura segue la pigiatura effettuata in un sistema con due alberi contro-rotanti che presentano dentature ad incastro fra le quali rimangono schiacciati gli acini. Il mosto con le vinacce è trasferito nei tini di fermentazione. In genere questa operazione è effettuata con pompe (a pistone rotante, a pistone ellittico, a lobi, a rotore elicoidale).

I tini di fermentazione possono essere di vari materiali. I più moderni, detti *fermentini*, sono di acciaio inox e realizzati in modo che possano consentire l'esecuzione di follature e rimontaggi, aggiunte e prelievi di mosto, termostatazione e facile accesso per effettuare operazioni di svuotamento del vino e delle vinacce.

In generale, i tini possono essere costituiti di:

- acciaio inossidabile: garantiscono resistenza all'anidride solforosa, sono inerti nei confronti del vino, hanno capacità variabili da 50 hl a 1000 hl, sono facili da pulire
- legno: il loro pregio sarebbe cedere al vino delle sostanze pregiate; sono però poco utilizzati perché dopo alcuni anni di utilizzo la cessione si riduce notevolmente e perché creano problemi in fase di sanificazione
- cemento: sono vasche in cemento armato possono essere prefabbricate o costruite sul posto e vengono rivestite con resine epossidiche che le rendono impermeabili e chimicamente inerti. Sono utilizzate in genere come serbatoi di stoccaggio del vino e non per le fermentazioni. Il maggior vantaggio è l'economicità

TIPI DI MOSTO

Titolo alcolometrico volumico (t.a.v.). Può essere:

- **effettivo (tav effettivo).** E' la percentuale in volume (mL di alcol in 100 mL totali) di alcol realmente presente. E' anche detto alcol effettivo o alcol svolto.
- **potenziale (tav potenziale).** E' la percentuale in volume (mL di alcol in 100 mL totali) di alcol ottenibile da una certa quantità di zucchero. Si ottiene moltiplicando per 0,6 la percentuale (peso su volume) di zucchero.
- **totale (tav totale).** E' la somma del tav effettivo e del tav potenziale.

Mosto di uve. E' il prodotto liquido ottenuto naturalmente o con metodi fisici da uve fresche. Per il mosto di uve è ammesso un tav effettivo $\leq 1\%$.

Mosto di uve parzialmente fermentato. E' il prodotto proveniente dalla fermentazione parziale del mosto avente un tav effettivo $>$ all'1% ma $<$ ai 3/5 del tav totale.

Mosto di uve concentrato. E' il prodotto ottenuto per parziale disidratazione del mosto di uva, effettuato con qualunque metodologia autorizzata, fino ad una densità non inferiore a 1,240 g/mL. Il metodo più diffuso è l'evaporazione a 30-40 °C sotto vuoto leggero, meno diffusa la crioconcentrazione.

Mosto di uve concentrato rettificato (MCR). E' il prodotto liquido non caramellizzato ottenuto per disidratazione del mosto (con qualunque metodologia autorizzata escluso il fuoco diretto) fino ad un valore refrattometrico in zucchero $\geq 70,5\%$ e poi depurato mediante l'impiego di resine scambiatrici. La percentuale massima di alcol ammessa è lo 0.5%.

Mosto muto. E' il mosto di uve fresche mutizzato mediante aggiunta di elevate concentrazioni (500-1000 mg/L) di anidride solforosa oppure (meno frequente) con un tav effettivo fra 12 e 15% per aggiunta di alcol di origine vinica (*mistelle*, impiegate nella produzione di vini liquorosi).

LE OPERAZIONI PREFERMENTATIVE

Correzioni del mosto: correzione del grado zuccherino

Le più comuni correzioni dei mosti riguardano il tenore in zuccheri, in acidi, il pH o il contenuto in polifenoli. La più importante in assoluto è la prima, che è analizzata di seguito in maniera dettagliata.

Secondo i regolamenti europei il vino da tavola deve avere un grado alcolico svolto almeno pari a 9. Per i vini di

qualità il valore è superiore (per i vini doc è indicato nei singoli disciplinari di produzione, ma è sempre più elevato).

I mosti che hanno un contenuto zuccherino troppo basso, tale cioè da non permettere di raggiungere i 9 gradi di alcol svolto nel prodotto finale, possono essere corretti con le metodologie ammesse.

Attenzione, però, ci sono dei limiti. In particolare:

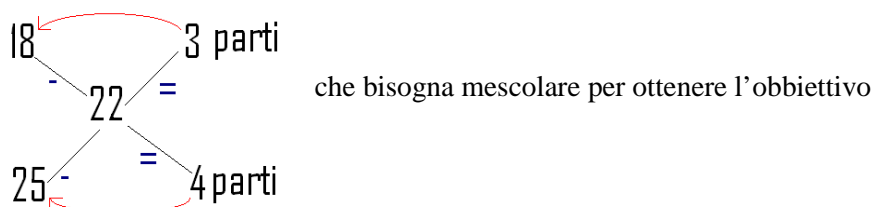
- **nella zona CIb** (province di Aosta, Sondrio, Bolzano, Trento e Belluno) si possono correggere i mosti che hanno un tav potenziale di almeno 8,
- **nella zona CII** (Italia settentrionale e centrale) si possono correggere i mosti che hanno un tav potenziale di almeno 8.5,
- **nella zona CIIIb** (Calabria, Basilicata, Puglia, Sicilia e Sardegna) si possono correggere i mosti che hanno un tav potenziale di almeno 9.

I mosti che non raggiungono questi valori dovrebbero essere avviati alla distillazione o all'acetificio.

I metodi consentiti in Italia per la correzione del grado zuccherino dei mosti sono:

- il **taglio** con mosto più ricco in zuccheri. Per i mosti provenienti da aree geografiche diverse il volume di mosto aggiunto non può superare il 65% di quello da correggere.

Esercizio. Dato un mosto con grado zuccherino del 18% portarlo fino ad un grado zuccherino del 22% utilizzando un mosto avente un grado zuccherino del 25%.



- **l'arricchimento con MCR.**
- **la concentrazione a caldo o a freddo.** La gradazione alcolica naturale non può, però, aumentare di più di 2 gradi e il volume non può diminuire di più del 2% di quello iniziale.

Aggiunta di nutrienti

Il contenuto di azoto di un mosto, espresso come **azoto ammoniacale**, non dovrebbe essere inferiore a 150-200 mg/L. Valori inferiori possono impedire ai lieviti di moltiplicarsi o indurli alla produzione di quantità eccessive di alcoli superiori e, soprattutto, di composti solforati come idrogeno solforato (H₂S), etan-tiolo (C₂H₅SH) e metan-tiolo (CH₃SH) che hanno odore di uova marce, cipolla, cavolfiore. L'azoto viene aggiunto come solfato ammonico o fosfato ammonico fino ad un massimo di 30 g/hL.

Un altro nutriente essenziale per i lieviti che può essere aggiunto al mosto è la **vitamina B1** (tiamina): la legge prevede che si possano addizionare al mosto fino a 60 mg/hl di vitamina B1.

Anche l'**ossigeno** è indispensabile per lo sviluppo dei lieviti. Esso non è utilizzato per la respirazione che è bloccata dall'elevata concentrazione di glucosio, ma per la sintesi di acidi grassi, fosfolipidi e steroli: i costituenti delle membrane cellulari per le nuove cellule. Le ossigenazioni del mosto sono effettuate solo in caso di necessità perché causano l'intensificazione dei fenomeni di ossidazione soprattutto a carico dei polifenoli.

Solfitazione

Consiste nell'aggiungere mosti di uve sane con 50-80 mg/L di anidride solforosa.

In questo modo si inibisce l'azione delle polifenolo-ossidasi dell'uva e si blocca l'azione dei batteri lattici, nonché dei lieviti selvaggi presenti sull'uva e potenzialmente alterativi.

E' importante tenere presente che una quantità eccessiva di anidride solforosa provoca la scomparsa completa dei batteri lattici e quindi impedisce lo svolgimento della fermentazione malo lattica naturale operata da alcune specie di batteri lattici dopo la fermentazione alcolica.

Innesto di lieviti selezionati

Nella pratica di cantina è sempre più diffusa la tecnica di introdurre nel mosto ceppi di **Saccharomyces cerevisiae selezionati**, ovvero isolati da aziende specializzate prelevandoli da mosti in fermentazione di diverse cantine e aree geografiche per poi essere scelti in base alle loro caratteristiche di fermentazione.

Con l'inoculo di lieviti selezionati si può evitare la fase di latenza poiché basta aggiungere 20-30 g/hL di lieviti liofilizzati attivi per garantire la popolazione minima per avviare una fermentazione.

La fermentazione deve essere condotta in modo da evitare delle oscillazioni: è importante che il suo andamento sia costante. A tal fine occorre agire sul contenuto in SO₂, sulla temperatura, sui lieviti selezionati, sul contenuto in azoto prontamente assimilabile, sul contenuto in vitamina B1.

LA CONDUZIONE DELLA FERMENTAZIONE E DELLA MACERAZIONE

La fermentazione alcolica

In condizioni ottimali la fermentazione inizia dopo 3-6 giorni dall'innesto dei lieviti e si svolge in maniera tumultuosa per 7-10 giorni. Per favorire l'attività dei lieviti, dopo 2 giorni di fermentazione tumultuosa è opportuno effettuare un'ossigenazione del mosto tramite appositi diffusori oppure con la tecnica del rimontaggio. La fermentazione continua poi in maniera più lenta per 2/3 settimane e anche oltre fino al completo esaurimento degli zuccheri.

La fermentazione alcolica necessita di ottimali condizioni fisiche e chimiche che rendono possibile il suo più corretto svolgimento, in particolare:

- 1) concentrazioni zuccherine non superiori al 25%;
- 2) temperature comprese tra 20 e 30 °C (temperature superiori sono pericolose);
- 3) assenza di alcol;
- 4) basse concentrazioni di anidride solforosa;
- 5) presenza di ossigeno.

La fermentazione alcolica deve essere costante e completa. E' importante che non si interrompa prima del totale consumo degli zuccheri, perché è poi difficile rimediare a tale problema.

Se si interrompe la fermentazione alcolica possono prendere avvio fermentazioni a carico di microrganismi (batteri in particolare) di tipo alterativo. La sostanza maggiormente pericolosa che si può formare da un errato processo fermentativo è l'acido acetico.

Nel caso in cui la fermentazione si interrompa precocemente si deve effettuare una solfitazione per inibire lo sviluppo dei batteri. Dopodiché si cerca di riavviare la fermentazione alcolica inoculando ceppi selezionati di lieviti e controllando le condizioni del mosto per quanto riguarda i nutrienti per i lieviti, la quantità di ossigeno, ecc. Il riavvio della fermentazione è però spesso difficile a causa delle ridotte concentrazioni di zuccheri e elevate concentrazioni di alcol del mosto semi-fermentato.

La macerazione

Processo basato sul contatto, più o meno prolungato, delle vinacce con il mosto/vino per consentire l'estrazione delle sostanze contenute nelle bucce e nei vinaccioli.

La permanenza delle vinacce in un ambiente idroalcolico permette l'estrazione di:

- antociani → contenuti nei vacuoli delle cellule della buccia;
- sostanze aromatiche → contenuti nelle cellule delle bucce;
- tannini → presenti nella cuticola dei vinaccioli e nelle bucce.
- sali minerali → hanno un effetto positivo per la nutrizione dei lieviti.

Tale processo provvede all'arricchimento del mosto in colore, aroma, gusto e l'intensità di tali caratteristiche varia in funzione della durata del contatto.

Le temperature ottimali per il processo sono quelle prossime ai 30 °C e i tempi variano da 3-5 giorni a 20 giorni (NB. Un tempo inferiore a quello della fermentazione).

Da evitare sono:

- l'eccessiva permanenza del mosto a contatto con le vinacce per evitare l'estrazione di sostanze che conferirebbero al prodotto un sapore eccessivamente astringente e erbaceo;
- la emersione delle vinacce (emersione del "cappello") che determinerebbe al contempo:
 - un'esposizione all'aria delle vinacce con aumento del rischio di fermentazioni a carico di batteri acetici,
 - una minore efficienza della macerazione delle vinacce,
 - un riscaldamento del mosto che si trova nella parte alta del tino dovuto al fatto che i lieviti tendono a concentrarsi maggiormente in prossimità delle vinacce.

Per evitare la emersione del cappello si eseguono sul mosto/vino rimontaggi e follature.

Rimontaggio. Processo effettuato per evitare l'emersione delle vinacce durante la macerazione e per bagnare le stesse evitando di frammentarle.

Si realizza prelevando dal fondo dei tini il mosto/vino, che tramite appositi sistemi di pompaggio e attraverso tubazioni viene reintrodotta dall'alto e spruzzata in pressione sul cappello. Tale operazione viene effettuata più volte al giorno.

Follatura. Sistema tramite il quale le vinacce vengono mantenute immerse nel mosto/vino grazie all'azione di aste meccaniche in acciaio (bastoni follatori) che si muovono mescolando il tutto. Tale processo è da condurre con delicatezza per evitare la rottura delle bucce, rese fragili dall'azione disgregante dell'alcol.

Un'altra interessante tecnica che permette di mantenere sommerso il cappello è quella del **délestage**. Questa tecnica prevede le operazioni di seguito descritte:

- 1) il mosto viene completamente asportato (dal basso) dal tino e conservato in un contenitore analogo;
- 2) sul fondo del tino rimangono le sole vinacce;
- 3) il mosto viene reintrodotta nel primo tino dall'alto per aspersione.

Questa tecnica permette una completa re-immersione delle vinacce nel mosto/vino e contribuisce ad una ulteriore estrazione di sostanze dalle vinacce.

Nel corso dei processi fermentativi e macerativi il mosto/vino subisce inoltre molte altre variazioni:

- 1) gli enzimi pectolitici idrolizzano le pectine provocando il rilascio nel mosto/vino di acido galatturonico e pectine neutre che contribuiranno alla struttura del prodotto finale;
- 2) lo sviluppo di alcol riduce la solubilità del bitartrato di potassio il quale precipita sul fondo dei tini;
- 3) le bucce perdono la polpa e aumentano di peso specifico mentre il mosto, arricchendosi in alcol e perdendo zuccheri, diminuisce di peso specifico: ciò provoca il progressivo deposito delle vinacce sul fondo del tino.

LA MACERAZIONE PELLICOLARE (O CRIOMACERAZIONE)

La macerazione pellicolare si effettua prevalentemente nelle uve bianche e sane per ottenere vini bianchi nei quali sia esaltata la componente aromatica varietale (Moscato, Chardonnay, Sauvignon). A volte è utilizzata anche con uve rosse per ottenere vini rosati o vini bianchi partendo da uve rosse.

Consiste nel lasciare il mosto a contatto con le bucce per circa 15 ore (da 12 a 24 ore) e a temperature inferiori a 15 °C (di solito 8-10 °C). NB: CONTATTO BREVE E BASSE TEMPERATURE

La macerazione pellicolare serve a estrarre i costituenti a bassa massa molecolare dalle bucce, quali aromi, acidi organici e azoto assimilabile, limitando il rilascio di tannini (di massa molecolare più elevata) che a basse temperature non si solubilizzano nel mosto.

In questo modo si ottengono mosti più facilmente fermentabili che danno origine a vini bianchi in cui risulta esaltata la componente aromatica varietale ma che sono poveri di tannini; questi ultimi determinerebbero, infatti, un forte rischio di instabilità soprattutto per il colore.

SVINATURA

Processo operato al termine del processo di macerazione e che consiste nel trasferimento del vino dai tini ai serbatoi di stoccaggio (acciaio, cemento o fusti in legno).

In questo caso il vino viene messo a contatto con l'aria per favorire il consumo degli zuccheri residui da parte dei lieviti (così si riduce il rischio di rifermentazioni in bottiglia e si riduce la disponibilità di fruttosio per gli enococchi che produrrebbero acido acetico).

Residuano sul fondo dei tini i vinaccioli e le **vinacce imbevute di vino che sono estratte e torchiate** per recuperare parzialmente il vino residuo.

LA FERMENTAZIONE MALOLATTICA

INTRODUZIONE

La fermentazione malolattica consiste nella trasformazione dell'acido malico in acido lattico e CO₂.

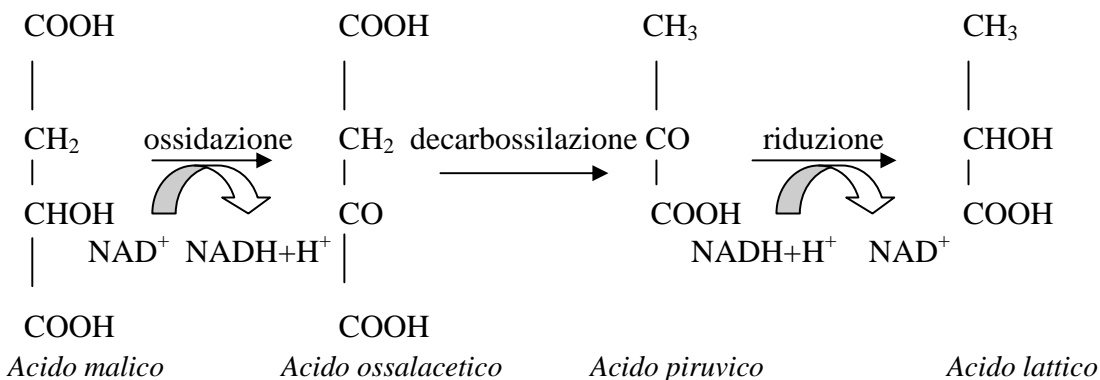
E' eseguita da batteri lattici che sopportano elevati valori di acidità. Sono stati individuati circa 1000 ceppi di batteri che metabolizzano l'acido malico. Fra essi ricordiamo:

- **batteri omofermentanti** che producono quasi solo acido lattico. Fra essi citiamo il *Lactobacillus plantarum*, che però è usato solo in pre-fermentazione perché è sensibile all'alcool.

- **batteri eterofermentanti** che producono anche acido acetico, glicerolo, etanolo e diversi altri composti come il diacetile. In questo raggruppamento ricordiamo l'*Oenococcus oeni*, che è il microrganismo in assoluto più utilizzato per questa fermentazione.

BIOCHIMICA

I passaggi biochimici della fermentazione malolattica, sono i seguenti:



N.B.

- **ossidazione** si ha quando viene perso idrogeno (H), oppure quando si acquista ossigeno (O);
- **riduzione**: si ha quando si perde ossigeno (O) o quando si acquista idrogeno (H);
- **decarbossilazione**: l'enzima stacca un gruppo COOH, ma l'idrogeno (H) ritorna nella molecola chiudendo il legame e la CO₂ si libera.

In realtà la malolattica non potrebbe essere considerata una vera fermentazione, perché non produce conseguenze dirette nel metabolismo energetico (per esempio, la produzione di ATP), ma viene eseguita dal batterio per creare un ambiente meno acido che favorisce il suo sviluppo.

RIPERCUSSIONI SUL VINO

La fermentazione malolattica determina le seguenti modificazioni nei vini:

1- **variazione a carico del sapore/aroma:** si riduce notevolmente la concentrazione di acido malico, che ha sapore aspro, mentre aumenta quella dell'acido lattico, che conferisce un gusto rotondo al vino; inoltre, utilizzando batteri eterofermentanti, si trovano nel vino aromi particolari.

2- **disacidificazione** (con aumento del pH di circa 0,1- 0,3): dovuta al fatto che l'acido lattico è più debole dell'acido malico ed al fatto che man mano che l'acido malico è consumato, una parte dei malati si dissocia liberando cationi che poi fanno precipitare più acido tartarico.

3- **stabilizzazione del prodotto:** i batteri lattici utilizzano gli zuccheri fermentescibili residui e, di fatto, rendono il prodotto inospitale per eventuali microrganismi alterativi.

Da quanto riportato ai punti 1 e 2 risulta che la malolattica è più adatta per i vini rossi che non per i bianchi.

ASPETTI TECNOLOGICI

La fermentazione malolattica inizia spontaneamente all'inizio della primavera, quando la temperatura del vino risale oltre i 20 °C necessari all'*Oenococcus* per svilupparsi.

In inverno, non può avvenire in maniera naturale. Infatti, al termine della fermentazione alcolica, la temperatura del vino scende per l'avanzare della stagione autunnale; questo unitamente all'alcol, alla SO₂ residua ed alla scarsità degli zuccheri impedisce ai batteri lattici di moltiplicarsi rapidamente.

Pertanto, per circa quattro mesi il vino, che nel frattempo non può essere solfitato, è potenzialmente esposto al rischio di alterazioni microbiche; per questo motivo, per evitare tali rischi, si mantengono riscaldati i serbatoi del vino per alcune settimane dopo la fermentazione alcolica, in modo da avviare e completare la fermentazione malolattica prima della stagione fredda che in questo modo potrà essere meglio sfruttata per eseguire i trattamenti di stabilizzazione tartarica.

In alcune cantine la fermentazione malolattica è indotta mediante l'aggiunta di ceppi selezionati di *Oenococcus oeni*.

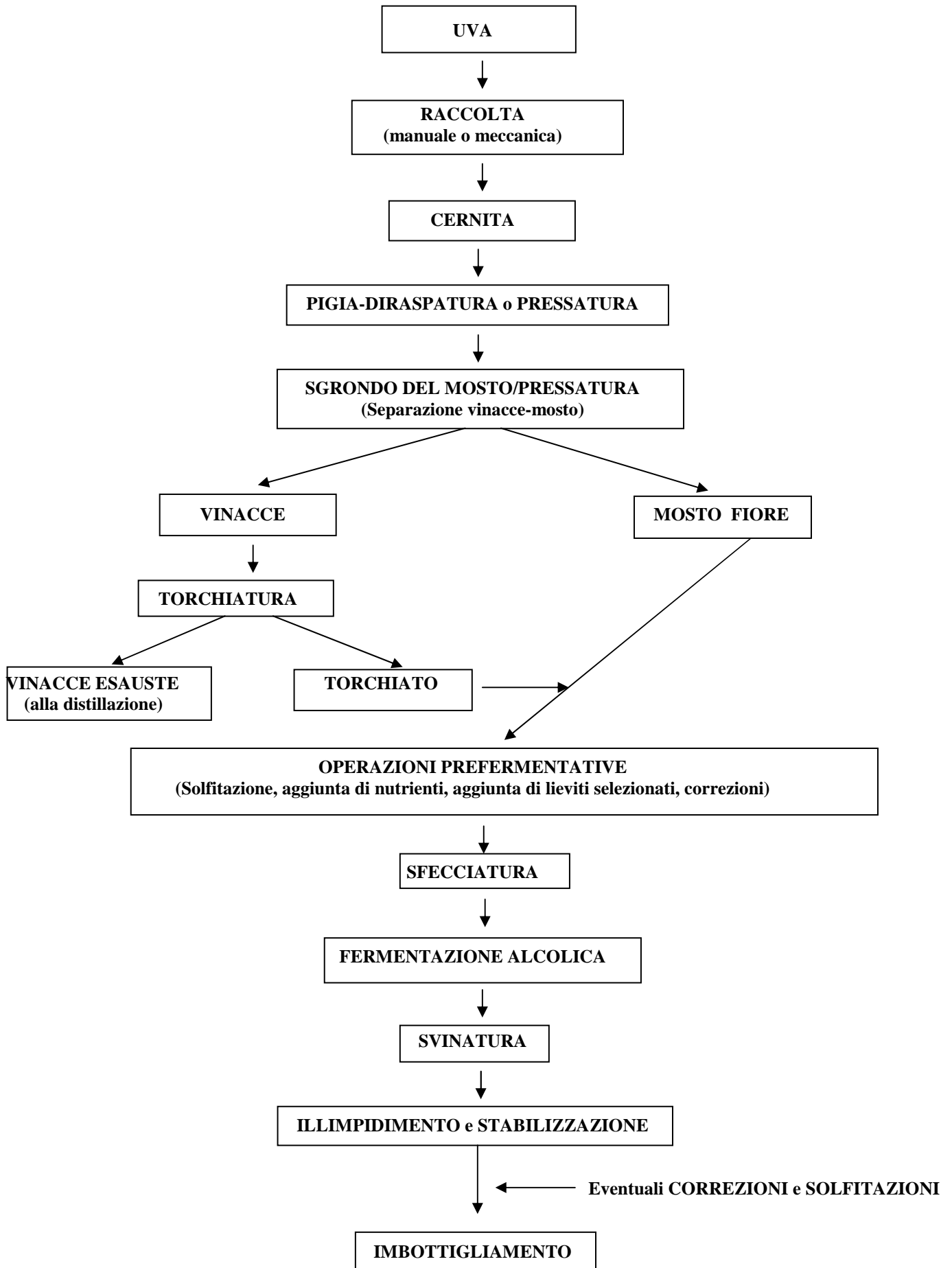
Il controllo della fermentazione è attuato agendo in maniera strategica sulla temperatura e sulla concentrazione di SO₂.

Oggi è inoltre consentito l'uso di lisozima per interrompere la malolattica: il lisozima è un enzima ottenuto dalle uova che ha attività battericida ed è efficace contro i batteri lattici.

NOTA

Le operazioni che seguono la fermentazione malolattica si ritrovano anche nella vinificazione in bianco e sono trattate dopo la conclusione del paragrafo sulla vinificazione in bianco.

9) LA VINIFICAZIONE IN BIANCO



BREVE COMMENTO DELLE FASI DELLA VINIFICAZIONE IN BIANCO

Le uve mature sono conferite alla cantina. Sono rimossi i raspi e le eventuali foglie.

E' effettuata la diraspatura e la pigiatura: il mosto è separato dalle vinacce.

Segue la pressatura delle vinacce, necessaria per eliminare il mosto residuo. Le vinacce esauste sono inviate in distilleria mentre il pressato è unito al mosto fiore.

Seguono le operazioni pre-fermentative. Il mosto è addizionato di lieviti selezionati (se necessario, per iniziare o prolungare la fermentazione), fosfato d'ammonio (fonte di azoto prontamente disponibile per i lieviti), anidride solforosa (necessaria per selezionare i microrganismi e ridurre le ossidazioni soprattutto a carico dei polifenoli). Nella vinificazione in bianco il mosto è illimpidito (sfecciatura) prima che inizi la fermentazione alcolica per evitare un lungo contatto del mosto con le fecce: anche la sfecciatura va considerata come un'operazione pre-fermentativa.

Inizia quindi la fermentazione che avviene senza macerazione. La temperatura è mantenuta compresa tra i 14 e i 20 °C per favorire lo sviluppo dei lieviti e non disperdere i composti aromatici derivanti dal loro metabolismo.

Al termine della fermentazione si esegue la svinatura: in questa fase è necessario prevenire fenomeni quali la fermentazione malolattica. Per favorirne l'arricchimento aromatico si può tenere il vino a contatto con le fecce, ma solo dopo aver separato le fecce per circa 2\3 settimane per esaurire l'attività della solfito-reduttasi (così è anche possibile solfitare senza che il vino subisca modificazioni).

Viene quindi effettuato l'illimpidimento mediante filtrazione o mediante l'aggiunta di chiarificanti che si aggregano con le sostanze instabili del vino facendole precipitare.

Per evitare precipitazioni di tartrati nel prodotto imbottigliato si effettua la stabilizzazione tartarica a freddo: con questo metodo una buona parte di acido tartarico e sali presenti in soluzione precipita.

Si ha poi l'imbottigliamento, effettuato più comunemente in bottiglie di vetro di colore variabile con apposite macchine chiamate riempitrici isobariche. Le bottiglie sono poi chiuse ermeticamente tramite un tappo che è prevalentemente di sughero o di altri materiali, ad esempio silicone, a seconda della qualità del prodotto e dei tempi di invecchiamento.

(Di seguito non sono descritte le fasi che sono comuni alla vinificazione in rosso)

LA RACCOLTA

Per ottenere il tipico sapore fresco e fruttato dei vini bianchi, legato all'acidità e alla componente aromatica, è necessario valutare attentamente i tempi di raccolta cercando di trovare il miglior compromesso tra la concentrazione di acidi organici e quella di aromi varietali.

I grappoli dovrebbero essere selezionati in campo eliminando le uve colpite da muffe.

L'uva deve essere trasportata in ore fresche della giornata e conferita alla cantina cercando di non danneggiare gli acini: in questo modo non vi è l'attivazione precoce di processi fermentativi.

LA PIGIATURA

L'estrazione del mosto costituisce una fase critica nella vinificazione senza macerazione in quanto il contatto con quantità eccessive di fecce fini porta rapidamente alla comparsa di gusti e aromi erbacei che compromettono la qualità del vino. Nella vinificazione in bianco occorre eliminare velocemente le bucce. Questa eliminazione precoce, però, porta ad una perdita di polpa che aderisce alla buccia.

Per la produzione di vini correnti si utilizzano pigia-diraspatrici molto energiche che però danneggiano le bucce. In questa maniera si ottiene in poco tempo una elevata quantità di mosto che dovrà poi essere illimpidito in tempi rapidi. Per la produzione di vini di pregio la pigiatura viene effettuata il modo delicato o non viene eseguita perché si ottiene la rottura degli acini immettendo il prodotto direttamente nelle presse.

SGRONDATURA/PRESSATURA

Un sistema continuo molto usato è lo **sgrondatore obliquo** abbinato al **torchio continuo**.

Lo sgrondatore obliquo permette la separazione continua del prodotto diraspato-pigiato. Consiste in un cilindro inclinato nel quale il prodotto è trasportato in maniera delicata mediante un'elica di grande diametro con ridotto numero di rotazioni. Il prodotto è spinto verso l'uscita che possiede un coperchio (bocca di scarico) regolabile con centralina idraulica: tale coperchio si oppone alla fuoriuscita creando una pressione di 100-120 atmosfere. La portata di esercizio è elevata in modo da esaurire le vinacce. Le frazioni liquide sono raccolte in una camera di sgrondo e fuoriescono dalla stessa parte dell'alimentazione.

Il mosto che esce dallo sgrondatore è detto **mosto fiore**.

Al mosto fiore può essere addizionato il mosto torchiato proveniente da un torchio continuo al quale sono convogliate le vinacce in uscita dallo sgrondatore. Esistono torchi idraulici che operano con un'azione di pura compressione e torchi continui elicoidali che operano con un'azione combinata di compressione e di sfregamento.

Il mosto torchiato può essere di prima, seconda, ecc. torchiatura.

Va detto che lo stesso mosto fiore ottenuto con lo sgrondatore continuo non è di qualità elevatissima perché ha subito un'azione abbastanza incisiva, è stato intenso lo sfregamento: di solito si presenta molto torbido.

Il vantaggio di questo sistema è, invece, la velocità operativa e la possibilità di lavorare in continuo.

Un'alternativa che permette di ottenere un prodotto di qualità superiore è:

Pressa soffice (a membrana). E' molto utilizzata soprattutto per vini di pregio. Può essere usata sia con uva pigiata sia con uva intera.

È costituita da una camera cilindrica orizzontale in acciaio in cui è inserito un telo che funziona da camera d'aria: si gonfia con gas compresso e schiaccia i grappoli contro la parete esterna. La parete è opportunamente scanalata e traforata per consentire un rapido sgrondo del mosto. Dopo un ciclo di pressatura si sgonfia la camera d'aria e si ruota la pressa in modo da far cadere e sgretolare il pannello di vinacce.

Possono essere eseguite anche pressature-disgregazioni applicando pressioni crescenti in modo da esaurire le vinacce. Con l'aumentare della pressione si ottengono mosti sempre più torbidi. Le pressioni usate vanno da 0,3 a 2 bar.

Alcune versioni permettono di lavorare ermeticamente in assenza di ossigeno. L'atmosfera del mosto è sostituita mediante insufflazione di azoto. Dall'esterno della pressa è poi aspirata questa atmosfera: la depressione che si crea fa gonfiare la camera d'aria che pressa le vinacce.

Queste presse hanno una azione delicata e non richiedono manodopera esperta, tuttavia sono macchine discontinue e richiedono tempi relativamente lunghi per le operazioni di scarico e pulizia.

Vi sono altre varianti interessanti. Ad esempio vi sono delle **presse a gabbia chiusa** che presentano dei fori che possono essere aperti o chiusi. Queste presse possono essere usate quando è necessario far sostare il mosto con le vinacce per un certo periodo di tempo, ad esempio quando si vuole eseguire la macerazione pellicolare.

SFECCIATURA

Nella vinificazione in bianco è necessario eliminare il più presto possibile i frammenti delle bucce, dei raspi dei vinaccioli, che rimangono nel mosto dopo la pigiatura. La permanenza nel mosto di questi frammenti, che chiamiamo genericamente **fecce**, determinerebbe infatti il rilascio di sostanze non gradite nei vini bianchi, quali i tannini o sostanze grasse che producono gusti e odori erbacei.

L'illimpidimento del mosto può essere effettuato in diversi modi. Normalmente si distingue l'illimpidimento statico da quello dinamico.

Illimpidimento statico. Si esegue nei tini di fermentazione e consiste nel bloccare l'attività microbica attraverso il raffreddamento del mosto. In questo modo si attenua il "ribollimento" del mosto e il materiale solido fine riesce a

sedimentare sul fondo del vinificatore e può essere asportato.

Nella pratica enologica il mosto è portato a temperature inferiori a 10 °C per 12/24 ore e addizionato di enzimi pectolitici: questi enzimi idrolizzano le pectine disciolte nel mosto e ne diminuiscono la viscosità, accelerando così la velocità di deposito sul fondo.

Questa pratica ha però dei rischi: mosti troppo illimpiditi possono incorrere nell'interruzione della fermentazione.

Illimpidimento dinamico. Le tecniche di illimpidimento dinamico più comuni sono la flottazione e la filtrazione. Nella flottazione si addizionano al mosto gelatina e bentonite in polvere: il mosto così addizionato è introdotto nel flottatore dal fondo. Sempre dal fondo del flottatore sono poi fatti gorgogliare nel mosto dei gas. Le bolle di gas formano, con le fecce, degli aggregati di bassa densità. L'aggregato affiora ed è spazzato via da una lama, mentre il mosto limpido fuoriesce dalla corona circolare esterna. I gas più utilizzati sono l'azoto, l'ossigeno o la semplice aria. L'uso dell'aria o dell'ossigeno è più pericoloso, perché può determinare l'ossidazione dei composti fenolici e un ulteriore intorbidimento del mosto.

Il sistema di filtrazione più utilizzato è il filtro rotativo sottovuoto.

Il mosto limpido può ora essere inviato alla fermentazione.

CONDUZIONE DELLA FERMENTAZIONE

Anche in questo caso, al fine di condurre correttamente la fermentazione si aggiungono al mosto azoto prontamente assimilabile, ceppi di lievito selezionato e 50-80 mg/L di SO₂ in base alle condizioni sanitarie delle uve.

Dato che nella vinificazione in bianco non si pratica la macerazione delle vinacce, la temperatura della fermentazione è tenuta solitamente costante a 14-20 °C per favorire lo sviluppo del lievito e la sintesi di alcuni composti aromatici dovuti al suo metabolismo e per rallentare la dispersione di tutte le sostanze aromatiche.

SVINATURA

Al termine della fermentazione i lieviti muoiono e le loro cellule si depositano sul fondo dei tini insieme alle fecce.

Però alcuni enzimi dei lieviti sono ancora attivi e la sosta del vino sulle fecce permette di arricchire di composti aromatici il vino.

La **sosta sulle fecce** del vino può arricchirlo ma è una operazione da eseguire con attenzione.

Bisogna, infatti, tenere sotto controllo alcuni processi che potrebbero alterare le caratteristiche organolettiche del prodotto finale. Il primo di questi è dovuto all'*Oenococcus oeni* che compie la fermentazione malolattica che andrebbe a compromettere il gusto acido del vino bianco (nei bianchi il gusto acido è apprezzato).

Al fine di bloccare questo processo è, però, sconsigliato l'uso di SO₂, dato che potrebbe essere ridotta ad idrogeno solforato (H₂S) che ha un odore sgradevole e che può portare alla formazione di altri composti ben più sgradevoli.

La tecnica adottata consta nel far raffreddare il vino e separare le fecce per 3-4 settimane al fine di far espletare completamente l'azione della solfito-reduttasi. Successivamente la feccia di lievito viene reimpressa nel vino arricchendo il vino di composti aromatici e di residui polisaccaridici che conferiscono un gusto "rotondo" al vino. In questa fase si potrà andare ad aggiungere l'SO₂ senza più rischiare la formazione di odori sgradevoli (detti di ridotto) di origine microbica.

Il **vino fiore** ottenuto viene poi condotto alle fasi di stabilizzazione e affinamento.

10) IL PROBLEMA DELLA TORBIDITÀ

Al termine della vinificazione il vino, soprattutto quello addizionato con torchiato, è torbido per la **presenza di particelle solide** in sospensione (fecce).

Si tratta in particolare di frammenti di vinacce, di pareti cellulari di lieviti, di particolato formatosi durante la fermentazione.

L'eliminazione di questo particolato può essere effettuato abbastanza semplicemente con tecniche di illimpidimento statico o dinamico. Le tecniche sono quelle già descritte nel paragrafo 9 a proposito della sfecciatura del mosto e consistono:

- per l'*illimpidimento statico* nel raffreddamento del vino accompagnato dall'aggiunta di chiarificanti (*di questi si tratterà nel paragrafo successivo*); durante questo processo le fecce si depositano sul fondo e il vino è travasato **(1)** in un altro serbatoio;
- per l'*illimpidimento dinamico* nella filtrazione effettuata con diverse metodologie **(2)**.

Normalmente si effettua prima un illimpidimento grossolano di tipo statico oppure utilizzando filtri sgrassanti. Si procede poi con l'eliminazione anche del particolato più sottile mediante filtrazione con sistemi più fini. L'ultima filtrazione è sempre sterilizzante, per garantire la rimozione di cellule di lievito (e di altri microrganismi) vive che potrebbero causare pericolose rifermentazioni in bottiglia.

LA FILTRAZIONE STERILIZZANTE È SEMPRE EFFETTUATA PRIMA DELL'IMBOTTIGLIAMENTO (quindi si effettua alla fine di tutte le altre eventuali operazioni)

NOTE:

(1) IL TRAVASO

I travasi vengono eseguiti anche durante la vinificazione ogni qualvolta si vuole evitare che la feccia depositata si risospenda o quando si temono fenomeni di alterazione dovuti ai microrganismi che trovano nelle fecce i substrati di sviluppo. Si effettua sempre al termine della vinificazione per separare definitivamente le fecce dal vino.

Il vino viene trasferito in un altro tino (tino di travaso) attraverso una tubazione situata in prossimità del fondo (ma più in alto del deposito delle fecce), facendo in modo che il vino sovrastante funzioni da barriera contro l'aria. Nonostante tutto è difficile evitare completamente il contatto con l'aria, quindi, dopo ogni travaso, viene aggiunta SO₂ al vino per fare in modo da limitare i fenomeni ossidativi.

(2) LA FILTRAZIONE

Il principale problema che insorge nell'uso dei filtri è quello del **colmaggio**. Alcune sostanze presenti nel vino favoriscono il colmaggio: si tratta di *polisaccaridi*, come pectine e polisaccaridi provenienti dalla parete cellulare dei lieviti, e di *proteine*.

Per tale ragione si può agevolare la filtrazione aggiungendo al vino delle *glucanasi* e *pectinasi*, capaci di idrolizzare i polisaccaridi riducendo la viscosità del vino e diminuendo l'effetto colmante.

In alternativa o in aggiunta si possono utilizzare materiali rigidi, quali *perlite* o *farina fossile* ("filtrina"), che mentre si depositano sul filtro inglobano le particelle presenti nel vino impedendo loro di formare uno strato continuo colmante sulla superficie del filtro e agendo contemporaneamente da materiali filtranti.

Il vino viene spesso sottoposto a più filtrazioni. La prima filtrazione prende il nome di pre-filtrazione ed è grossolana, finalizzata all'eliminazione di particolato colmante di maggiori dimensioni. Seguono filtrazioni sempre

più fini realizzate con attrezzature di diverso tipo.

ATTREZZATURE PER LA FILTRAZIONE. Distinguiamo quindi **filtri sgrossatori** per l'eliminazione di fecce e torbidità forti, **filtri brillantatori** per completare la chiarifica e **filtri sterilizzatori** per eliminare i microrganismi.

Tra i principali filtri sgrossatori troviamo i **filtri verticali a piatti**. Questi filtri sono costituiti da una serie di piatti sovrapposti nei quali la parte superiore funge da supporto per la filtrina che è il vero materiale di filtrazione. Questo tipo di filtrazione termina non appena il pannello tocca la parte inferiore del piatto sovrastante. Questo filtro ha lo svantaggio di essere discontinuo, e quindi poco adatto alle lavorazioni di grandi volumi.

Filtri che consentono maggiore continuità sono i cosiddetti **filtri rotativi**. Questi filtri sono costituiti da un cilindro rotante a pareti porose su cui viene posizionato un pannello di materiale filtrante (filtrina) privo di fecce. Il cilindro è parzialmente immerso in una vasca in cui viene immesso il vino da illimpidire mescolato a filtrina, che viene aspirato verso l'interno del cilindro stesso. Il vino limpido situato all'interno del cilindro viene prelevato continuamente, mentre la feccia si deposita sulla superficie del cilindro mescolata alla filtrina. Per evitare l'intasamento del filtro, c'è la presenza di una lama che percorre esternamente tutta la lunghezza del cilindro, con la funzione di raschiare continuamente lo strato superficiale del pannello eliminando la parte più esterna intasata dalle fecce. I filtri rotativi fanno in modo che il vino sia esposto all'aria; per tale motivo vengono utilizzati per il trattamento di vini comuni.

Filtrazioni brillantanti o sterilizzanti si ottengono rispettivamente tramite l'utilizzo di **filtri a piastre o a cartoni** e con **microfiltratori tangenziali**. Nel primo caso il materiale filtrante è costituito da cartoni di cellulosa, fibre sintetiche o farina fossile. I microfiltratori, invece, sono filtri che funzionano in maniera continua e tangenziale: fra questi ricordiamo quelli a membrana e quelli in ceramica ("a fibra cava").

11) IL PROBLEMA DELLA STABILITÀ

Dopo l'eliminazione del particolato in sospensione il vino è limpido ma non è detto che lo rimanga nel tempo. Il vino limpido, infatti, ha alcuni componenti che possono, nel tempo, modificarsi e/o aggregarsi o precipitare dando origine a torbidità o precipitazioni. Il vino limpido non è, in altre parole, stabile.

Le principali cause di instabilità sono:

- presenza di **acido tartarico** e **cationi** che possono dare origine a precipitazione di bitartrato di potassio o di tartrato neutro di calcio sotto forma di cristalli bianchi. Il bitartrato di potassio forma cristalli più grandi che vanno a fondo, mentre il tartrato neutro di calcio forma cristalli più piccoli che possono rimanere in sospensione (creano torbidità).

- presenza di sostanze colloidali cioè:

- **polifenoli** che possono dare origine a grandi polimeri formati da **tannini e antociani** legati tra loro che formano un particolato o un sedimento rosso violaceo (soprattutto nei vini rossi). Sono colloidali negativi.

- **proteine** che provengono dall'uva o che sono rilasciate dai lieviti in seguito alla morte e alla lisi cellulare: queste possono insolubilizzarsi e produrre torbidità o precipitati (soprattutto nei vini bianchi). Sono colloidali positivi.

SE IL VINO SI INTORBIDISCE QUANDO SI TROVA ANCORA NEI SERBATOI NON VI SONO SOSTANZIALMENTE PROBLEMI. La torbidità può essere, infatti, rimossa con i metodi descritti nel paragrafo precedente.

IL PROBLEMA SI VERIFICA, INVECE, SE IL FENOMENO SI PRESENTA QUANDO IL VINO È NELLE BOTTIGLIE. PER EVITARE CHE QUESTO AVVENGA SI EFFETTUANO PROCEDURE DI STABILIZZAZIONE.

STABILIZZAZIONE TARTARICA DEL VINO

INSTABILITÀ DOVUTA AI TARTRATI

Anche se il vino è limpido non si ha la certezza che sia stabile. Infatti, spesso, le concentrazioni di acido tartarico e cationi in soluzione sono maggiori del prodotto di solubilità dei tartrati (ciò è possibile a causa dei tannini, dei polisaccaridi e di altri composti disciolti nel vino i quali rallentano la cristallizzazione dei tartrati).

Questa fa sì che il vino si trovi in una condizione di sovra-saturazione, dove una piccola modificazione del precario equilibrio può provocare la precipitazione di tartrato di calcio e/o bitartrato di potassio.

In pratica, basta un abbassamento di temperatura, una variazione di pH, o addirittura un urto meccanico, un travaso in recipienti più piccoli o anche solo la deposizione di pulviscolo sul pelo libero del vino e la precipitazione ha inizio.

Occorre evitare che la precipitazione avvenga nel prodotto imbottigliato. Per questo motivo si effettua la stabilizzazione tartarica quando il vino si trova ancora nei recipienti di stoccaggio.

STABILIZZAZIONE TARTARICA

La **stabilizzazione a freddo** è il metodo più utilizzato e consiste nel destabilizzare la condizione di sovra-saturazione quando il vino è ancora nei serbatoi di stoccaggio. Per realizzare ciò bisogna:

RAFFREDDARE IL VINO portandolo a una temperatura vicina al suo punto di congelamento. A temperatura più bassa diminuisce il prodotto di solubilità dei tartrati che, quindi, cominciano a precipitare.

INTRODURRE FINO A 400 g/hl DI BITARTRATO DI POTASSIO ridotto in cristalli molto fini (fungono da nucleo di cristallizzazione), per favorire la cristallizzazione.

La precipitazione non è istantanea ma richiede *4-5 giorni nei vini rossi* (maggiore presenza di tannini e polisaccaridi) e *alcune ore per i vini bianchi*.

L'operazione viene ripetuta più volte, riutilizzando i cristalli precipitati e recuperati in seguito a filtrazione (vengono reimpiegati fino a che la loro dimensione o l'eccessiva presenza di tannini ne compromettano l'efficacia).

SEPARARE IL VINO DAI CRISTALLI mediante travaso o filtrazione.

RIPORTARE LA TEMPERATURA AI VALORI AMBIENTALI.

IMBOTTIGLIARE.

Uso di stabilizzanti chimici

Per i vini da consumare entro pochi mesi è possibile evitare la stabilizzazione tartarica. Al suo posto, però, si usa uno stabilizzante chimico: l'**ACIDO META TARTARICO**.

Questo è un poliestere dell'acido tartarico (un buon prodotto contiene almeno 40 acidi tartarici; si tratta del cosiddetto "**SUPER 40**"). Nel sistema vino esso si lega ad altre molecole di acido tartarico e si ingrandisce senza precipitare ma sottraendo acido tartarico al vino (in questo modo si scende sotto il livello di saturazione). Per legge è ammessa una quantità massima di 10 g/hl.

STABILIZZAZIONE RISPETTO AI COLLOIDI (POLIFENOLI E PROTEINE): LA CHIARIFICA

La chiarifica è una tecnica molto usata nella pratica enologica per (1) velocizzare il processo di sedimentazione delle fecce oppure (2) per rimuovere il particolato di natura colloidale disperso nel vino che col tempo può assumere dimensioni visibili e causare torbidità.

Prende anche il nome di "collaggio" perché per tradizione veniva effettuata con colla di pesce.

Consiste nell'aggiungere al vino di sostanze (i "chiarificanti" o "collanti") che vanno a formare aggregati con le sostanze disperse nel vino: questi aggregati in seguito si depositano sul fondo lasciando il vino più limpido.

Questo fenomeno avviene grazie alle cariche superficiali dei chiarificanti che permettono loro di legare i colloidali di carica opposta presenti nel vino. Inoltre, gli aggregati che si formano, mentre scendono verso il fondo, inglobano il particolato più grossolano effettuando una ulteriore chiarifica.

TIPI DI CHIARIFICANTE:

Chiarificanti inorganici. Sono per lo più minerali con carica superficiale negativa: sono in grado di legare i colloidali positivi (che sono soprattutto quelli proteici). Si ricordano:

BENTONITE (argilla montmorillonitica e pertanto rigonfiabile) E' il collante inorganico (carica negativa) più utilizzato; è efficace anche sui vini ottenuti da uve attaccate da *Botrytis* perché si va a legare con la laccasi.

SOL DI SILICE (sospensione acquosa di SiO₂) Chiarificante idoneo a vini già parzialmente illimpiditi (trattamento di rifinitura) ma non adatto a vini molto torbidi. Spesso si utilizza insieme ad un chiarificante proteico.

Chiarificanti organici. Per lo più di natura proteica, al pH del vino hanno carica superficiale positiva: sono in grado di legare i colloidali negativi (che sono soprattutto i tannini). Si ricordano:

ALBUMINA (proteina ottenuta dall'uovo) E' inadatta ai vini bianchi nei quali può causare il surcollaggio, si usa per i vini rossi.

GELATINA (ottenuta dalla cartilagine e dalle ossa suine oppure di origine vegetale) E' idonea per i vini ricchi di pectine e acidi.

CASEINA (si utilizza soprattutto il caseinato di K, ma ci sono molte caseine sul mercato) Ha effetti

decoloranti e deodoranti. E' idonea all'illimpidimento dei vini e dei mosti bianchi ma non dei vini rossi, in quanto causa decolorazione. Si usa spesso in associazione con la bentonite. Non si lega ai colloidali, ma nel vino (a pH acido) floccula e depositandosi porta con sé il particolato sospeso.

TANNINI Unico chiarificante organico di carica negativa per cui sono idonei a rimuovere colloidali positivi

Prima di inserire i chiarificanti nel vino è sempre necessario scioglierli in acqua considerando rapporti e tempi diversi a seconda dei prodotti. La miscela deve, poi, essere dispersa accuratamente nel vino in modo da evitare accumuli. La chiarifica avviene correttamente quando in poco tempo non rimangono sostanze sospese nel vino. Al termine si filtra.

E' bene ricordare che nei vini rossi la torbidità è per lo più originata dalla presenza dei tannini che si legano tra loro o con gli antociani formando colloidali di carica negativa (i vini rossi hanno poche proteine, perché precipitano con i tannini durante la vinificazione). Per questi vini sono idonei chiarificanti organici quali gelatina o albumina (associati eventualmente a bentonite).

Nei vini bianchi la torbidità è per lo più determinata da colloidali proteici (ma non esclusivamente). Per questi vini sono idonei chiarificanti inorganici quali la bentonite associata a gelatina o caseina.

Prima di intervenire sul vino bisogna effettuare delle prove di collaggio su campioni di vino in modo da stabilire le quantità ottimali di collanti da utilizzare per la chiarifica. Se non vengono fatte queste prove si può manifestare il surcollaggio, ovvero si forma nel vino un residuo disciolto che potrebbe produrre torbidità.

12) MATURAZIONE E INVECCHIAMENTO

Consistono in un insieme di **fenomeni fisici, chimici e biologici** a carico di molti costituenti del vino.

I TERMINI MATURAZIONE E INVECCHIAMENTO HANNO SIGNIFICATI DIVERSI

Si definisce **maturazione** il periodo di permanenza nelle botti, in cui il vino trova condizioni debolmente ossidative. Si definisce **invecchiamento** il periodo di permanenza in bottiglia, in cui il vino trova condizioni tendenzialmente riducenti. Non tutti i vini sono soggetti a processi di maturazione e/o invecchiamento.

A tal proposito i vini si distinguono in:

- **vini freschi o di pronta beva** (sono immessi al consumo nella primavera successiva alla vendemmia o comunque prima della vendemmia seguente) che non subiscono maturazione in botte e hanno un breve periodo di invecchiamento in bottiglia
- **vini invecchiati** che sono immessi al consumo più tardi, dopo aver subito processi di maturazione e invecchiamento più o meno lunghi

VINI BIANCHI. In generale si avvantaggiano poco sia della maturazione che dell'invecchiamento: durante la maturazione, infatti, il colore tende a incupire (per ossidazione dei polifenoli) e i vini assumono gusto e odore di ossidato, mentre nell'invecchiare perdono la freschezza e il fruttato. In particolare i **vini bianchi aromatici** devono essere consumati entro pochi mesi dalla svinatura.

Anche per i vini bianchi è comunque consigliabile un breve periodo di permanenza in bottiglia in modo che si possa raggiungere un equilibrio dopo tutti i trattamenti subiti (chiarificazione, filtrazione ecc.).

VINI ROSSI. Il panorama è più vario. Alcuni vini rossi si avvantaggiano poco della maturazione e dell'invecchiamento: è il caso dei **vini novelli** e dei **vini rossi leggeri** (esempio: Dolcetto).

Altri vini rossi migliorano dopo una breve maturazione/invecchiamento: è il caso di vini come il Barbera o il Grignolino.

Altri ancora raggiungono le loro migliori caratteristiche organolettiche in seguito al contatto con il legno delle botti e con l'ossigeno che entra attraverso le doghe. Sono questi i **vini rossi robusti**, con elevata gradazione alcolica (minimo 12 gradi alcolici) e buon contenuto in tannini e antociani (minimo 1-2 g/l). E' poi durante l'invecchiamento in bottiglia che questi vini sviluppano quei profumi caratteristici che possono formarsi solo in assenza di aria (ambiente riducente).

PROCESSI CHE AVVENGONO DURANTE LA MATURAZIONE/INVECCHIAMENTO

COLORE	Nei vini rossi varia dal <u>rosso violaceo</u> , al <u>rosso rubino</u> , al <u>granato</u> e poi all' <u>aranciato</u> (se quest'ultimo è molto marcato è sintomo di vino troppo vecchio, "decrepito"). Ciò è dovuto alla ossidazione, polimerizzazione e precipitazione dei polifenoli. Il rosso violaceo di un vino rosso giovane è dovuto agli antociani non ossidati. I colori che si osservano nel vino invecchiato sono dovuti, invece: - il giallo ai tannini ossidati e polimerizzati, - l'aranciato all'insieme di antociani ossidati e complessi tannini ossidati-antociani, - il rosso-mattone all'insieme di tutti i polifenoli ossidati e polimerizzati.
PROFUMO/ AROMA	Durante la maturazione (ambiente ossidante) si formano gli aromi terziari, durante l'invecchiamento (ambiente riducente) quelli quaternari. I fenomeni prevalenti che portano alla formazione di composti odorosi/profumati sono: estrazione /solubilizzazione di composti dal legno, esterificazione (reazione alcol-acido) massima nei primi due anni e ridotta in bottiglia (ma con formazione di composti aromatici molto tipici), eterificazione (reazione alcol-alcol), acetalizzazione (reazione alcol-aldeide), resinificazione (varie reazioni aldeidi-polifenoli, amminoacidi-polifenoli, amminoacidi-zuccheri, zuccheri-acidi organici).
SAPORE	Diminuzione dell'acidità fissa per la precipitazione di tartrati, per la fermentazione malolattica, per la precipitazione dei tannini. Il sapore diventa più morbido. Acquisizione di nuovi aromi provenienti dal legno delle botti (vedi paragrafo successivo).

13) L’AFFINAMENTO IN FUSTI

L’affinamento in fusti consiste nella sosta del vino in fusti di rovere, di norma per un periodo di tempo che va dai 3 ai 12 mesi (ma può anche essere più lungo), durante i quali le fecce hanno il tempo di sedimentare (ed essere successivamente allontanate grazie al travaso) e durante il quale avvengono fenomeni particolari che permettono al vino di acquisire particolari caratteristiche sensoriali.

L’affinamento può essere effettuato sia per i vini rossi sia per i vini bianchi. In questi ultimi è meno usuale e per loro il contatto con il legno è di soli pochi mesi. È, invece, una pratica ricercata per i vini rossi che durante la sosta nei fusti in legno si arricchiscono di caratteristiche sensoriali molto adatte alla tipologia di prodotto.

Durante l’affinamento possono avvenire fenomeni quali chiarifica e stabilizzazione e si realizza, spontaneamente, anche la stabilizzazione tartarica.

Successivamente all’affinamento il vino viene microfiltrato (filtrazione sterilizzante) e imbottigliato

FUSTI DI LEGNO

I fusti in legno più utilizzati in enologia sono costruiti principalmente in legno di rovere, ma non tutte le varietà sono idonee all’uso enologico.

Sono importanti varie informazioni relative al **tipo di legno utilizzato** per la costruzione dei fusti, tra cui: provenienza, età della pianta, porzione di tronco utilizzata e una lavorazione idonea.

Inoltre il contributo del legno al vino cambia anche in base alla **dimensione del fusto**. Infatti le botti più piccole sono quelle che maggiormente influenzano le caratteristiche del vino per il loro elevato rapporto superficie/volume. Nelle botti più grandi si riduce a livelli trascurabili il contributo aromatico. Negli ultimi anni sono molto utilizzati particolari fusti da 225 litri: le *barriques*.

I fusti di legno si possono riempire, svuotare e consentire eventuali cure del vino attraverso un buco, il *cocchiume* presente nel punto di maggiore diametro.

I legni utilizzati per i fusti sono tenuti a **stagionare** e successivamente vengono tagliati. Le *doghe* ottenute dal taglio vengono poi assemblate (senza colla, sono tenute assieme da anelli metallici) e trattate ad elevate temperature (160-230 °C) che variano in base alle caratteristiche aromatiche che vogliamo conferire al vino. Infatti da tale tecnica, detta **tostatura**, possono derivare aromi particolari che il fusto cede poi al vino. La tostatura è spesso effettuata a mano e questo permette di avere ogni fusto diverso dagli altri.

Il contributo fornito dai fusti è molto complesso e difficilmente realizzabile con altre tecniche. È vero però che essi hanno elevati costi. Ciò ha portato alcuni gestori di cantine ad utilizzare trucioli di legno tostati per conferire alcune note di aromaticità. La pratica risulta però meno efficace rispetto all’uso dei fusti; inoltre non permette di realizzare le altre condizioni assicurate dai fusti ed è elevato il rischio di squilibri di aroma o aromi poco apprezzabili.

FENOMENI CHE AVVENGONO DURANTE L’AFFINAMENTO IN FUSTI

Cessione di particolari composti

Il legno del fusto possiede una grande quantità di composti che possono essere ceduti al vino. Fra questi ricordiamo:

- *aldeide vanillica e siringaldeide* caratterizzate dal tipico odore di vaniglia
- *composti furanici* che conferiscono aroma di tostato

- *tannini ellagici*, diversi da quelli presenti nell'uva. Essi si distinguono perché sono polimeri dell'acido gallico e contribuiscono al gusto astringente nei vini bianchi, mentre dei vini rossi non hanno rilevante importanza sensoriale perché rimangono sempre in concentrazione molto inferiore a quella dei tannini già presenti nel vino.
- *metiloctalattone* dal particolare aroma di cocco ceduto, però, solo dal legno di rovere bianca di origine americana

Microossigenazione naturale

I fusti permettono il passaggio d'aria attraverso il cocchiume, attraverso le fessure tra le doghe e attraverso il legno stesso. Tale ossigenazione in fusti è più precisamente definita **microossigenazione naturale**.

Essendo un processo molto lento, l'ossigeno non riesce a produrre l'ossidazione delle sostanze fenoliche, ma permette un lento consumo dell'SO₂ presente, con il conseguente rilascio di piccole quantità di aldeide acetica.

L'aldeide acetica reagisce con i tannini e gli antociani legandoli e facendo quindi da ponte tra di loro per arrivare alla formazione di composti di grandi dimensioni con gusto pieno e poco aggressivo.

In questo modo il vino assume un gusto più equilibrato e apprezzato.

Contributo dei lieviti

L'affinamento in fusti di legno permette di mantenere a contatto il vino con le fecce di lievito per un periodo di alcuni mesi. Tale contatto è di fondamentale importanza nei vini bianchi secchi perché le fecce cedono un particolare composto: il **glutathione** che ha una forte azione antiossidante e favorisce la conservabilità del vino in bottiglia. Le fecce cedono, inoltre, **mannoproteine**, polisaccaridi che hanno un'influenza organolettica sui vini in termini di "grassezza", ed inoltre sono capaci di combinarsi con alcuni polifenoli. Questa combinazione consente di allontanare questi tannini piuttosto instabili, spesso responsabili di imbrunimenti.

OPERAZIONI DI CANTINA DURANTE L'AFFINAMENTO

La traspirazione del fusto non consente solo una graduale entrata di aria, ma anche un'evaporazione di piccoli volumi di vino. Questo fenomeno rende il prodotto molto sensibile all'attacco di batteri acetici il cui sviluppo è agevolato dall'abbassamento delle concentrazioni di SO₂ per ossidazione.

Per evitare che il vino si alteri si eseguono delle operazioni di **colmatura** cioè di rabbocco. Tale pratica consiste nel riempire completamente il fusto e nello stesso momento addizionarlo a SO₂ (mai oltre i 20g/l). Per effettuare la colmatura viene utilizzato il vino contenuto in un fusto accantonato apposta per tale operazione. Il controllo del livello del vino nella botte avviene attraverso il tappo colmatore.

Un'altra operazione che deve essere effettuata periodicamente durante l'affinamento è il battonage. Tale pratica consiste nell'agitare le fecce depositate per risospenderle nel vino.

Quando i fusti non vengono utilizzati è di fondamentale importanza che vengano puliti con acqua calda e disinfettati con SO₂ per impedire lo sviluppo di muffe che potrebbero alterare il vino.

14) IL CONFEZIONAMENTO

Il confezionamento rappresenta la fase finale del ciclo di produzione del vino. Nonostante ciò anche questa operazione riveste un'importanza fondamentale per la qualità del vino perché, se non adeguatamente condotta, può provocare il contatto del prodotto con l'aria e quindi lo sviluppo di fenomeni ossidativi.

Il contenitore più utilizzato per l'imbottigliamento in piccoli recipienti è il **vetro**.

Oltre al vetro vengono utilizzati altre tipologie di materiale, tra le quali ricordiamo:

- **poliaccoppiati**, tipo *Tetrapak* (polietilene-cartone-polietilene-alluminio-polietilene);
- **plastiche**, tra le quali ricordiamo il polietilentereftalato (PET).

Queste ultime due tipologie di materiali vengono utilizzate per l'imbottigliamento dei vini correnti.

MATERIALI PER IL CONFEZIONAMENTO

LA BOTTIGLIA DI VETRO

FORMA. In una qualsiasi bottiglia si possono distinguere diverse porzioni (vedi immagine riportata sotto). Le bottiglie più utilizzate sono quelle da 750 ml, che possono avere forme differenti. Le più utilizzate sono le seguenti:



Renana



Champagnotta



Bordolese

In realtà oggi sono disponibili bottiglie dalle forme fantasiose oltre a quelle classiche, perché l'aspetto della bottiglia condiziona in maniera rilevante la scelta del consumatore.

CAPACITÀ. Oltre al classico formato da 750 ml, si trovano bottiglie da 375 o 500 ml come pure bottiglie Magnum da 1,5 litri fino al Nabucodonosor da 15 litri (normalmente multipli interi di 750 ml).

SPESSORE DEL VETRO. Le bottiglie destinate ai vini spumanti sono costruite con vetro di elevato spessore e con caratteristiche di resistenza adatte a sostenere una elevata pressione di CO₂. Per questo motivo hanno un costo elevato, che incide fortemente sul prezzo del prodotto. Esse hanno, inoltre, il fondo concavo (permette di distribuire la pressione su una maggiore superficie), mentre per i vini fermi il fondo è piatto.

COLORE. Ci sono delle reazioni alterative del vino, soprattutto di ossidazione, che si possono innescare per effetto della luce. Il prodotto va quindi conservato fuori dalla luce diretta. Un'ulteriore soluzione è quella di colorare il vetro della bottiglia.

I pigmenti più utilizzati sono il verde ed il marrone. Le bottiglie di colore marrone sono quelle che garantiscono la migliore protezione, mentre le bottiglie verdi assorbono una gamma più limitata di radiazioni luminose.

Per conferire queste due colorazioni alla bottiglia si aggiungono ai componenti del vetro prima della fusione:

- l'ossido di cromo per il verde;
- l'ossido di ferro per il marrone.

Ci sono ragioni commerciali, che impongono l'uso di bottiglie trasparenti per i vini bianchi e rosati. Questi vini, però, risultano anche i più sensibili alle radiazioni luminose: quindi si deduce che queste bottiglie vanno tenute protette dalle sorgenti luminose.

I TAPPI

Le **caratteristiche principali** di un tappo sono:

- mantenere costanti le sue caratteristiche nel tempo (soprattutto la sua elasticità)
- mantenere ermeticamente chiusa la bottiglia nel tempo
- non contenere composti che possono alterare il prodotto (ad es. essere privo di composti clorurati che possono dare origine al gusto di tappo)
- essere facilmente estraibile e non sbriciolarsi nell'estrazione

Il *sughero* si è rivelato di gran lunga il materiale più adatto per i tappi, consentendo solo un minimo di scambi gassosi tra vino e atmosfera esterna grazie alla sua elasticità. Possiede, inoltre, una elevata inerzia chimica.

Esistono, però, anche altri materiali. I *tappi di plastica a fungo* e i *tappi a corona* sono, per esempio, utilizzati per prodotti correnti e di pronto consumo. Negli ultimi anni si sono, inoltre, affermati alcuni materiali plastici come il *silicone*.

I tappi oggi più utilizzati sono:

TAPPI IN SUGHERO

Si distinguono in tappi *in sughero naturale*, tappi *agglomerati* e tappi *birondellati*.

- I **tappi in sughero naturale** sono estratti dalla corteccia delle querce da sughero. La corteccia deve avere uno spessore di sughero di circa 6 cm e per questo deve essere lasciata crescere per oltre 20 anni. La stagionatura e la lavorazione richiedono molti mesi e gli scarti raggiungono anche l'80% della raccolta. Per questo motivo i tappi in sughero naturale di buona qualità sono molto costosi e sono utilizzati solo per vini di pregio.
- Dagli scarti di produzione si producono i trucioli di sughero che possono essere miscelati con collanti e compressi a formare i **tappi agglomerati**. Questi però sono poco efficaci nell'isolare il vino dall'aria a causa delle numerose cavità interne che permettono l'ingresso dell'aria nella bottiglia. Inoltre, espongono il vino al contatto con la colla o con i lucidanti impiegati per migliorare l'aspetto del tappo, che diventeranno terreno fertile per lo sviluppo di muffe.
- I **tappi birondellati** si ottengono incollando su una o entrambe le estremità di un tappo agglomerato una rondella di sughero di pochi millimetri. Questi tappi non garantiscono una prolungata elasticità e per questo non vengono usati per i vini di lungo invecchiamento.

Per assicurare una prolungata elasticità ai tappi di sughero naturale occorre conservare le bottiglie in posizione orizzontale in modo che il vino bagni il tappo e ne impedisca il disseccamento.

TAPPI IN PLASTICA

Sono principalmente di **silicone** o in materiali **polimeri coestrusi** e hanno aspetto simile al sughero.

Presentano il vantaggio di essere economici, standardizzabili, facilmente estraibili, inoltre sono pressoché asettici o non trasferiscono odori al vino.

Il principale difetto dei tappi in plastica è quello di non garantire lunga durata nel tempo: dopo un paio di anni perdono elasticità e non esercitano più adeguata pressione sulle pareti del collo della bottiglia. Tuttavia, oggi si trovano sul mercato tappi in silicone di elevata qualità, porosi come il sughero e che mantengono le loro caratteristiche per tempi lunghi.

TECNOLOGIA DI CONFEZIONAMENTO

Prima di effettuare il confezionamento, il vino può subire una **PASTORIZZAZIONE** per stabilizzarlo microbiologicamente. Normalmente si effettua una “*pastorizzazione rapida*”. Il riscaldamento è condotto a 75-85 °C per pochi secondi. La pastorizzazione viene fatta solo per la produzione di vini a basso costo e da consumare entro l'anno, perché essa ha sempre effetti negativi sulle caratteristiche sensoriali dei vini accelerando sia i fenomeni alterativi di ossidoriduzione sia la formazione di gusto di cotto.

Per tutti gli altri vini la stabilizzazione microbiologica è garantita da una **FILTRAZIONE STERILIZZANTE** effettuata con *filtri a cartone* o *microfiltratori tangenziali*.

L'imbottigliamento viene effettuato utilizzando bottiglie *preventivamente lavate con acqua e bisolfito* e *scolate* per insufflaggio di aria compressa.

Il *riempimento* è la fase più critica dell'imbottigliamento perché il contatto del vino con l'aria può accelerare la comparsa di sentori di ossidato e maderizzato che incidono sulla qualità del vino.

Le riempitrici razionali eliminano l'aria presente nella bottiglia prima che sia versato il vino sostituendola con un gas inerte (che non reagisce con il vino). Il gas inerte più usato è l'azoto. Solo quando l'atmosfera dentro alla bottiglia è stata completamente sostituita dal gas inerte comincia l'inserimento del vino: il tutto è controllato da un sistema di valvole che permettono la corretta successione delle operazioni.

15) I VINI ROSATI

La vinificazione in rosato può essere realizzata con varie tecniche:

- 1) usando varietà di uve rosse poco colorate;
- 2) vinificando uve rosse con la tecnica usata per la vinificazione in bianco (senza macerazione) oppure vinificando con macerazione breve
- 3) vinificando salassi. La tecnica del salasso è usata in alcune regioni italiane (ad esempio in Abruzzo) per ottenere vini molto colorati. In pratica, durante la vinificazione in rosso di uve nere si sottrae una quota di mosto (10-20%) così da aumentare il rapporto ponderale vinacce/mosto. Il mosto con le vinacce darà origine a vini molto colorati. Il mosto asportato come salasso, poco colorato, viene usato per la produzione di rosati. Il vino rosato è in questi casi un prodotto secondario della cantina.

16) LE CORREZIONI DEL VINO

La correzione più frequente a carico del prodotto finito riguarda l'acidità.

LA CORREZIONE DELL'ACIDITA' E DEL pH

L'intensità e la durata del gusto acido del vino sono legati al complesso di acidi in esso presenti (in pratica al pH) ma anche al gusto specifico di alcuni acidi come l'acido lattico.

La sensazione di acidità è attenuata dal gusto dolce e dalle basse temperature (per questo i vini bianchi sono serviti normalmente freschi). Al contrario, il gusto acido rafforza la sensazione di astringenza dei vini ottenuti con vinificazione in rosso (per questo i vini rossi di pregio sono meno acidi).

L'acidità di un vino può essere condizionata agendo opportunamente fin dalle **prime operazioni di vinificazione**. Vini tendenzialmente più acidi si ottengono effettuando vendemmie anticipate, mentre è possibile ottenere vini meno acidi effettuando una vendemmia tardiva oppure lasciando svolgere la fermentazione malolattica.

E' possibile, poi, effettuare una vera e propria correzione dell'acidità agendo sul mosto. La **correzione dell'acidità di un mosto** può essere effettuata mediante tagli con mosti aventi caratteristiche atte a compensare eccessi o carenze di acidità oppure aggiungendo acido tartarico. La correzione dell'acidità di un mosto è permessa dalla legge, ma di fatto non viene quasi mai effettuata perché vi sono poche garanzie che l'intervento abbia conseguenze durevoli. Durante la fermentazione alcolica, infatti, molte delle caratteristiche del mosto variano considerevolmente, ed è possibile che il valore di acidità ottenuto mediante correzione si modifichi in maniera imprevedibile, vanificando di fatto l'intervento.

Se un intervento correttivo è necessario, esso è dunque effettuato di solito sul prodotto finito.

La correzione dell'acidità di un vino può essere sia diminutiva che aumentativa.

LA DISACIDIFICAZIONE

La disacidificazione può essere effettuata usando **carbonato di calcio** (CaCO_3) oppure **idrogeno carbonato di potassio** (KHCO_3).

Questi due sali reagiscono con l'acido tartarico dando origine a tartrato neutro di calcio + CO_2 + H_2O oppure a bitartrato di potassio + CO_2 + H_2O . Il tartrato neutro di calcio e il bitartrato di potassio non sono solubili nel vino, precipitano e possono essere rimossi per decantazione o filtrazione. La CO_2 si disperde nell'aria e l' H_2O rimane nel vino. Queste reazioni modificano quindi solo l'acidità del vino, perché la CO_2 si disperde nell'aria e l' H_2O non modifica il gusto del vino.

L'uso di questi due composti presenta delle differenze:

- il carbonato di calcio si combina con l'acido tartarico solo parzialmente (circa 80-90%), precipita lentamente anche a temperatura ambiente,

- l'idrogeno carbonato di potassio si combina con l'acido tartarico completamente, precipita più velocemente ma è necessario abbassare la temperatura (quindi anche investire denaro per la refrigerazione del vino).

Per valutare la quantità del sale da aggiungere si procede sperimentalmente in laboratorio con un campione di vino.

La legge vieta una disacidificazione superiore a 1 g/l di acidità totale espressa in acido tartarico.

LA DIMINUZIONE DEL pH

Per diminuire il pH del vino è consentito aggiungere acido tartarico di origine enologica fino a un massimo di 1,5 g/l. La diminuzione del pH mediante l'aggiunta dell'acido tartarico non si realizza solo perché l'acido tartarico libera ioni H^+ , ma anche perché l'acido tartarico precipita con cationi che erano legati ad altri acidi: questi altri acidi si liberano così in soluzione.

In questo modo il pH si abbassa e con esso anche il potere tampone del vino che acquista un sapore più acido ma meno persistente in bocca.

17) I COMPONENTI DEL VINO

(DEFINIZIONE DI VINO) Il vino è il prodotto della fermentazione alcolica dell'uva (proveniente da *Vitis vinifera*) ammostata e della successiva maturazione e invecchiamento che possono essere più o meno prolungati

Chimicamente il vino è una soluzione idroalcolica di acidi organici salificati e di altre sostanze in soluzione, in sospensione colloidale o in sospensione semplice. È costituito, quindi, da sostanze organiche e inorganiche provenienti dall'uva oppure che si formano in seguito alla reazione di fermentazione o in seguito a maturazione e invecchiamento.

Prima di entrare in considerazioni specifiche per ogni componente è opportuno fare una distinzione più generale e dividere gli stessi componenti in due gruppi:

- **volatili** (componenti che passano in stato di vapore a 100 °C)
- **fissi** (componenti che rimangono dopo che il vino è stato sottoposto a 100 °C)

I primi sono i più rappresentati dal punto di vista quantitativo e appartengono a molte categorie di composti; tra questi ricordiamo: acqua, alcoli, acido acetico, alcuni esteri, aldeidi e chetoni.

I secondi sono quantitativamente meno presenti, ma sono importanti per le caratteristiche del vino. Si tratta di acidi organici (malico, citrico, tartarico) e i loro sali, polifenoli non volatili, vitamine e sali minerali, proteine e glicerina. Essi costituiscono *l'estratto secco totale*.

Esistono dei limiti legali: per i vini bianchi l'estratto secco totale non può essere inferiore a 14 g/L, per i rosati non inferiore a 15 g/L, per i rossi non inferiore a 18 g/L.

L'ACQUA

È il costituente più abbondante nel vino. Costituisce l'80% della frazione liquida nei vini a elevata alcolicità e il 90% nei vini con contenuti alcolici meno elevati.

GLI ALCOLI

Nel vino sono presenti vari alcoli che hanno svariate funzioni dal punto di vista organolettico.

L'alcol di neoformazione presente in concentrazioni maggiori è sicuramente **l'alcol etilico** ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$). Deriva dagli zuccheri attraverso il processo di fermentazione alcolica condotto dai lieviti. E' un ottimo solvente per le sostanze aromatiche. La percentuale di alcol etilico determinata a 20 °C si definisce **grado alcolico** e si esprime in % volume/volume (cioè, se ad esempio il vino ha il 12% di grado alcolico vuol dire che ci sono 12 ml di alcol ogni 100 ml di vino). Esistono limiti minimi e massimi per il grado alcolico. Nel vino non deve essere inferiore al 9%. Generalmente, in Italia, si aggira su valori medi che vanno da 11 a 14%.

Altro alcol di neoformazione presente nel vino è **l'alcol metilico** (o metanolo). E' presente normalmente in piccole quantità nel vino. Si forma in diversi processi che avvengono durante la vinificazione fra i quali si ricorda l'idrolisi del gruppo metilico delle pectine (che è significativa quando si usano enzimi pectolitici).

Il metanolo può avere gravi conseguenze per la salute dell'uomo (cecità e morte). Per questo motivo la legge italiana stabilisce dei limiti per la sua presenza: 0,20 ml per i vini bianchi e 0,25 ml per i vini rossi ogni 100 ml di vino. Il contenuto di metanolo nel vino può essere contenuto controllando accuratamente le diverse fasi di vinificazione.

Sono poi presenti **alcoli superiori** che sono importanti dal punto di vista organolettico per sé stessi e perché formano esteri con gli acidi organici. Tali alcoli sono costituiti da più di due atomi di carbonio e rappresentano i

prodotti di rifiuto del metabolismo azotato dei lieviti. Il loro quantitativo nel sistema vino in media è di 0,25 g/l. Tra essi ricordiamo: l'alcol propilico (propanolo), butirrico (butanolo) e amilico (pentanolo).

È, infine, presente un alcol trivalente di neoformazione che è uno dei prodotti della fermentazione glicero-piruvica ed è la glicerina o **glicerolo**. E' presente in quantità che vanno dai 2 ai 12 g/l ed influenza le caratteristiche organolettiche del vino conferendo morbidezza.

GLI ZUCCHERI

Solitamente nel vino, ad eccezione dei vino dolci, sono presenti bassissimi residui di zuccheri fermentescibili (vino secco < 9 g/l; vino abboccato < 18 g/l; vino amabile < 45 g/l; vino dolce > 45 g/l). Senza la presenza degli zuccheri il prodotto è sicuramente più stabile poiché si riduce il rischio che possano partire spontaneamente fermentazioni dannose e indesiderate.

I POLIFENOLI

Tali componenti nel vino sono presenti in quantità estremamente variabili, da meno di 0,1 fino a 4 g/l. La concentrazione dipende dal vitigno, dal sistema di vinificazione, dalla durata della macerazione (se attuata), dalla temperatura di fermentazione, dal grado di solfitazione e dalle chiarificazioni.

Solitamente dalla vinificazione in bianco si ottengono vini poveri di polifenoli poiché non si effettua la macerazione (oppure essa è molto breve). Dalla vinificazione in rosso si ottengono invece vini ricchi di polifenoli poiché la macerazione consente l'estrazione di tali sostanze che vengono poi mantenute anche nel vino.

I polifenoli sono molto importanti in quanto influiscono sull'aroma, il sapore e il colore del vino ed hanno elevato potere antiossidante.

GLI ACIDI

L'insieme degli acidi presenti nel vino costituiscono l'acidità totale, definita in maniera analitica come l'acidità titolabile a pH 7, espressa in g/l di acido tartarico.

L'acidità totale si distingue in:

- acidità volatile, espressa in g/l di acido acetico, che è la quota di acidi distillabili in corrente di vapore.

L'acido volatile più importante è l'acido acetico, che deriva dalla fermentazione alcolica (quota molto bassa), dalla ossidazione dell'aldeide acetica (quota consistente) e dalla fermentazione acetica (in caso di alterazioni del mosto o del vino). L'acidità volatile è costituita dall'acido acetico, acido lattico e acido propionico.

- acidità fissa si ottiene dalla differenza tra l'acidità totale e l'acidità volatile già convertita in acido tartarico. Per convertendo l'acido acetico in acido tartarico si utilizza il coefficiente 1,25 che si ottiene dal rapporto tra il peso equivalente dell'acido tartarico e quello dell'acido acetico (75/60). L'acidità fissa è costituita dall'acido tartarico, acido malico, acido succinico e acido citrico.

Gli acidi contenuti nel vino derivano:

- dal mosto

- dalle fermentazioni che in esso avvengono

Gli acidi che provengono dal mosto sono:

- acido tartarico, che è l'acido organico più importante (2-6 g/l), ma è presente in minor quantità nel vino rispetto a quanto visto nel mosto. L'acido tartarico, infatti, precipita sotto forma di tartrato acido di potassio e/o tartrato neutro di calcio già durante la fermentazione alcolica; continua poi a precipitare all'abbassarsi delle temperature del vino e anche dopo il travaso a seguito della fermentazione malolattica.

- acido malico, presente nel vino in concentrazione simile a quella del mosto (si ricorda che il suo contenuto nel mosto varia in funzione della temperatura ambientale). Questo acido si contraddistingue nel vino per il suo sapore

aspro. E' apprezzato nei vini bianchi, mentre nei vini rossi destinati all'invecchiamento si effettua la fermentazione malolattica proprio per ridurre la concentrazione.

- acido citrico, presente in concentrazione simile o leggermente superiore a quella del mosto (circa 0,5 g/l). Questo acido apporta al vino la caratteristica nota di freschezza, apprezzata nei vini bianchi a pronto consumo.

Gli acidi che vengono prodotti durante o dopo la fermentazione sono:

- acido acetico: è un acido volatile, presente nei vini giovani in concentrazione inferiore a 0,4 g/l. Il suo tenore aumenta durante la conservazione, soprattutto se avviene in ambiente aerobio.

- acido lattico: è un acido volatile ed è il prodotto della fermentazione malolattica. Il suo contenuto è di 0,3 g/l nei vini giovani, mentre nei vini che hanno subito la ML può raggiungere valori fino a 6 g/l. Questo acido conferisce al prodotto un gusto più morbido e rotondo.

LE ALDEIDI E GLI ESTERI

L'aldeide acetica è un composto intermedio della fermentazione alcolica che si può facilmente trasformare in altri composti del vino.

Nel vino si presenta soprattutto in forma combinata. Si combina in primo luogo con l'SO₂; è frequentemente combinata anche con i polifenoli, in particolare fa da ponte tra tannini e antociani.

Gli esteri si formano in seguito alla reazione tra gruppo alcolico e un gruppo acido. Questi composti conferiscono al vino il suo tipico profumo.

SOSTANZE AZOTATE

Le sostanze azotate sono fondamentali nel mosto perché la loro carenza limita lo sviluppo dei lieviti.

Nel vino si trovano in concentrazione di circa 0,1-0,6 g/l. La forma più rappresentata nel vino è quella peptidica, seguita da quella amminoacidica e, in ultimo, da quella minerale.

Tra gli amminoacidi è importante ricordare la prolina che non viene metabolizzata dai lieviti e quindi si deve ritrovare tutta nel vino (la sua assenza è indice di sofisticazione).

Le proteine assumono importanza tecnologica perché sono sostanze colloidali che possono causare instabilità nel vino.

SOSTANZE MINERALI

Il contenuto di sostanze minerali nel vino si misura in ceneri, un parametro analitico che si ottiene inserendo il campione in stufa a 600 °C. Con tale metodologia si eliminano i componenti volatili e si mineralizzano i componenti fissi.

Le sostanze minerali presenti nell'uva provengono principalmente dal terreno e in minima parte dai trattamenti a cui è stata sottoposta la vite. Nel vino il contenuto varia fra 1,2 e 4 g/l.

Tra le sostanze minerali presenti nel vino si ricordano:

- anioni. Sono soprattutto fosfati, solfati, cloruri.

- cationi: I più rappresentati sono potassio, calcio e magnesio. Si ricordano anche ferro e rame per le ripercussioni che hanno questi elementi sulla stabilità del vino.

18) I DIFETTI DI ORIGINE MICROBICA (MALATTIE)

Le malattie sono comunemente divise in aerobiche e anaerobiche. Quelle aerobiche sono dovute a microrganismi aerobi e si evidenziano nello strato superficiale del vino conservato nei serbatoi; sono spesso prevenibili evitando il contatto con l'aria. Quelle anaerobiche sono dovute a microrganismi anaerobi e si evidenziano nell'intera massa del vino. E' più difficile prevenirle.

Quando si manifestano in maniera marcata tutte le malattie rappresentano un problema grave, difficilmente risolvibile. In poche parole le malattie del vino sono incurabili, per lo meno nei casi in cui non siano riconosciute precocemente.

Per questo motivo è indispensabile agire in maniera preventiva.

La misura preventiva più efficace e valida per tutti i tipi di malattia è la rigorosa sanificazione e disinfezione dei locali e di tutte le attrezzature che vengono a contatto con il vino.

MALATTIE DOVUTE A BATTERI

L'ACESCENZA

L'acescenza è il difetto del vino che consiste nella presenza di concentrazioni elevate di acido acetico che possono derivare dal metabolismo dei lieviti, dei batteri eterolattici, ma soprattutto dai batteri acetici.

Tipo: malattia aerobica

Agenti: batteri acetici, soprattutto *Acetobacter aceti* e *Acetobacter pasteurianus*. La loro attività è strettamente legata alla presenza di ossigeno nel mosto o nel vino.

Composti utilizzati dal microrganismo: l'alcol etilico è il primo composto attaccato; nello stadio avanzato vengono attaccati anche altri composti.

Composti formati: acido acetico.

Ripercussioni sul vino: Odore di aceto. Si può notare anche un velo superficiale iridescente e viscido.

Casi in cui può presentarsi: avviene in vini deboli con pH superiore a 4

Prevenzione: I vini affinati in botte contengono livelli più alti di acido acetico proprio perché le botti lasciano passare l'aria. Di norma lo sviluppo degli *Acetobacter* è limitato durante la normale vinificazione perché l'ossigeno viene rapidamente consumato dai lieviti e in seguito la CO₂ di fermentazione elimina l'aria dai tini. Se il vino è conservato in condizioni protette dall'aria non percepisce rischi.

Cura: per i mosti è possibile un taglio con alti mosti seguito da solfitazione. Se il vino è già pronto da consumare è possibile tagliarlo con vini sani (sempre che il difetto sia minimo) e consumarlo in tempi molto brevi.

LIMITI LEGALI: Il limite massimo legale della normativa europea per l'acido acetico è:

- nei vini rossi 1,08 g/l

- nei bianchi 1,2 g/l

IL GIRATO

Tipo: malattia anaerobica

Agenti: batteri lattici del genere *Lactobacillus*

Composti utilizzati dal microrganismo: acido tartarico

Composti formati: acido acetico, propionico e lattico più anidride carbonica

Ripercussioni sul vino: scolorimento del vino rosso e incupimento del vino bianco, sviluppo di anidride carbonica; gusto acetoso e putrefacente con diminuzione del pH

Casi in cui può presentarsi: vini derivanti da uve ammuffite con pH maggiore di 3,5

Prevenzione: conservazione a bassa temperatura, travasi tempestivi

Cura: rifermentazione (non è consentita, però, dalla normativa vigente e può essere effettuata solo per le produzioni

da autoconsumo).

L'AMARO

Tipo: malattia anaerobica

Agenti: batteri lattici del genere *Lactobacillus*

Composti utilizzati dai microrganismi: glicerolo, pigmenti coloranti

Composti formati: aldeide acrilica (anche detta acroleina, CH₂CHCHO) che ha un gusto amaro

Ripercussioni sul vino: scolorimento e gusto amaro, odore di burro e putrido

Casi in cui può presentarsi: vini rossi vecchi

Prevenzione: travasi tempestivi

Cura: rifermentazione (non è consentita, però, dalla normativa vigente e può essere effettuata solo per le produzioni da autoconsumo).

MALATTIE DOVUTE A LIEVITI E MUFFE

LA FIORETTA

Tipo: malattia aerobica

Agenti: lieviti del genere *Candida*

Composti utilizzati dal microrganismo: soprattutto alcol etilico; in alcuni casi anche acido malico e succinico

Composti formati: H₂O e CO₂

Ripercussioni sul vino: formazione di piccoli aggregati biancastri che possono, in caso di forte contaminazione, formare una massa unica biancastra. In fase avanzata la superficie del vino assume riflessi giallognoli. Inoltre il vino acquisisce sapore di annacquato

La diminuzione di grado alcolico determinata dalla fioretta può rendere possibile lo sviluppo di batteri acetici: **SI PUÒ DIRE CHE IL MAGGIOR PROBLEMA LEGATO ALLA FIORETTA È CHE AD ESSA PUÒ SEGUIRE L'ACESCENZA**

Casi in cui può presentarsi: in vini deboli

Prevenzione: tenere il vino fuori dal contatto con l'aria, usare il tappo colmatore. E', inoltre, possibile usare delle pastiglie di paraffina intrise di isosolfocianato di allite che inibisce in maniera efficace gli agenti della fioretta.

Cura: si agisce soprattutto in via preventiva

LA RIFERMENTAZIONE

Casi in cui può presentarsi: questo difetto è un "incidente" che può avvenire in vini già imbottigliati, dove è presente ancora un residuo zuccherino. Le cause predisponenti il vino alla rifermentazione possono essere: inadeguate tecniche di filtrazione sterilizzante o un contenuto troppo basso di SO₂.

Tipo: malattia anaerobica

Agenti: in queste condizioni *S. cerevisiae*, *S. ludwigii* o lieviti del genere *Schizosaccharomyces* ricominciano la fermentazione alcolica

Ripercussioni sul vino: Le conseguenze sono:

- vini dolci diventano secchi e, in generale, si trasformano
- si può verificare torbidità nel vino
- si possono generare gusti anomali sgradevoli (soprattutto a causa di *S. ludwigii* o *Schizosaccharomyces*)

Prevenzione: adeguate solfitazioni, filtrazione sterilizzante

FORMAZIONE DI FENOLI VOLATILI

Si possono presentare casi diversi. I principali sono:

1) Alcuni ceppi di *S. cerevisiae* possono decarbossilare gli acidi cumarico e ferulico trasformandoli in vinilfenolo e vinilguaiacolo (odore di medicinale e affumicato anche in concentrazioni prossime a 1 mg/l).

L'uso di enzimi pectolitici nell'illimpimento dei mosti può favorire la formazione di questi composti. Infatti gli enzimi liberano gli acidi ferulico e cumarico che diventano substrato per i lieviti.

Si verifica poco nei vini rossi perchè i tannini inibiscono questo metabolismo.

2) Altri lieviti, come ad esempio quelli del genere *Brettanomyces* riescono a effettuare la stessa trasformazione e anche a ridurre il doppio legame vinilico producendo etilfenolo e etilguaiacolo.

Questo avviene nei vini rossi in tini in legno (non perfettamente sanificati) e causa odore di affumicato e di sudore di cavallo.

ODORE DI TAPPO

È causato dallo sviluppo di muffe del genere *Aspergillus* sulla parte di tappo a contatto col vino.

Queste muffe usano il cloro (è opportuno quindi risciacquare bene i tappi e i macchinari dopo che sono stati sanificati con prodotti clorurati; è inoltre sconsigliato utilizzare acqua contenente cloro) e lo trasformano in tricloroanisolo, responsabile del difetto.

Bastano 10 ng/l di questa sostanza per provocare il difetto (“odore di tappo”).

Può essere evitato usando dei turaccioli ben prodotti e selezionati nei quali non vi siano tracce di muffe e di composti contenenti cloro.

19) I DIFETTI DI ORIGINE CHIMICA

In un vino già pronto è possibile che si vengano a formare spontaneamente dei precipitati (particelle solide che si depositano sul fondo dei recipienti) o degli intorbidamenti (particelle solide che rimangono in sospensione). Questi fenomeni possono riguardare sostanze che sono presenti naturalmente nel vino o estranee, ma comunque si realizzano solo in seguito a particolari condizioni di arieggiamento, oppure di asfissia, oppure di variazione di temperatura oppure dopo lunghi periodi di tempo.

Spesso questi fenomeni hanno ripercussioni non gravi sul vino se avvengono prima dell'imbottigliamento: i precipitati e gli intorbidamenti possono essere rimossi lasciando il vino in buone condizioni. In altri casi le ripercussioni possono essere molto gravi e i processi devono essere prevenuti.

Di seguito sono riportati alcuni fenomeni che causano intorbidamento dei vini.

Intorbidamento dovuto al ferro (*casse ferrica*)

Causa	Presenza di discrete concentrazioni di ferro (>10 mg/l) come ione ferrico Fe ⁺⁺⁺ (i sali dello ione ferroso, Fe ⁺⁺ , sono solubili). Lo ione ferrico precipita come: - tannato ferrico, di colore blu-viola, soprattutto nei vini rossi (anche detta <i>casse blu</i>) - fosfato ferrico, di colore bianco, soprattutto nei vini bianchi (anche detta <i>casse bianca</i>) NB. tannato ferrico e fosfato ferrico sono colloidali negativi che rimangono in sospensione e provocano un intorbidamento.
Quando si presenta	Soprattutto nei vini rossi o bianchi giovani, che sono stati ossigenati (come ad esempio dopo una filtrazione) e che contengono elevate concentrazioni di ferro.
Prevenzione-cura	Prevenzione. Evitare ossigenazioni del vino. Solfitazione. Uso di antiossidanti come la vitamina C (acido ascorbico) che è inserito nel prodotto prima dell'imbottigliamento. Cura. Nei bianchi base spumante, trattamento con ferrocianuro di potassio che forma ferrocianuro ferrico insolubile e asportabile mediante filtrazione.

Intorbidamento dovuto al rame (*casse rameica*)

Causa	Presenza di rame (>0,5 mg/l) in ambiente riducente. In ambiente riducente si forma lo ione rameoso (Cu ⁺). Lo ione rameoso, poi, riduce l'SO ₂ a acido solfidrico (H ₂ S) ossidandosi a ione rameico (Cu ⁺⁺). A questo punto si forma un sale, il solfuro rameico, che ha natura colloidale con carica negativa. In presenza di cationi o colloidali proteici (positivi) si formano dei coaguli che danno intorbidamento.
Quando si presenta	Soprattutto nei vini in bottiglia in presenza di anidride solforosa e rame. E' un difetto piuttosto grave perché si manifesta in bottiglia molto tempo dopo l'imbottigliamento e perché la presenza di H ₂ S determina odori sgradevoli.
Prevenzione-cura	Prevenzione. Favorire il contatto del vino con l'aria. Eliminazione delle proteine. Cura. Nei bianchi base spumante, trattamento con ferrocianuro di potassio.

Intorbidamento enzimatico (*casse ossidasica, casse bruna*)

Causa	E' dovuta all'ossidazione di diversi composti (soprattutto tannini) ad opera di enzimi ossidasi in presenza di ossigeno. E' l'unico caso in cui il termine <i>casse</i> è usato propriamente: il colore del vino è completamente "rotto" (giallo scuro-rossastro il bianco, color caffè il rosso). C'è poi iridescenza superficiale, alterazione del sapore con maderizzazione (gusto marsalato).
Quando si presenta	In un vino proveniente da uve sane non si presenta: si ha soprattutto in vini da uve bottrizzate in cui si trova ancora molta laccasi.
Prevenzione-	Prevenzione. Evitare il contatto del vino con l'aria. Solfitazione. Uso di antiossidanti come la

cura	vitamina C. Aggiunta di argilla (che adsorbe le proteine, quindi anche la laccasi). Cura: Pastorizzazione (in vini correnti).
-------------	---

Intorbidamento proteico (*casse proteica*)

Causa	Nel vino sono presenti elevate quantità di proteine (10-50 mg/l) cariche positivamente. In presenza di sbalzi di temperatura (qualche ora a 70/80 °C, qualche giorno a -3/4 °C, qualche mese a 30 °C) le proteine si denaturano (si “srotolano”) e possono coagulare fra loro con anioni che fanno da ponte. La coagulazione porta alla formazione di micelle abbastanza grandi da essere visibili: si ha così un intorbidamento. Anche i tannini sono anioni e si possono formare precipitati tannino-proteici
Quando si presenta	Soprattutto in vini bianchi (pH bassi), in vini prodotti da uve botritizzate e in vini ottenuti da lunga fermentazione (in tutti i casi i vini hanno elevate quantità di proteine).
Prevenzione-cura	Prevenzione. Il vino può essere stabilizzato usando chiarificanti di carica negativa, in particolare: - bentonite (argilla montmorillonitica, sciolta in acqua per 24 ore assume stato di gel) - diossido di silicio (sol di silice o silice colloidale) derivato dalla bentonite (Bayer) - tannini I chiarificanti si legano alle proteine e le fanno flocculare. Al termine si filtra. Le basse temperature favoriscono il processo. A temperatura inferiore a 10 °C l'effetto chiarificante è rapido e completo. E' bene fare sempre delle prove prima di intervenire. Cura: Filtrazione.

Svanito

Causa	In vini tenuti a contatto con l'aria si ha ossidazione dell'etanolo a aldeide acetica. Altra aldeide acetica si libera in seguito alla ossidazione dell'SO ₂ (man mano che si ossida SO ₂ una parte di SO ₂ combinata con l'aldeide acetica si dissocia liberando aldeide acetica). In definitiva aumenta il contenuto di aldeide acetica nel vino: questa conferisce il tipo odore detto “di svanito”.
Quando si presenta	Soprattutto in vini che rimangono a contatto con l'ossigeno (anche nei vini rimasti aperti qualche giorno).
Prevenzione-cura	Prevenzione. Uso di SO ₂ . Cura. Riportando il vino lontano dal contatto con l'aria svanisce nel tempo.

Ridotto

Causa	Legato alla presenza di H ₂ S e di composti solforati, interessa soprattutto i vini bianchi.
Quando si presenta	I principali fattori che determinano questo difetto sono: un insufficiente apporto di azoto durante la fermentazione alcolica, casse rameica , lungo contatto del vino con le fecce alla fine della fermentazione alcolica (soprattutto quando avviene nei tini di acciaio, il problema non si presenta in legno), prolungate conservazioni a temperatura elevata , trattamenti di pastorizzazione .
Prevenzione-cura	Prevenzione. Adeguato apporto di APA durante la fermentazione, prevenzione della casse rameica, controllo del contatto vino/fecce (vedi) al termine della fermentazione alcolica.

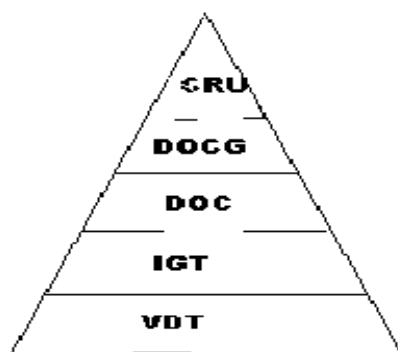
20) LA CLASSIFICAZIONE DEI VINI

I vini sono caratterizzati da diverse denominazioni che vengono istituite attraverso le OCM (organizzazioni comuni di mercato).

In sintesi la attuale normativa (Legge 164/92), in fase di modificazione, prevede di distinguere i vini in tre grandi categorie:

- vini da tavola,
- vini a indicazione geografica tipica (IGT)
- vini di qualità prodotti in regioni determinate (VQPRD), che sono i DOC e DOCG

Può essere utile vedere l'impianto dei vini normali (i vini speciali hanno denominazioni diverse) come costituito da un sistema piramidale. Alla base della piramide troviamo i vini caratterizzati da una qualità più bassa ma che sono prodotti in grande quantità; man mano che si sale lungo la piramide si trovano vini di qualità sempre più elevata prodotti in quantità sempre più contenuta.



VINI DA TAVOLA (VDT)

I vini da tavola non posseggono uno specifico disciplinare di produzione ma devono comunque rispettare i parametri minimi fissati dalla legge per i vini in generale (tav potenziale minimo dei mosti pari a minimo 9 gradi; limite massimo di solforosa nel vino; etc.). Nell'etichetta dei vini da tavola non può essere inserito né il nome del vitigno, né le data di produzione del vino. Anche i toponimi non possono essere utilizzati in quanto valorizzerebbero indebitamente il vino. Il mosto usato per la vinificazione può provenire anche da località differenti rispetto a quella di vinificazione.

INDICAZIONE GEOGRAFICA TIPICA (IGT)

L'IGT è un riconoscimento di qualità attribuita ai vini da tavola caratterizzati da un'area di produzione tipica.

A differenza dei vini da tavola la loro produzione deve seguire un disciplinare di produzione. Le aree di produzione, però, sono generalmente ampie e il disciplinare di produzione poco restrittivo.

Il disciplinare indica la resa massima per ettaro, i vitigni ammessi per la produzione dell'IGT, fissa un grado minimo. I vini IGT devono essere ottenuti per almeno l'85%, da uve raccolte nella zona geografica di cui portano il nome.

Nell'etichetta può essere indicato il nome del vitigno, l'anno di produzione, e la zona di produzione del vino. Esempi: IGT Toscana, IGT Rubicone (che comprende la Romagna), IGT Sillaro (ulteriore IGT presente nel territorio dell'IGT Rubicone).

DENOMINAZIONE D'ORIGINE CONTROLLATA (DOC) e DENOMINAZIONE D'ORIGINE CONTROLLATA E GARANTITA (DOCG)

Le denominazioni DOC e DOCG sono utilizzate per designare un prodotto di qualità e rinomato, le cui caratteristiche sono connesse all'ambiente naturale e ai fattori umani.

Le DOCG sono riservate ai vini già riconosciuti DOC e ritenuti di naturale pregio grazie alle loro caratteristiche qualitative intrinseche rispetto alla media di quelle degli analoghi vini così classificati, per effetto dell'incidenza di

tradizionali fattori naturali, umani e storici e che abbiano acquisito rinomanza e valorizzazione commerciale a livello nazionale e internazionale. Il riconoscimento di DOCG maggiormente prestigioso e protettivo verso la concorrenza deve prevedere un disciplinare di norma più restrittivo rispetto a quello della DOC e progressivo, con il passaggio a sottozona o a comuni che rientrano nella zona di produzione.

La produzione di vini DOCG e DOC deve rispondere agli specifici disciplinari di produzione formulati dai consorzi di tutela che hanno l'incarico della tutela, valorizzazione e cura generale degli interessi relativi alle DOCG e DOC.

I disciplinari di produzione hanno valore di legge.

All'interno del disciplinare vi sono le indicazioni che riguardano: le rese massime per ettaro del vigneto, il tipo di vigneto utilizzabile per la produzione di quella determinata DOC, la zona di produzione, il numero di piante minimo per ettaro, la massima resa di trasformazione dell'uva in vino (per il Sangiovese di Romagna è il 70%), il titolo alcolometrico volumico minimo potenziale delle uve alla vendemmia, la gradazione alcolica del vino, l'acidità totale e altri parametri chimico-organolettici, inoltre eventuali correzioni al vino si possono effettuare solo con vino DOC.

Per diventare DOC un vino prima dell'entrata in commercio deve essere analizzato a livello chimico e organolettico (commissione di degustazione).

In etichetta, le denominazioni di origine possono essere seguite da nomi di vitigni, menzioni specifiche, riferimenti a particolari tecniche di vinificazione e qualificazioni specifiche del prodotto (classico, riserva, ecc.) quando previste dal disciplinare.

La legge n. 164/92 prevede che possano coesistere più denominazioni nella medesima zona di produzione e lo stesso vigneto può essere annotato su più albi DOC. E' possibile assegnare ogni anno l'uva proveniente dal medesimo vigneto a più denominazioni, in base al livello qualitativo dell'annata.

DOC presenti in Emilia Romagna. DOC Romagna: comprende la Romagna a sud della via Emilia e al suo interno è suddivisa in: DOC Colli di Imola, DOC Colli di Faenza, DOC della Romagna Orientale e DOC Colli di Rimini. DOC emiliane: DOC Colli bolognesi, DOC emiliane del lambrusco (province di Modena e Reggio) e DOC di Parma e Piacenza con caratteristiche totalmente differenti e assimilabili all'Oltrepò pavese.

CRU

Denominazione di origine francese che indica una classificazione dei vigneti all'interno di una DOC rimarcandone ulteriormente il livello qualitativo. Il "cru" è un vigneto caratterizzato da un terreno, un microclima ed uno o più vitigni che, nel corso degli anni da sempre prodotti di grande qualità. Sono famosi a livello internazionale i cru del Sauternes che li dividono in base alla qualità in troisieme, deuxième e première cru (la qualifica di première cru è detenuta da una sola azienda). Un'altro cru molto famoso, presente nel territorio della DOC costa del Rodano, è la Romanée Conti, costituita da una vigna che sorge su un versante di una collina, in cui Carlo Magno vide sciogliersi prima la neve e per questo capì che era il meglio esposto al sole.

Non sempre vini DOC, DOCG e IGT sono di qualità superiore ai vini da tavola. Si è verificato, infatti, il caso di produttori di vini di qualità che hanno deciso di uscire dai consorzi DOC o DOCG per non dover sottostare ai disciplinari di produzione. Tali produttori hanno realizzato vini di qualità anche superiore a quella dei corrispondenti DOC o DOCG, qualità riconosciuta ampiamente dal mercato. È il caso del Chianti, da sempre prodotto con un uvaggio di Sangiovese (75%), Trebbiano (20%) e uve locali rosse (5%) che tra gli anni 60 e 80 incontrò difficoltà nella vendita. Alcune grosse aziende della zona a quel punto decisero di uscire dalla DOC, togliendo il Trebbiano e modificando i vitigni presenti e le proporzioni tra essi. E' il caso del famoso Sassicaia prodotto dai Marchesi Incisa della Rocchetta e di altri vini che oggi hanno quotazioni di mercato molto elevate. In seguito al successo commerciale ottenuto da questi vini è stata modificata la DOC del Chianti escludendovi il Trebbiano.

La classificazione dei vini sopra esposta è in fase di modificazione. E', infatti, in fase di approvazione una nuova legislazione che rivoluziona il sistema delle denominazioni geografiche e di qualità dei vini. Alcuni aggiustamenti sono ancora in fase di contrattazione, ma già si intuisce che molte saranno le novità. Ad esempio, la nuova OCM vino ha previsto che anche i vini da tavola possono indicare l'annata e il vitigno di produzione. Inoltre cambieranno anche le denominazioni: IGT->IGP ; DOC e DOCG->DOP.