

DALL'UVA AL VINO

Il vino si produce dalla fermentazione totale o parziale dell'uva fresca, ammostata o del mosto d'uva. Il vino è un prodotto tipico dell'Europa e del bacino del Mediterraneo, nel quale è prodotto da migliaia di anni. Attualmente i principali produttori mondiali di vino sono l'Italia, la Francia, la Spagna.

L'Italia è il Paese con il maggior numero di vigneti autoctoni e per questo si distingue dagli altri produttori mondiali, soprattutto da quelli non Europei. Ogni regione ha uno o più vini tipici.

Alla base della produzione del vino sta l'uva. Oltre che per la produzione di vino l'uva è utilizzata per preparare uve passite o per il consumo come uva da tavola. Il grappolo è un infruttescenza costituita da un raspo, su cui si trovano gli acini.

Il raspo presenta una struttura più o meno ramificata e legnosa in base al tipo di vitigno e al grado di maturazione.

Gli acini hanno una forma che va dal rotondeggiante all'ovale, sono costituiti dalla buccia che li avvolge, dalla polpa e dai vinaccioli.

La buccia è ricoperta da una cera cuticolare, la pruina, che protegge l'acino dall'evaporazione dell'acqua. Fra i componenti più importanti della buccia vi sono le sostanze coloranti, in base alle quali le uve sono distinte in bianche e nere. I pigmenti si formano durante l'invasatura, il processo che porta alla maturazione, e sono costituiti da acidi fenolici, antociani, flavonoli, catechine, leucoantociani e i tannini. Inoltre sono presenti sostanze aromatiche che danno l'aroma al vino giovane.

La polpa è costituita prevalentemente dal succo che formerà poi il mosto. Nel succo vi sono:

- acqua 70-85%;
- zuccheri 15-20%;
- acidi organici;
- sostanze azotate come le proteine;
- sostanze colloidali fra cui le pectine.

I vinaccioli, i semi dell'uva, sono importanti per il loro contenuto in tannini che durante la fermentazione passano nel vino. Inoltre contengono una frazione grassa da cui si ricava l'olio di vinaccioli.

COMPOSIZIONE CHIMICA DELL'UVA

GLI ZUCCHERI

I carboidrati ricoprono una funzione vitale per piante e animali. Tramite la fotosintesi le piante trasformano l'anidride carbonica in carboidrati: i più comuni sono la cellulosa, l'amido e i diversi zuccheri. La cellulosa è il principale componente strutturale delle piante, che la utilizzano per formare parti cellulari rigide e tessuto legnoso. L'amido è la forma principale in cui i carboidrati vengono accumulati in vista di impiego successivo o come fonte di energia. Alcune piante (la canna da zucchero e le barbabietole da zucchero) producono il saccarosio, che è il comune zucchero da tavola.

I carboidrati (chiamati anche idrati di carbonio anche se questa denominazione non è corretta), sono polioidrossialdeidi, polioidrossichetoni o sostanze che per idrolisi danno composti di questo tipo.

I carboidrati vengono classificati in base alla loro struttura, come monosaccaridi, oligosaccaridi o polisaccaridi.

Polisaccaridi (H_2O ; H^+) $\xrightarrow{\text{idrolisi}}$ oligosaccaridi

Oligosaccaridi (H_2O ; H^+) ^{idrolisi} monosaccaridi

I monosaccaridi (o zuccheri semplici) sono carboidrati che non possono essere ulteriormente idrolizzati a composti più semplici.

I polisaccaridi contengono numerose unità di monosaccaride, a volte centinaia o addirittura migliaia e di solito ma non sempre queste unità sono identiche.

Gli oligosaccaridi: contengono almeno due e in genere non più di alcune unità di monosaccaride legate assieme. Gli oligosaccaridi si possono distinguere in disaccaridi, trisaccaridi e così via.

Gli zuccheri presenti nel vino sono:

Pentosi

Nel vino sono presenti forme levo dell'arabinosio, dello xilosio e quella destro del ribosio. In piccole quantità è presente un altro zucchero appartenente ai pentosi, nonostante abbia sei atomi di carbonio. (ad es. il L-ramnosio è un metilpentosio.)

L-ramnosio

L-arabinosio

L-xilosio

L-ribosio

Esosi:

Allungando la catena si ottengono 16 zuccheri 8 a configurazione destro e 8 a configurazione levo.

Rivestono un'importanza particolare i seguenti zuccheri:

D-glucosio

D-mannosio

D-galattosio

Tra gli esosi un solo chetoso ha un'importanza notevole, in quanto zucchero fondamentale dell'uva, esso è il D-fruttosio.

D-fruttosio

Il saccarosio

Esso è un disaccaride di notevole importanza presente nel vino, ma di importanza notevole anche nella vita quotidiana. Il saccarosio è il comune zucchero da tavola, esso è presente in tutte le piante che operano la fotosintesi e in esse funge da riserva di energia. Viene ottenuto industrialmente dalla canna da zucchero e dalla barbabietola.

Per idrolisi del saccarosio si ottengono quantità equimolari di α -D-glucosio e del chetoso β -D-fruttosio.

GLI ACIDI DELL' UVA

Componenti che influiscono notevolmente sulla composizione del vino sono gli acidi. Nell'uva sono presenti gli acidi: tartarico, malico e citrico.

Acido tartarico

L'acido tartarico dell'uva è il L (+) tartarico, cioè la forma otticamente attiva destrorotante dell'acido tartarico con configurazione levo.

L'acido tartarico è un acido biacido con formula: $\text{HOOC-CHOH-CHOH-COOH}$ e P.M. = 150,09.

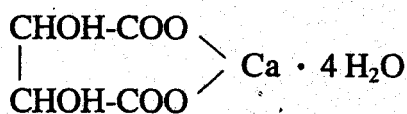
Essendo un biacido, ha due possibilità di dissociarsi.

In soluzione acquosa si hanno i seguenti valori: $pK_1 = 3,04$ $pK_2 = 4,37$.

L'acido tartarico è l'acido più forte dell'uva ed è caratteristico, tipico di questo frutto, non riscontrandosi in natura in frutti diversi.

L'acido tartarico oltre ad essere biacido, possiede due gruppi alcolici secondari vicinali i quali gli conferiscono le particolari proprietà fisico-chimiche che possiede, prima fra tutte la forza acida. Poi la solubilità in acqua dell'acido, dei sali, ecc.

Tra i sali dell'acido tartarico due rivestono particolare importanza enologica, dovuta al fatto che sono poco solubili: IL bitartrato potassico o "cremore" (HOOC-CHOH-CHOH-COOK) ed il tartrato neutro di calcio tetraidrato



Ad eccezione dell'acido mucico, che si riscontra soltanto in casi particolari in uve attaccate da ifomiceti (muffe) e che presenta un sale di calcio poco solubile, l'acido tartarico è l'unico acido organico che pone dei problemi di stabilità per il vino a causa dei suoi sali poco solubili.

L'acido malico

L'acido malico dell'uva è il L (-) malico, HOOC-CH₂-CHOH-COOH, P.M. = 134,09.

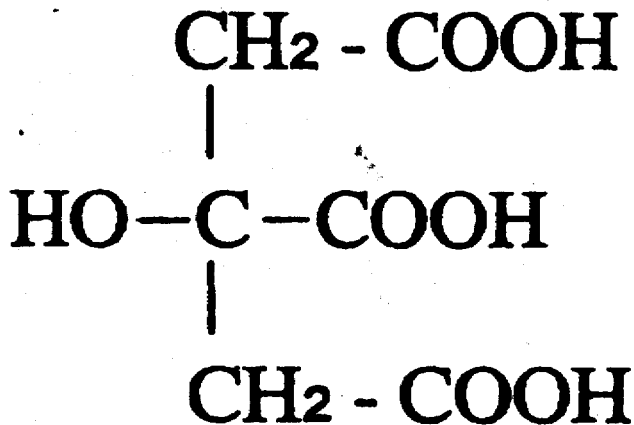
È anch'esso un acido biacido che in acqua presenta due costanti di dissociazione che sono rispettivamente: $pK_1 = 3,46$ $pK_2 = 5,13$.

Come si può osservare la semplice differenza rispetto all'acido tartarico di un ossidrile nella molecola comporta una grande diversità nella forza dell'acido.

La prima funzione dell'acido malico è quasi 3 volte meno dissociata della prima dell'acido tartarico e che la seconda funzione dell'acido malico è 6 volte meno dissociata della seconda dell'acido tartarico.

L'acido citrico

L'acido citrico è un triacido: P.M. = 192,13.



Le costanti di dissociazione in acqua sono espresse dai valori seguenti:

$pK_1 = 3,15$ $pK_2 = 4,17$ $pK_3 = 6,41$

L'acido possiede dunque la prima funzione con una forza paragonabile a quella della prima funzione dell'acido tartarico, la seconda funzione è 2 volte meno dissociata della seconda funzione dell'acido tartarico, ma 3 volte più dissociata della seconda funzione dell'acido malico. Quanto alla terza funzione, ai pH che interessano l'enologia (2,8-3,8) essa è completamente libera e pertanto l'acido citrico si comporta come un acido biacido di caratteristiche intermedie tra il tartarico e il malico.

Oltre agli acidi appena descritti nell'uva possono trovarsi piccole quantità di altri acidi, che assumono tenori più rilevanti solo in casi particolari, cioè in seguito ad attacchi di muffe (specialmente la muffa grigia o *Botrytis cinerea*) oppure in uve sottoposte volutamente ad un attacco di *Botrytis cinerea* in forma larvata, nel caso del cosiddetto “marciume nobile”, “Edelfäule” dei tedeschi o “pourriture noble” dei francesi.

Gli acidi dell'uva sono parzialmente salificati con cationi potassio, magnesio, calcio e (in piccola quantità) sodio.

I COLORANTI ROSSI DELLE UVE

I responsabili della colorazione delle uve rosse sono dei composti polifenolici appartenenti alla classe dei flavonoidi, chiamati antociani.

Nelle uve rosse si riscontrano 5 tipi di antociani, i quali sono contemporaneamente sali di flavilio e glucosidi, perché ad essi è unita, tramite legame glucosidico (cioè quello che interessa l'ossidrile anomero), una molecola di zucchero. Questa categoria di polifenoli è localizzata nella buccia, mentre la polpa risulta incolore, tanto da poter ottenere dei vini bianchi da uve rosse mediante spremitura soffice. Solo qualche rara varietà di uva (Tinturier) presenta la polpa colorata.

Gli antociani si chiamano anche antocianine mentre i loro derivati privi di zucchero o agliconi prendono il nome di antocianidine. Le 5 antocianidine presenti nell'uva sono derivati ossidrilati e metossosilati del flavilio.

Monoglucosidi e diglucosidi

La vite il cui frutto interessa l'enologia è la specie *Vitis vinifera*; questo tipo di vite va soggetta a tutta una serie di malattie importate dall'America tanto da essere costretti all'innesto della vite europea sul piede americano pena la scomparsa della viticoltura. Nel tentativo di combattere le malattie che andavano a colpire le viti (peronospora, oidio) si è tentato di combinare geneticamente la *Vitis vinifera* con le viti americane (repestris, riparia, berlandieri, ecc.) con l'obiettivo di ottenere un ibrido resistente alle malattie e capace di dare un frutto non solo edibile, ma anche suscettibile di essere vinificato con buoni risultati. Tali viti prendono il nome di ibridi produttori diretti (ipd). In genere la qualità del frutto degli ibridi è scadente ed in tutti gli stati aderenti all'O.I.V. (Organizzazione internazionale della Vigna e del Vino) la legge vieta la vinificazione del prodotto ottenuto da ibridi produttori diretti, ed addirittura tale prodotto non può essere considerato vino.

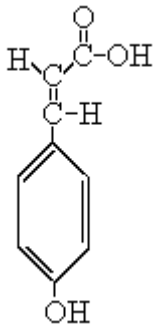
La *Vitis vinifera* possiede delle caratteristiche genetiche tali che i suoi antociani sono solamente monoglucosidi, mentre gli antociani contenuti nei frutti delle altre specie di *Vitis* sono prevalentemente sotto forma di diglucosidi e di conseguenza anche negli ibridi si troveranno sotto tale forma.

Sebbene alcuni ricercatori sollevano qualche dubbio sull'assoluta mancanza di diglucosidi nella *Vitis*

vinifera la loro presenza nel vino è in genere indice di aggiunta di vino di ibridi; per la determinazione dei diglucosidi delle antocianidine in un vino si utilizza la cromatografia su strato sottile TLC o su carta arrivando a trovare un'aggiunta di vino di ibridi anche del 5-10%.

Antocianidine acilate

Anche negli antociani della *Vitis vinifera* esistono delle forme acilate, vale a dire forme in cui una molecola di acido è esterificato con un ossidrile del carboidrato. Si tratta di acido cinnamico è più in genere di acido p-cumarico o p-ossicinnamico:



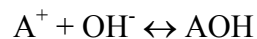
L'acido p-ossicinnamico contiene un doppio legame ed è contemporaneamente un acido insaturo ed un fenolo.

Inoltre le diverse varietà (cultivar) di *Vitis vinifera* non contengono la stessa percentuale relativa dei diversi antociani, e ciò permette se non proprio di distinguere una cultivar dall'altra per lo meno di raggrupparle in famiglie simili per composizione antocianica.

Equilibri degli antociani in soluzione

Per capire meglio le proprietà delle antocianine sono riportati gli equilibri e le reazioni della malvina in soluzione. Per comodità abbiamo utilizzato le formule degli agliconi, cioè delle antocianidine.

In soluzione acquosa esiste un equilibrio tra la forma ossonio colorata e la forma "pseudobase" incolore, in funzione del pH; si capisce quindi che una variazione di pH si trasforma in un'acolorazione o in una decolorazione del vino:



Secondo alcuni ricercatori i valori di pK sarebbero intorno a 3, **per cui al pH del vino gli antociani sarebbero per metà in forma colorata e per metà incolore. L'acidificazione con un acido minerale di una soluzione di antociani o del vino determina uno spostamento dell'equilibrio a sinistra e quindi un'intensificazione del colore, mentre un aumento del pH determina una diminuzione di intensità del colore.**

In modo del tutto analogo si comporta l'anidride solforosa o meglio lo ione bisolfito HSO_3^- . L'anidride solforosa reagisce con l'acqua formando l'acido solforoso, il quale è un acido debole e quindi poco dissociato ($pK_1 = 1,77$ $pK_2 = 7,08$); in particolar modo la dissociazione riguarda principalmente il primo stadio di equilibrio. Si capisce quindi che lo ione bisolfito essendo un acido estremamente debole e poco dissociato, risulta contrariamente una base abbastanza forte. L'equilibrio con gli antociani è

analogo, a quello dell'ossidril e porta anch'esso alla formazione di un prodotto di addizioni incolore. **Proprio per questo motivo l'aggiunta di anidride solforosa, di bisolfito al vino determina una decolorazione:** in seguito all'allontanamento dell'anidride solforosa, per via fisica o per ossidazione, il colore viene ripristinato

Le altre formule riportate mostrano possibili “evoluzioni” della molecola antocianica, attraverso una serie di equilibri regolati dal pH, che in alcuni casi possono comportare l'apertura dell'anello eterociclo centrale.

Reazioni particolari riguardano le antocianine con due ossidril in orto nell'anello aromatico laterale (petunidina, delfidina, cianidina) perché possono formare complessi di coordinazione con metalli pesanti (Fe^{+3} , Al^{+3}), insolubili e di colore blu, che sono all'origine della cosiddetta “casse bleu” dei vini.

È importante osservare che il gruppo metossile degli antociani ed anche dei tannini è particolarmente stabile e di conseguenza non rappresenta una fonte di metanolo. Anche il legame glucosidico degli antociani è molto stabile e quindi al pH del vino non viene idrolizzato in carboidrato ed in antocianidine.

I TANNINI

I tannini sono particolari composti fenolici capaci di combinarsi con proteine, enzimi e con altri polimeri come i polisaccaridi. Questa loro caratteristica spiega sia le proprietà concianti che hanno nei confronti delle pelli, rendendole imputrescibili, reagendo con il collagene (sostanza fondamentale che si trova tra le cellule dei tessuti connettivi) sia la loro proprietà astringente (di asciugare), causata dalla precipitazione delle proteine e delle glicoproteine della saliva.

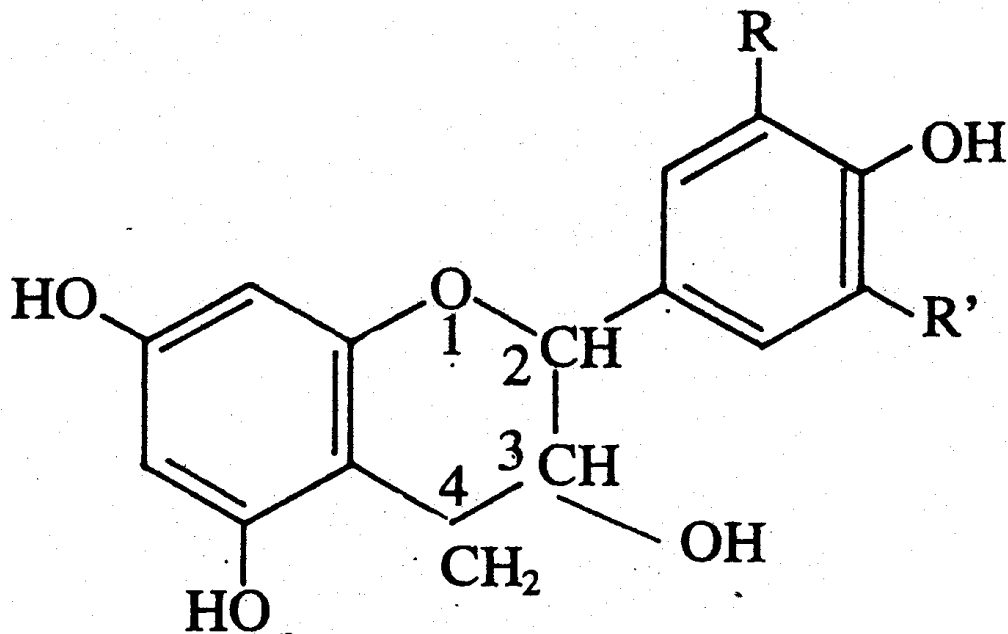
Se vengono utilizzati assieme a proteine aggiunte, purché la loro molecola non abbia un peso molecolare superiore a 3000 g/mol, questi si comportano come agenti chiarificatori, formando con le proteine agglomerati insolubili e fioccosi che inglobano le particelle sospese lasciando il liquido limpido. Un'altra caratteristica dei tannini è la loro capacità di inibire l'azione enzimatica perché si combinano con la frazione proteica che costituisce l'apoenzima, denaturandola. Proprio per questo motivo l'attività enzimatica del mosto diminuisce rapidamente con il passare del tempo, e quella del vino risulta di gran lunga inferiore.

Una limitazione delle molecole fenoliche in questione è legata alle loro dimensioni, le quali non devono essere relativamente grandi; infatti se la molecola di tannino risulta troppo grande allora essa risulta incapace, per motivi sterici, di legarsi con i centri attivi della proteina ed il legame risulta più instabile. Generalizzando si può dire che i legami più stabili tra tannini e proteine avvengono per pesi molecolari compresi tra 500 e 3000.

Flavanoli e flavandioli

I tannini presenti nell'uva sono polimeri condensati dei flavan-3-oli (la catechina è in pratica il 5,7,3',4'-tetraossiflavan-3-olo) e dei 3,4-flavandioli (leucoantocianidine). A causa della sua chiralità, il composto dà origine alla serie delle catechine e delle epicatechine. Nei vini sono presenti soprattutto la (+)-catechina e la (-)- epicatechina.

Le seguenti formule evidenziano la costituzione dei 3-flavanoli e dei 3,4-flavandioli.



3-flavanoli (catechine)

$R = R' = H$ afzelechina

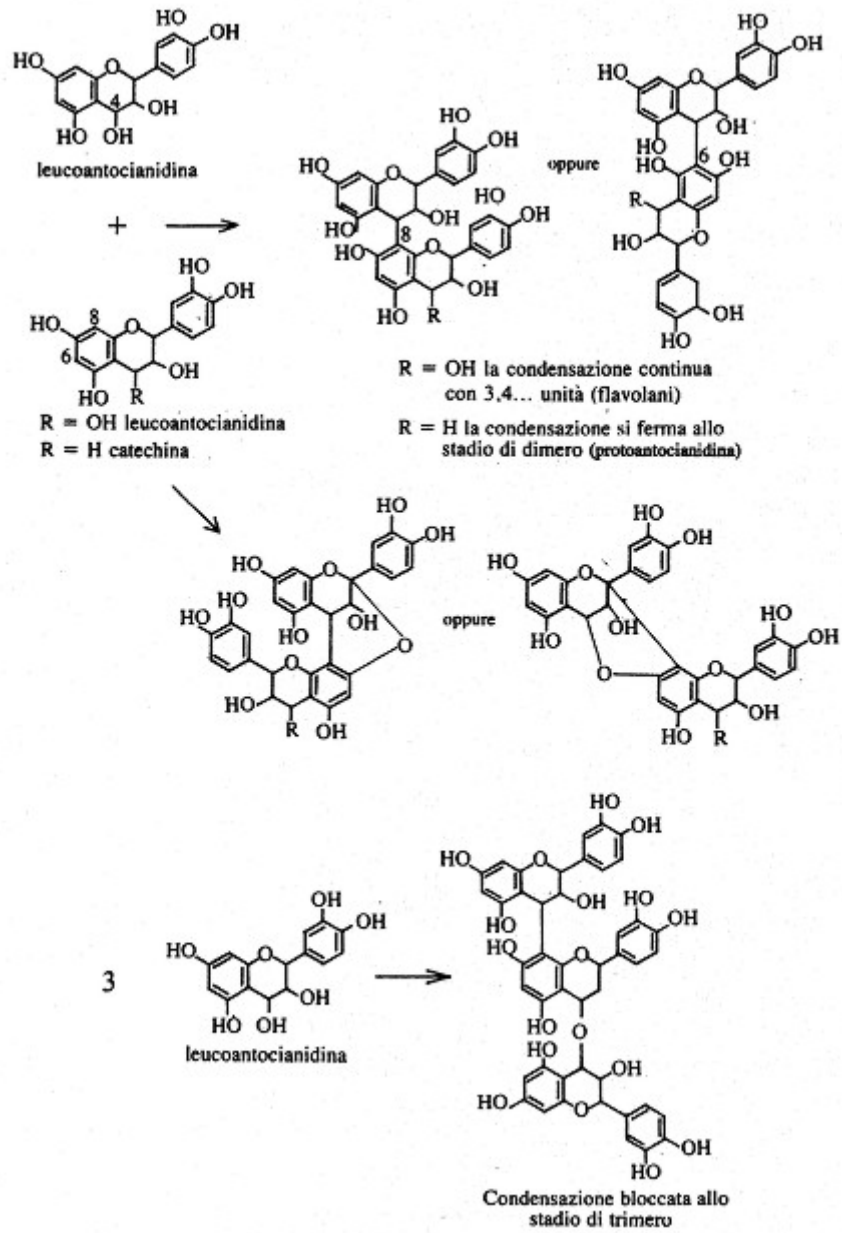
$R = OH$ $R' = H$ catechina

$R = R' = OH$ gallocatechina

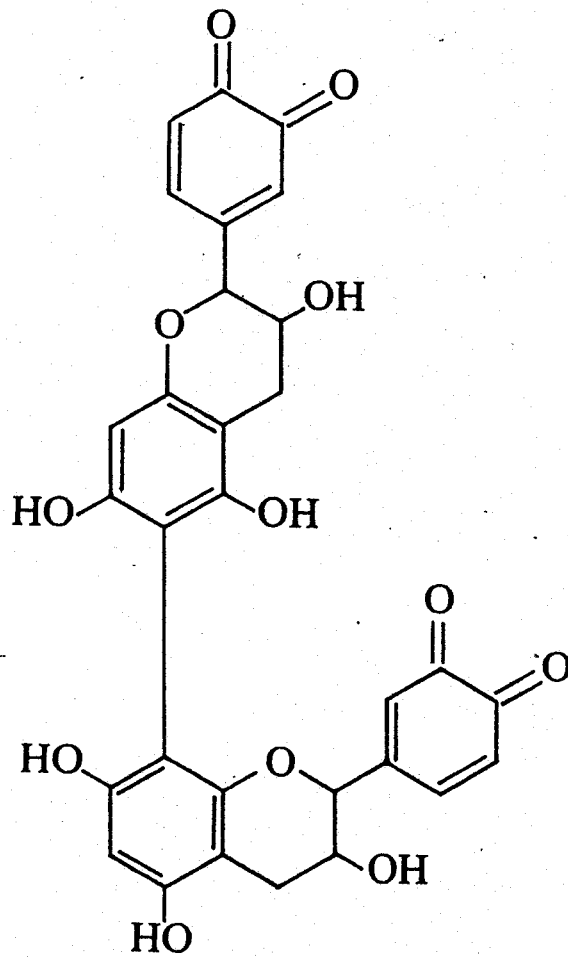
Reazioni di condensazione

Nei mosti e nei vini giovani i tannini presentano pesi molecolari medi intorno a 500-700 u.d.m. (dimeri, trimeri), mentre nei vini vecchi si hanno condensazioni con pesi molecolari medi intorno a 2000-3000 u.d.m. (10 molecole condensate). Sono state descritte varie forme di polimerizzazione tra flavandioli, flavandioli e catechine, tali da giustificare tutta una serie di polimeri; queste condensazioni sono illustrate dai seguenti meccanismi.

Dalle formule riportate si può notare come la condensazione interessa le posizioni 6 e 8 della molecola dei leucoantociani e delle catechine, mentre il proseguimento della polimerizzazione dipende dalla presenza in posizione 4 di un ossidrile, che permette appunto la formazione di un nuovo legame.



Esiste anche una possibilità di polimerizzazione ossidativa che riguarda la catechina portando alla formazione composti del tipo seguente:



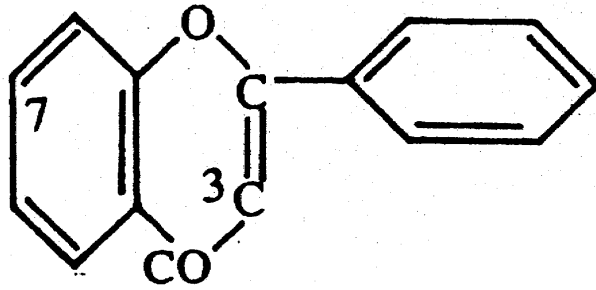
In questo tipo di condensazione il Fe^{+3} ha una azione catalitica.

Flavoni o Flavonoli

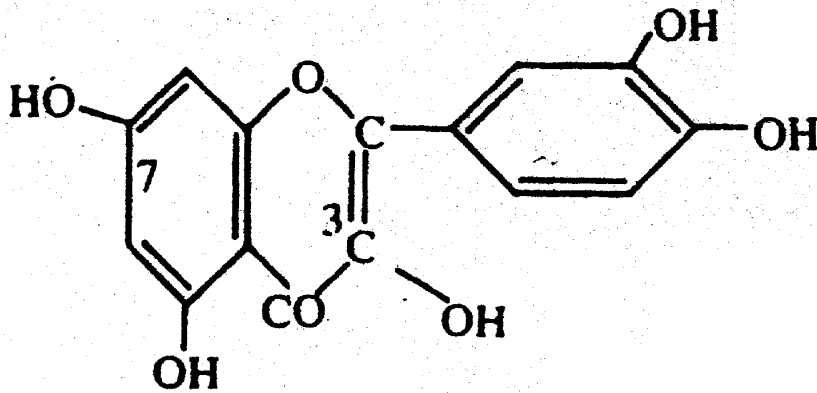
Nelle uve sono presenti altri tipi di pigmenti molto importanti di colore giallo riconducibili strutturalmente alla struttura del flavone. Tale struttura è decisamente simile a quella degli antociani, flavandioli e flavanoli, ma possiede un gruppo carbonilico nella molecola.

Il pigmento, predominante nell'uva e presente sia nelle uve bianche e nelle uve nere, è l'isoquercitina, un glucoside in posizione 3 della quercetina, la quale a sua volta deriva dal flavone.

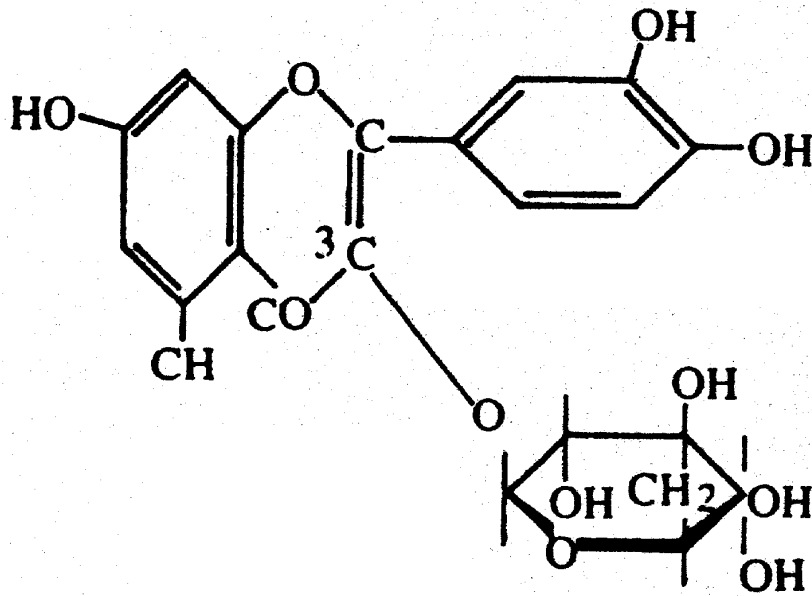
In seguito sono riportate rispettivamente le strutture del flavone, della quercetina e della isoquercitina.



2-fenilbenzo- γ -pirone o flavone



quercetina



Isoquercitina

Per quanto riguarda le uve ed i vini bianchi, non si può attribuire totalmente l'intensità di colore ai soli flavoni, anzi, la loro solubilità e la loro quantità non è tale da giustificare l'intensità di colore; si pensa invece che la colorazione è dovuta piuttosto a prodotti di un'incipiente ossidazione dei tannini.

Polifenoli totali

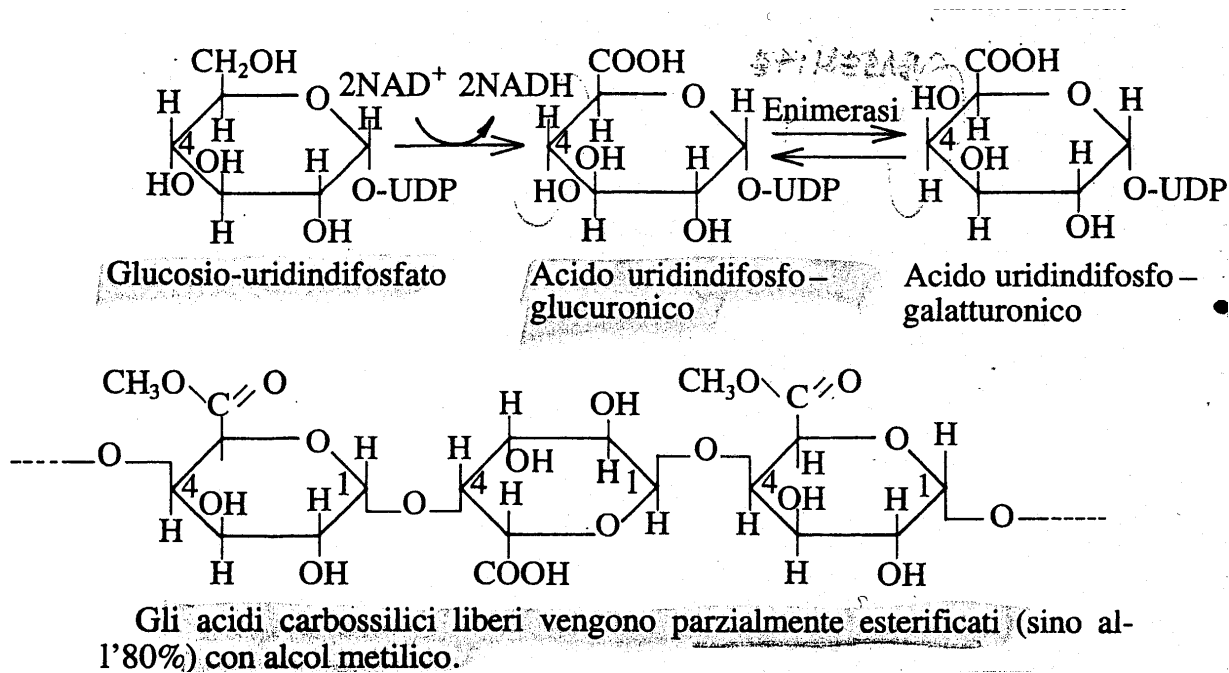
Un metodo di valutazione complessiva di polifenoli totali si effettua determinando l'indice permanganico che consiste nell'ossidarli con una soluzione titolata di permanganato oppure mediante il reattivo di FOLIN-CIOCALTEU formato da una miscela di acido fosfotungstico (H₃PW₁₂O₄₀) e di acido fosfomolibdico (H₃PMo₁₂O₄₀) che ossidano i fenoli e si riducono in una miscela di ossidi di tungsteno (W₈O₂₃) e di molibdeno (Mo₈O₂₃) di colore azzurro. Si valuta il colore sviluppato misurando la densità ottica ad una lunghezza d'onda a 765 nm, operando in condizioni ben precise. Il valore ottenuto esprime i g/l di polifenoli totali, espressi in acido gallico.

COLLOIDI DI NATURA GLUCIDICA DEL MOSTO

Nell'uva esistono dei polimeri degli zuccheri ad elevato peso molecolare, risultanti dalla concatenazione di più molecole di zuccheri. Nei mosti si trovano l-arabano, d-galattano e pectine. Le pectine sono polimeri dell'acido galatturonico, i cui carbossili sono parzialmente esterificati con metanolo. **Le pectine sono la fonte di metanolo che si trova nei vini e nei distillati.** Da notare è il fatto che nei colloidi di natura glucidica dell'uva la struttura delle unità di base dei monomeri si rifà a quella del galattosio, mentre non si riscontrano nelle uve sane polimeri di glucosio. Gli stessi arabani

sono polimeri del l-arabinosio, la cui struttura è quella derivabile dall'acido d-galatturonico per decarbossilazione. Le cosiddette gomme o emicellulose solubili del mosto sono costituite da polimeri del galattosio, arabinosio, mannosio e ramnosio, ma non di glucosio, nonostante l'enorme quantità che viene sintetizzata dalle viti.

Struttura delle pectine



Gli acidi carbossilici vengono parzialmente esterificati, fino all'80%, con alcol metilico. Il metanolo presente nel vino è originato dalla scissione idrolitica dei gruppi metilati delle pectine ad opera di un enzima presente nel mosto.

SOSTANZE AZOTATE

Nell'uva le sostanze azotate svolgono un ruolo di primaria importanza, non tanto per l'aspetto nutrizionale, ma per l'importanza di queste sostanze nello sviluppo e nell'alimentazione azotata dei lieviti della fermentazione.

L'azoto è presente nell'uva in due forme: *azoto ammoniacale* e *azoto organico*.

Azoto ammoniacale: azoto si trova sotto forma di sali ammoniaci.

Il metodo per determinare la quantità di azoto presente in un'uva sotto tale forma è relativamente semplice: mediante alcalinizzazione dei sali di ammonio, si libera l'azoto sotto forma di ammoniaca. L'ammoniaca così formata è recuperabile mediante distillazione bloccandola con una soluzione di acido forte (es. HCl) che neutralizza l'ammoniaca. Titolando con alcali l'eccesso di acido si ottiene, per differenza, la quantità di azoto ammoniacale.

Azoto organico: azoto che si trova legato in alcune molecole organiche.

L'azoto organico, nei vini, è costituito soprattutto dagli aminoacidi e dai loro prodotti di polimerizzazione.

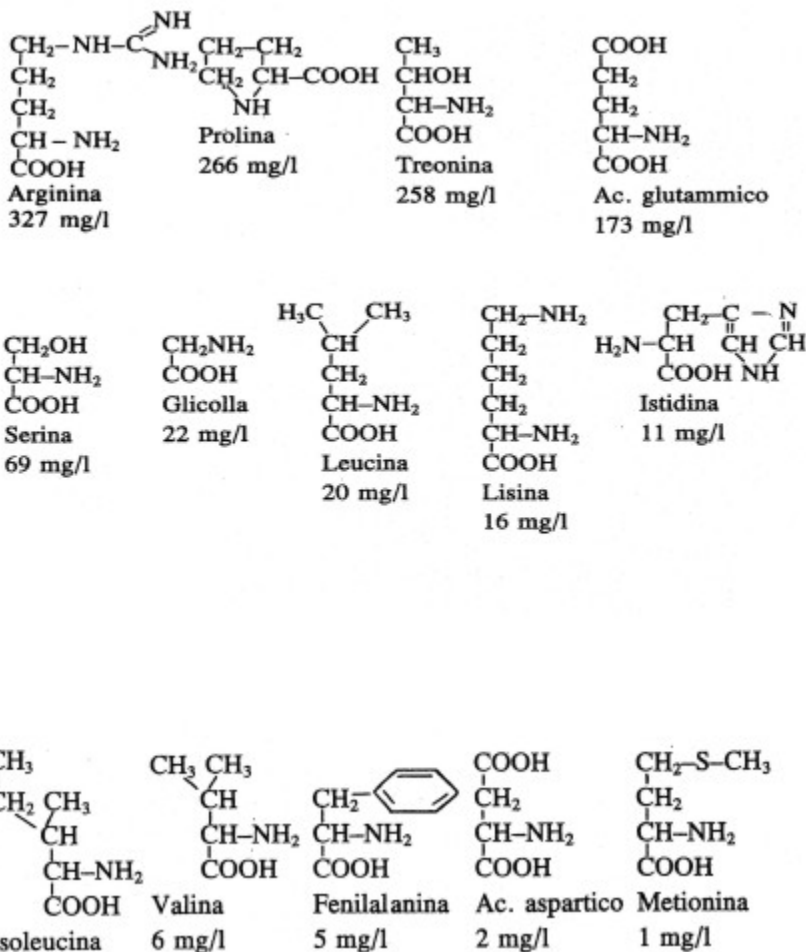
Le cellule dei lieviti, così importanti nella produzione del vino, sono composte in parte da aminoacidi solforati, cioè aminoacidi contenenti un gruppo tiolico (-SH). Il problema è che nell'uva e nel mosto

non sono presenti tali amminoacidi e perciò dovranno essere sintetizzati partendo da composti solforati già presenti come i solfati e l'anidride solforosa.

Ci sono altri amminoacidi presenti nelle uve e nei mosti, alcuni fra i più importanti sono:

- acido aspartico (o amminosuccinico);
- lisina
- prolina, è un amminoacido molto abbondante nei vini: dal punto di vista quantitativo è solitamente quello più presente.

Riportiamo le formule ed i valori medi riscontrati nei mosti per alcuni amminoacidi:



Azoto totale

Per avere un dato che rappresenti tutto l'azoto presente in un campione, si adopera il metodo KIELDAHL che consente di arrivare a determinare l'azoto totale presente sotto qualsiasi forma. Attaccando a caldo con acido solforico concentrato in presenza di un catalizzatore una qualsiasi sostanza organica, il carboni e l'idrogeno e l'azoto vengono trasformati in CO₂ e H₂O e l'azoto, sotto

qualsiasi forma, in ammoniaca, cioè solfato ammonico. Poi si alcalizza e si procede come per l'azoto ammoniacale distillando e titolando. Si ottiene così un dato che esprime il contenuto totale di azoto di un campione.

SOSTANZE MINERALI

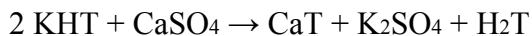
Le sostanze minerali presenti nell'uva sono quelle che si trovano nelle ceneri. Queste sostanze, inizialmente presenti come cationi legati ad acidi organici, si presentano sotto forma di carbonati e una piccola parte di ossidi.

L'elemento più rappresentato è il potassio, seguito dal calcio. Il sodio è solitamente presente in basse quantità rispetto a potassio e calcio tranne che in alcuni casi come nel caso di uve provenienti da vigneti coltivati al bordo del mare.

Accanto ai cationi sono presenti anioni minerali, rappresentati essenzialmente da fosfati, solfati e cloruri.

I fosfati, la cui presenza è determinante per il decorso della fermentazione alcolica, hanno un valore di circa 500 mg/kg di polpa.

I solfati solitamente non superano i 0.6-0.7 g/kg. Tuttavia bisogna ricordare che la legge permette la gessatura, cioè l'aggiunta di solfato di calcio. Questa operazione si risolve con l'aumento dell'acidità reale del mosto: infatti si ha la precipitazione di tartrato neutro di calcio a spese del bitartrato, con liberazione di acido tartarico.



I cloruri sono presenti nell'ordine dei 20-200mg/kg, espressi come NaCl.

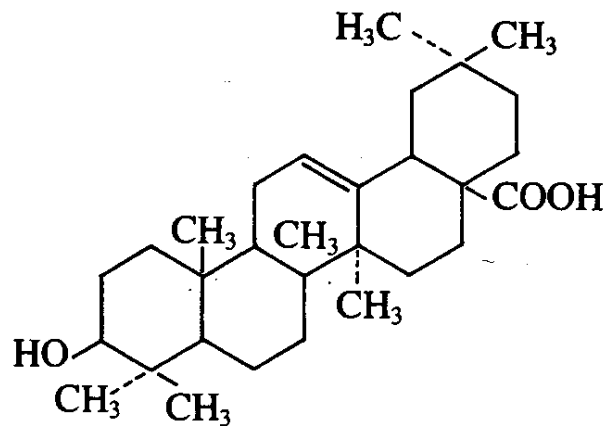
Composizione delle sostanze minerali				
(mg per grammo di ceneri)				
	Graspi	Bucce	Vinaccioli	Polpa
K	362	360	230	480
Ca	97	150	228	52
Mg	41	30	51	34
Na	16	14	10	24
Fe	6	6	3	2

La tabella riporta le composizioni delle ceneri, riportando però solo i cationi.

LA PRUINA E LE SOSTANZE ODOROSE

La pruina

La buccia dell'acino è ricoperta da uno strato di sostanza cerosa: la pruina. Quest'ultima è costituita per due terzi di acido oleanolico, una sostanza di struttura complessa, che ricorda quella degli steroli e che agisce come un'attivatore della fermentazione.



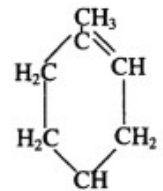
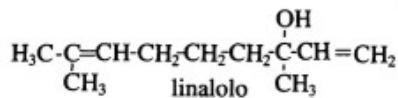
acido oleanolico

L'altro terzo della pruina è costituito da composti come alcoli, esteri, acidi grassi ed aldeidi tutti a lunga catena.

Le sostanze odorose

Le sostanze odorose si possono distinguere in due gruppi:

- Aromi caratteristici, che conferiscono il tipico profumo del vino (terpeni come linalolo e α -terpineolo)



α -terpineolo

Si tratta di alcoli insaturi, presenti negli oli essenziali di molti fiori e frutti

- Sostanze senza particolare odore che si trasformano nel corso della fermentazione e dell'invecchiamento, dando origine ad altre sostanze responsabili del profumo caratteristico dei vini di pregio. Attualmente non si hanno indicazioni sicure sulla classe e struttura di queste molecole.

Vitamine ed Enzimi

LE VITAMINE DELL'UVA

Le vitamine sono sostanze indispensabili alla vita di lieviti e batteri, in quanto agiscono come catalizzatori esogeni dei processi metabolici; queste devono essere assunte dall'esterno. L'uva contiene un quantitativo di vitamina C con valori massimi attorno a 90 mg/Kg. Sono poi presenti le 10 vitamine appartenenti al gruppo B, utili nella regolazione dello sviluppo della fermentazione alcolica. Nel passaggio dal mosto al vino e dopo i processi di stabilizzazione, il tenore vitaminico iniziale si abbassa notevolmente.

GLI ENZIMI

Gli enzimi possono definirsi catalizzatori biologici cioè sostanze che accelerano reazioni chimiche senza mutare lo stato di equilibrio e senza partecipare alla reazione. Essi riescono ad agire anche in piccole quantità. Questi si differenziano dai catalizzatori inorganici per la loro elevata specificità. Gli enzimi presenti nelle cellule si trovano diffusi nel citoplasma e si distinguono in endoenzimi e esoenzimi e seconda della loro possibilità di attraversare o meno la membrana cellulare.

Nelle uve sono presenti diversi tipi di enzimi:

- l'**invertasi**, scinde il saccarosio in glucosio e fruttosio.
- le **ossidoreduttasi**, catalizzano la fissazione di ossigeno sul substrato distinguendosi in tirosinasi, propria dell'uva, e in laccasi, prodotta dalla muffa grigia (*Botrytis cinerea*). Le ossidasi esercitano la loro azione su molte sostanze ossidabili in particolare sui polifenoli e sulle sostanze coloranti (antociani).
- gli **enzimi pectolitici**, liberano alcol metilico dai gruppi carbossilici metilati e acido galatturonico monomero

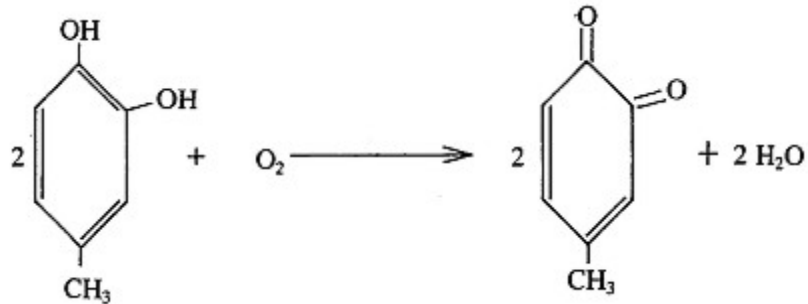
Il mosto e il vino non sono substrati molto favorevoli alla permanenza nel tempo di attività enzimatiche, in quanto sono abbastanza ricchi di polifenoli, suscettibili di reagire con le proteine denaturandole. Passando dal mosto al vino si osserverà dunque un calo notevole dell'attività enzimatiche.

OSSIDAZIONE DEI POLIFENOLI

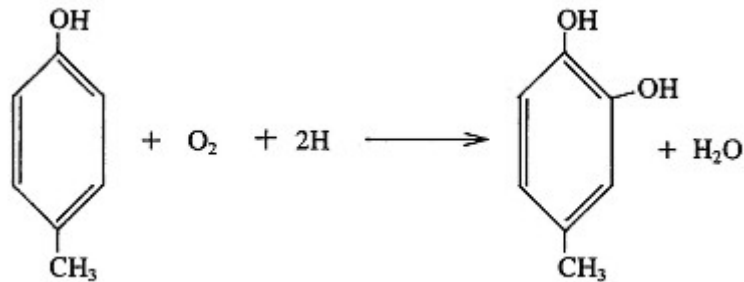
I polifenoli del mosto sono soggetti all'ossidazione per l'intervento di due enzimi: la tirosinasi e la laccasi, queste provocano l'imbrunimento del vino quando viene lasciato a contatto con l'aria.

La tirosinasi catalizza due tipi di reazione :

1. l'ossidazione degli ortodifenoli a chinoni



2. l'ossidazione dei monofenoli ad ortodifenoli, contemporanea all'ossidazione di un altro composto ossidabile (es. un ortodifenolo)



La laccasi viene prodotta ed dalla *Botrytis cinerea* ed è caratterizzata dalla sua azione sui p-difenoli. Quest'ultima ha una pericolosità più elevata della tirosinasi in quanto la sua specificità è molto bassa, nel senso che essa ossida un gran numero di composti fenolici. Inoltre si sviluppa su colture solubili nel substrato, quindi l'enzima nelle uve attaccate dalle muffe si solubilizza e diffonde nel mosto. La laccasi è in grado, a differenza della tirosinasi, di ossidare energicamente i composti fenolici del vino, antociani e tannini; questa è la causa principale della distruzione delle sostanze colorate dei vini rossi.

Trasformazione delle pectine

Oltre al 50% dei carbossili delle catene poligatturoniche sono esterificati con alcol metilico, tuttavia la presenza nell'uva di una pectinmetilesterasi libera rapidamente l'alcol metilico per idrolisi.