

**1) un litro di vino ci sono 5.2 g di glicerolo, qual è la molarità relativa al glicerolo in quel vino?**

$$P.M._{glicerolo} = 92.10 \text{ g/mol}$$

$$M_{glicerolo} = 5.2 \text{ g}$$

$$mol_{glicerolo} = \frac{M_{glicerolo}}{P.M._{glicerolo}} = \frac{5.2 \text{ g}}{92.10 \text{ g/mol}} = 0.06 \text{ mol}$$

Considerando 1 L di vino:

$$M = \frac{mol_{glicerolo}}{V} = \frac{0.06 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.06 \text{ M}$$

**2) Quale parametro/valore necessitiamo per calcolare la concentrazione in g/L di alcol in un vino che ha il 12.5% di concentrazione di alcol (vol/vol)?**

Il parametro necessario per questo calcolo è la densità dell'alcol etilico:

$$d_{etanolo} = 0.789 \text{ g/mL}$$

125 mL di alcol in 1 L di vino

$$\frac{125 \text{ mL}}{1 \text{ L}} * 0.789 \text{ g/mL} = 98.6 \text{ g/L}$$

**3) Se un vino contiene 125 g/L di alcol, qual è la percentuale vol/vol di alcol in quel vino**

Il parametro necessario per questo calcolo è la densità dell'alcol etilico:

$$d_{etanolo} = 0.789 \text{ g/mL}$$

$$\frac{125 \text{ g}}{0.789 \text{ g/mL}} = 158 \text{ mL}$$

In 1000 mL di vino:

$$\frac{158 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} * 100 = 15,8 \%$$

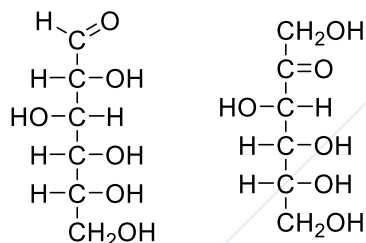
**4) Come mai l'etanolo è solubile in acqua?**

La funzione ossidrilica conferisce una certa polarità alla molecola, se la porzione alifatica (idrofobica) è limitata le molecole sono nel loro complesso assai poco idrofobiche. Questo si riflette anche nella solubilità degli alcoli in acqua. La formazione di legami a idrogeno si instaura quando è presente un atomo di idrogeno legato ad un elemento molto più elettronegativo, come O o N. La formazione di estesi legami a idrogeno tra molecole di acqua e etanolo spiega la solubilità elevata di questa molecola in acqua. Con alcoli che possiedono un numero di carboni più elevato, aumenta la componente idrofobica e quindi queste catene poco polari interagiscono tra di loro in modo preferenziale, limitando le interazioni con le molecole d'acqua e, di conseguenza, diminuendo la solvatazione.

## 5) Principali molecole che compongono la polpa dell'acino

La polpa è la parte principale dell'acino, ne rappresenta il 75-80% in peso. Contiene diverse sostanze tra cui acqua, pectine, minerali e vitamine ma soprattutto zuccheri e acidi organici.

I monosaccaridi sono i componenti più importanti, in particolare glucosio e fruttosio (150-240g/L), che derivano dall'idrolisi del saccarosio tramite rottura del legame glicosidico.



glucosio

fruttosio

Questi vengono poi convertiti in etanolo nella fermentazione.

La polpa, in particolare è divisa in 3 zone:

- 1) **Zona intermedia:** succo della polpa, contiene gli zuccheri citati e l'acido tartarico. Questo è presente sia nel mosto che nel vino in concentrazioni uguali, è l'acido presente in maggiore concentrazione e non viene modificato durante la fermentazione, dà luogo a processi di precipitazione tartarica nel vino con il potassio (sarebbe da evitare).
- 2) **Zona centrale:** succo intorno ai semi, contiene minori quantità di zuccheri e l'acido malico. Quest'ultimo viene trasformato mediante la fermentazione malolattica in acido lattico per evitare eccessiva acidità ed astringenza del vino.
- 3) **Zona periferica:** succo sotto la buccia, contiene aromi varietali (sostanze odorose che conferiscono la tipicità olfattiva del vino), tannini, fenoli, ossidasi e lo ione  $\text{K}^+$  che riveste grande importanza nel processo di precipitazione tartarica.

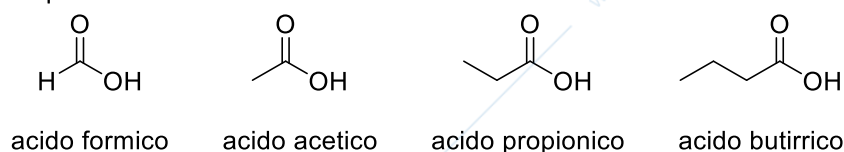
## 6) Quali sono le strutture delle molecole che compongono la cosiddetta "acidità volatile"

L'acidità volatile è data da acidi a basso PM (da 1 a 4 C), che sono volatili e tendono a passare in fase vapore.

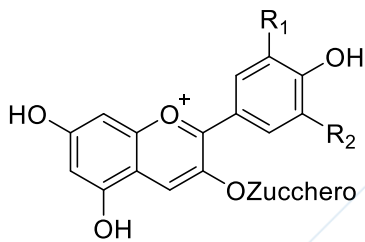
Vi sono processi che sfruttano questa tendenza per eliminarli (es: trattamenti in corrente di vapore)

Per determinarne la quantità viene usata distillazione in corrente di vapore per poi titolare il distillato con NaOH (0,02N) e fenolftaleina come indicatore.

Gli acidi volatili sono quindi:



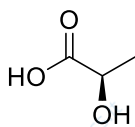
## 7) Struttura delle seguenti molecole: generica antocianidina, acido lattico, acido tartarico, acido succinico



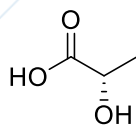
antocianidina (aglicone)

antociani: sono pigmenti rossi dell'uva caratterizzati da una coniugazione totale e costituiti da 2 anelli benzilici legati ad un eterociclo ossigenato (con O carico +).

Se R1 ed R2: OMe malvidina, che nella forma monoglucosidica (Malvina) è la molecola più diffusa e varia dal 50 al 90% degli antociani totali nel vino.



acido L-lattico

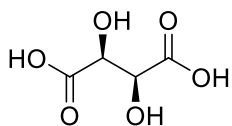


acido D-lattico

prodotto della fermentazione malonica caratterizzata da batteri lattici (come *oenococcus oenii*) ma può provenire anche dall'azione del metabolismo anaerobico di lieviti.

L'acido lattico prodotto da *o. oenii* -> prevalentemente R -> acido L-lattico con concentrazioni variabili tra 0.5-3 g/L.

I lieviti tendono a formare acido lattico in forma racemica con concentrazioni tra 0.2-0.4 g/L.



acido tartarico

è l'acido prevalente nell'uva, dove raggiunge nelle bacche anche concentrazioni di 16 g/L.

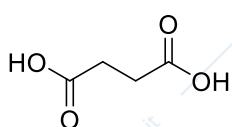
nel mosto la sua concentrazione è variabile 8 g/L uve nord, 2-3 g/L uve sud.

Questa differenza è dovuta alla parziale combustione dovuta alle maggiori T a cui è esposta la bacca al sud.

Dal mosto al vino la concentrazione di acido tartarico non viene modificata poiché non è coinvolto in metabolismi biologici e nelle fermentazioni.

È un acido dicarbossilico e perciò ha 2 pKA.

Non è molto diffuso industrialmente e la sua produzione proviene principalmente dagli scarti delle industrie enologiche.



acido succinico  
assenza di ossigeno).

Non è presente nella bacca, è un prodotto di fermentazione dovuto all'azione del metabolismo anaerobico di lieviti e batteri.

La sua concentrazione nel vino varia tra 0.5-1.5 g/L (ovvero equivale a circa 1% dell'etanolo prodotto durante la fermentazione).

È un acido piuttosto stabile, con poche alterazioni durante l'invecchiamento (in

### 8) **Precipitazione tartarica, come mai non avviene normalmente nel mosto e può avvenire in bottiglia? Come si può evitare il fenomeno della precipitazione tartarica (in bottiglia)?**

La precipitazione tartarica non tende ad avvenire nel mosto in quanto il suo grado alcolico è più basso rispetto a quello del vino; il bitartrato di potassio è solubile in acqua ma ha una minor solubilità in una soluzione idroalcolica quale è il vino; l'etanolo rende difficoltosa la sua solvatazione che invece è più favorita in ambiente acquoso. Quindi mano a mano che il mosto fermenta e si trasforma in vino, l'alcol etilico aumenta ed abbassa la solubilità del bitartrato di potassio, incrementandone la sua precipitazione. Un vino che possiede dai 12 ai 13° alcolici, riesce a sciogliere la metà dei sali tartarici rispetto ad un altro liquido non alcolico.

Al pH acido del vino l'acido tartarico è presente soprattutto come acido indissociato (TH<sub>2</sub>) e come bitartrato e (TH<sup>-</sup>) che può formare facilmente sali in presenza di cationi. Questo è vero soprattutto per l'acido tartarico in presenza di potassio (K<sup>+</sup>) uno ione presente in concentrazioni elevate nel vino. Il bitartrato di potassio, solubile in acqua, nel vino, soluzione idroalcolica, superate certe concentrazioni precipita. Per evitare la precipitazione in bottiglia posso adoperare vari metodi:

- **Favorisco la precipitazione in botte:**  
Mantenendo a basse T (0-4°C) per lunghi tempi. In questo modo elimino il bitartrato di potassio in eccesso e filtro prima di imbottigliare. Questa procedura è facilmente attuabile in regioni fredde ma è piuttosto dispendioso in climi caldi. È detta stabilizzazione lenta.
- **Aggiunta al vino di cristalli di bitartrato di potassio in botte:**  
Essi fungeranno da nuclei di cristallizzazione favorendo e accelerando la precipitazione tartarica, successivamente si procede con una filtrazione.
- **Aggiunta di proteine manniche o manno proteine:**  
Uno dei metodi oggi più utilizzati, sono polisaccaridi che hanno zone cariche positivamente o negativamente ed impediscono la precipitazione sequestrando k<sup>+</sup>
- **Aggiunta di acido meta tartarico:**  
Tecnica usata tradizionalmente, è polimero dell'acido tartarico. Questo polimero sottrae K<sup>+</sup> ed è solubile nel vino, dunque evita la precipitazione. Tuttavia la composizione dell'acido metatartarico è variabile e in ambiente acido può idrolizzare dando prodotti indesiderati.
- **Usare degli elettrodi in botte:**  
Tecnica più moderna ma poco impiegata, consiste nel ridurre la forza ionica del vino depositando parte degli ioni ed evitando così la precipitazione.

In seguito a questi trattamenti e alla precipitazione tartarica si verifica un lieve aumento del pH.

I polisaccaridi possono avere anche un effetto protettivo nei confronti della stabilità tartarica o per sfavorire le varie casse; sebbene questi effetti siano più accentuati coi polisaccaridi microbici.

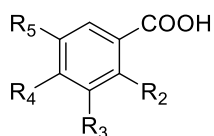
### 9) **Precipitazione tartarica: come mai può avvenire in bottiglia?**

La precipitazione tartarica non tende ad avvenire nel mosto in quanto il suo grado alcolico è più basso rispetto a quello del vino; il bitartrato di potassio è solubile in acqua ma ha una minor solubilità in una soluzione idroalcolica quale è il vino; l'etanolo rende difficoltosa la sua solvatazione che invece è più favorita in ambiente acquoso. Quindi mano a mano che il mosto fermenta e si trasforma in vino, l'alcol etilico aumenta ed abbassa la solubilità del bitartrato di potassio, incrementandone la sua precipitazione. Un vino che possiede dai 12 ai 13° alcolici, riesce a sciogliere la metà dei sali tartarici rispetto ad un altro liquido non alcolico. Al pH acido del vino l'acido tartarico è presente soprattutto come acido indissociato (TH<sub>2</sub>) e come bitartrato e (TH<sup>-</sup>) che può formare facilmente sali in presenza di cationi. Questo è vero soprattutto per l'acido tartarico in presenza di potassio (K<sup>+</sup>) uno ione presente in concentrazioni elevate nel vino. Il bitartrato di potassio, solubile in acqua, nel vino, soluzione idroalcolica, superate certe concentrazioni precipita. Precipitazione (tartarica) o flocculazioni (mannoproteine) sono da evitare in bottiglia (tollerabile solo in vini rossi importanti e invecchiati a lungo da decantare prima di essere consumati) ma possono avvenire durante l'imbottigliamento a causa di variazioni chimico-fisiche, soprattutto per cambi di temperatura.

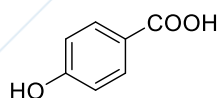
**10) Acidi fenolici: scrivere le principali strutture in forma di agliconi.**

Gli acidi fenolici sono molto importanti perché danno origine ai derivati fenolici (cumarine, stilbeni e flavonoidi), che sono i principali responsabili delle differenze tra vini bianchi e rossi, hanno proprietà sensoriali e cromogeniche ed hanno proprietà battericide/batteriostatiche.

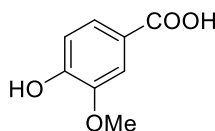
Gli acidi fenolici più importanti sono i derivati dell'acido benzoico e dell'acido cinnamico che sono presenti direttamente nell'uva normalmente legati a zuccheri con legami glucosidici che vengono idrolizzati a pH acidi, o esterificati con molecole contenenti gruppi OH che vengono idrolizzati a pH basici e trattamenti termici. Derivati dell'acido benzoico:



struttura generale

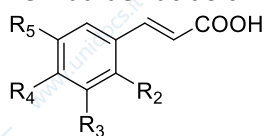


acido p-idrossibenzoico

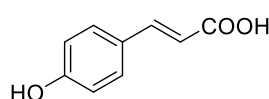


acido vanillico

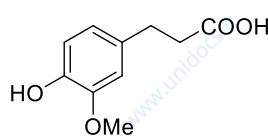
Derivati dell'acido cinnamico:



struttura generale



acido p-cumarico



acido ferulico

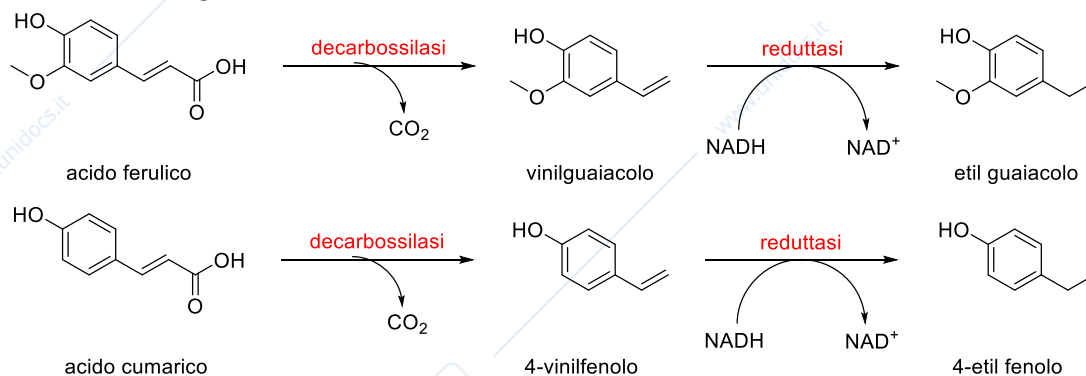
Gli acidi citati insieme ad altri formano la lignina

**Acidi benzoici**  
**Acidi cinnamici**

**Vini rossi**  
100-200 mg/L

**Vini bianchi**  
10-20 mg/L

Questi acidi sono più concentrati nei vini rossi per via della macerazione e invecchiamento in botte che rilascia lignina. La loro concentrazione dipende dalle tecniche e dai tempi di macerazione e invecchiamento e dalle botti utilizzate.

**11) Descrivere la seguente reazione**

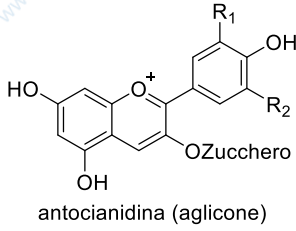
Gli acidi cinnamici non hanno particolari caratteristiche aromatiche ma possono essere i precursori di aromi generati dall'azione di lieviti del genere *Brettanomyces/Dekkera* su questi substrati.

*Saccharomyces cerevisiae* è noto per avere attività decarbossilasiche e non reduttasiche. L'attività decarbossilasica è fortemente inibita dalla presenza di tannini e quindi la produzione di vinilfenoli grazie all'azione di *S. cerevisiae* è caratteristica di vini bianchi

Alcuni ceppi di *Brettanomyces/Dekkera bruxellensis* (un lievito ritrovato in cantina, soprattutto in vini invecchiati in botti o *barrique*) sono in grado di catalizzare la trasformazione dell'acido ferulico e cumarico mediante decarbossilazione e successiva riduzione del doppio legame con formazione di etilfenoli dal caratteristico sentore di "cerotto" o "sella di cavallo".

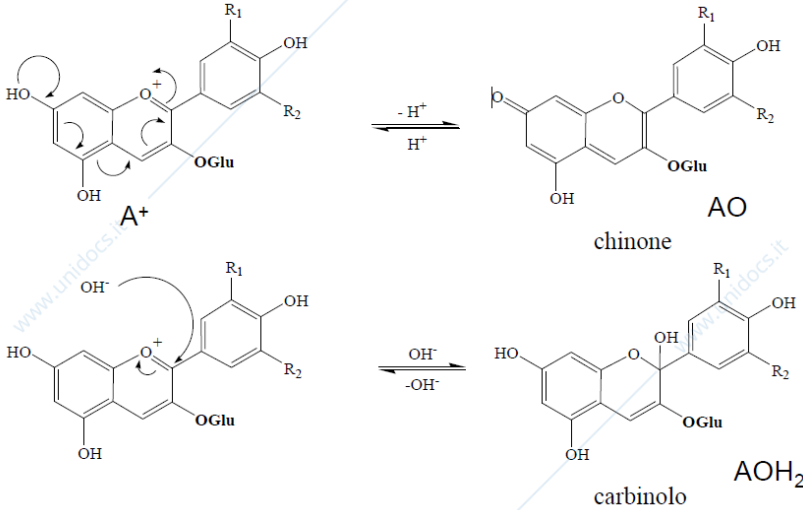
Conseguentemente, la presenza di vinilfenoli ed etilfenoli in vini rossi è spesso dovuta all'azione (in generale negativa) di *Brettanomyces/Dekkera bruxellensis*.

### 12) Evoluzione degli antociani in funzione del pH



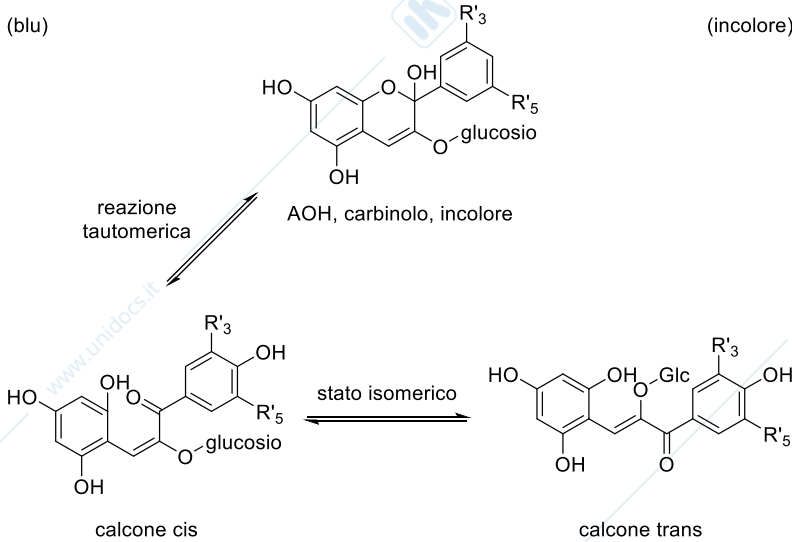
antociani: sono pigmenti rossi dell'uva caratterizzati da una coniugazione totale e costituiti da 2 anelli benzilici legati ad un etero ciclo ossigenato (con O carico +).

Se R1 ed R2: OMe malvidina, che nella forma monoglucosidica (Malvina) è la molecola più diffusa e varia dal 50 al 90% degli antociani totali nel vino.

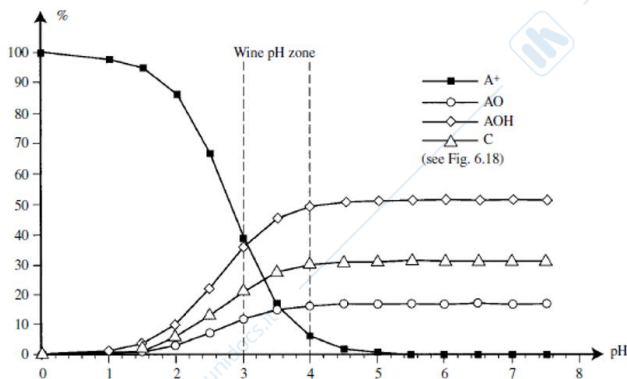


Gli antociani sono estremamente reattivi e possono dar luogo a forme blu (forma chinonica) o incolore (carbinoli).

La forma carbinolica generate per attacco dello ione idrossido in soluzione debolmente alcalina evolve verso forme calconiche più stabili:



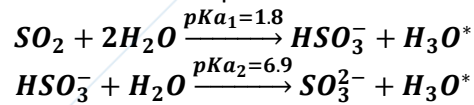
La reazione con il nucleofilo  $OH^-$  è analoga a quella ad altri nucleofili con carica negativa, come lo ione bisolfito, presente per il trattamento con solforosa.



Presenza delle diverse forme di antocianine in funzione del pH

### 13) Equilibri di SO<sub>2</sub> in acqua e reazioni dello ione bisolfito coinvolte nella modificazione di antociani

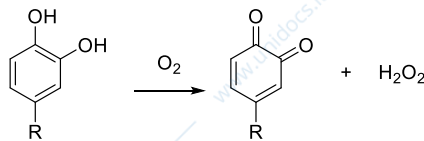
Il comportamento chimico della SO<sub>2</sub> in soluzione acquosa:



SO<sub>2</sub> e i suoi derivati (HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> e SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) in ambito enologico sono antisettici (uccidono molti microbi) e hanno potere antiossidante e antiossidasica.

- SO<sub>2</sub> ha un'attività molto più antimicrobica di HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> (interagisce con enzimi uccidendo ed indebolendo batteri, ciò avviene solo se SO<sub>2</sub> è in forma libera (SO<sub>2</sub> + HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>))
- *Saccaromyces cerevisiae* sopravvive a concentrazioni di SO<sub>2</sub> sufficienti a uccidere o inibire specie indesiderate
- I batteri malolattici risentono di SO<sub>2</sub> (difficoltà a crescere già a 25 ppm)
- HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> è più efficace nell'inibire enzimi dei batteri ma SO<sub>2</sub> penetra meglio la parete batterica
- SO<sub>2</sub> ha una seconda funzione: antiossidasica

Nel vino sono possibili reazioni di ossidazione dei fenoli a chinoni



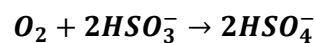
Gli ortoquinoni che si formano con queste ossidazioni hanno vari effetti indesiderati nel vino:

- Possono polimerizzare provocando imbrunimento del vino e dando uno sgradevole gusto e odore di ossidato
- Sono molecole ossidanti e possono dare ossidazioni degli antociani che comportano perdita di colore rosso
- Possono ossidare il glutatone abbassando la vita del vino
- Possono reagire con tioli aromatici riducendo e modificando l'aromaticità del vino

L'aggiunta di SO<sub>2</sub> riduce la concentrazione di O<sub>2</sub> nel vino, O<sub>2</sub> catalizza l'ossidazione dei fenoli

Inoltre HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> formatosi reagisce con l'enzima fenolo ossidasi dando la fenolo ossidasi sulfonata (inattiva), pertanto non avviene più l'ossidazione di fenoli a o-quinoni

Reazione complessiva:



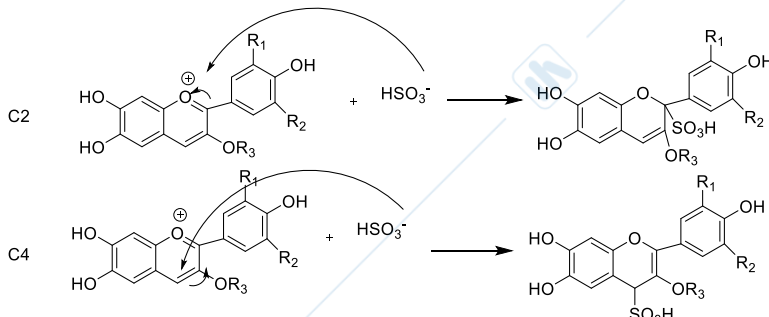
il pH influenza la dissociazione di SO<sub>2</sub> e quindi il pH influenza quale specie sarà più presente in soluzione:

- La concentrazione di HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> aumenta all'aumentare del pH
- La concentrazione di SO<sub>2</sub> diminuisce all'aumentare del pH

La pK<sub>a1</sub> è influenzata da temperatura e % alcolica:

- Aumenta all'aumentare della temperatura
- Aumenta all'aumentare della % alcolica

Il bisolfito reagisce facilmente con composti carbonilici, reagisce facilmente anche con antociani al C<sub>2</sub> o al C<sub>4</sub>:

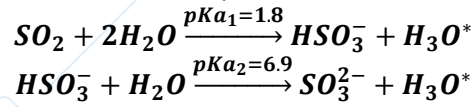


Entrambe le reazioni portano a un'interruzione della coniugazione della molecola e dunque ad una decolorazione. La molecola risultante è più stabile (sono neutre) ma non colorate.



### 17) Equilibri di SO<sub>2</sub> in acqua e reazioni dello ione bisolfito con molecole coinvolte nella fermentazione alcolica

Il comportamento chimico della SO<sub>2</sub> in soluzione acquosa:



SO<sub>2</sub> e i suoi derivati (HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> e SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) in ambito enologico sono antisettici (uccidono molti microbi) e hanno potere antiossidante e antiossidasica.

- SO<sub>2</sub> ha un'attività molto più antimicrobica di HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> (interagisce con enzimi uccidendo ed indebolendo batteri, ciò avviene solo se SO<sub>2</sub> è in forma libera (SO<sub>2</sub> + HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>))
- *Saccharomyces cerevisiae* sopravvive a concentrazioni di SO<sub>2</sub> sufficienti a uccidere o inibire specie indesiderate
- I batteri malolattici risentono di SO<sub>2</sub> (difficoltà a crescere già a 25 ppm)
- HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> è più efficace nell'inibire enzimi dei batteri ma SO<sub>2</sub> penetra meglio la parete batterica
- SO<sub>2</sub> ha una seconda funzione: antiossidasica

il pH influenza la dissociazione di SO<sub>2</sub> e quindi il pH influenza quale specie sarà più presente in soluzione:

- La concentrazione di HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> aumenta all'aumentare del pH
- La concentrazione di SO<sub>2</sub> diminuisce all'aumentare del pH

La pK<sub>a1</sub> è influenzata da temperatura e % alcolica:

- Aumenta all'aumentare della temperatura
- Aumenta all'aumentare della % alcolica

Nella cosiddetta II Fermentazione di Neuberg l'accumulo di glicerolo viene ottenuto aggiungendo sodio bisolfito a lievito durante la fermentazione e quindi causando la precipitazione dell'acetaldeide come sale (sali di Bertagnini):

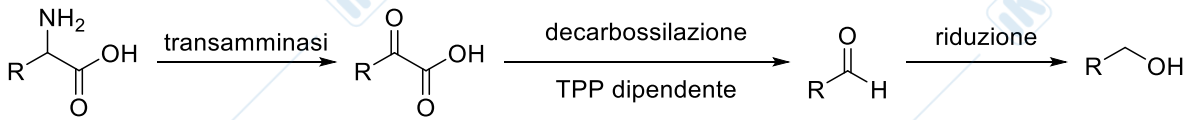


in questo modo il substrato organico che subisce l'azione riduttiva è il diidrossiacetone permettendo l'accumulo di glicerolo.

**18) Scrivere le reazioni coinvolte nella formazione degli alcoli superiori**

Hanno P.M. superiori a quello di etanolo (hanno almeno 3 atomi di carbonio). Hanno peculiari caratteristiche aromatiche (e sono molto importanti quando distillo etanolo sia per produrre distillati sia per vendere separatamente questi composti).

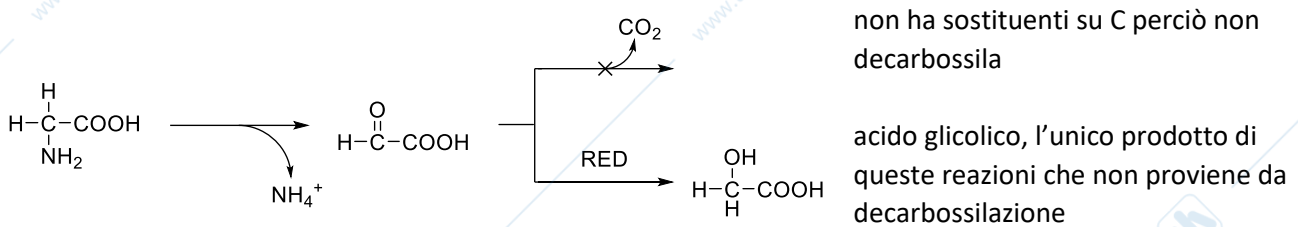
Generalmente provengono dalla trasformazione di amminoacidi che provengono dall'idrolisi delle proteine ad opera delle proteasi durante la fermentazione.



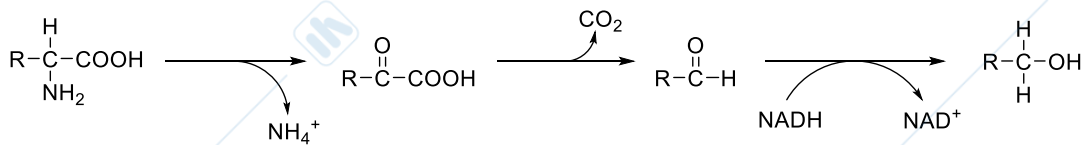
Le proteine possono essere quelle dell'uva, dei lieviti o di altri microrganismi.

In condizioni fermentative le reazioni sono spesso spostate verso la formazione di alcoli.

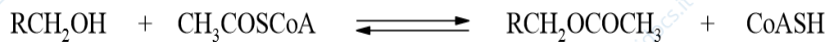
Partendo dagli amminoacidi, mediante reazioni di transamminazione si formano α-chetoacidi che evolvono spesso dando luogo a decarbossilazioni non ossidative che generano aldeidi, infine la riduzione porta alla formazione dei corrispondenti alcoli primari con 1 atomo di carbonio in meno (in questo modo genero alcoli superiori).



in generale:



nel vino gli alcoli possono reagire con Acetil-CoA adare esteri acetici e liberare CoASH poiché AcetilCoA è sempre presente come intermedio del ciclo di Krebs:

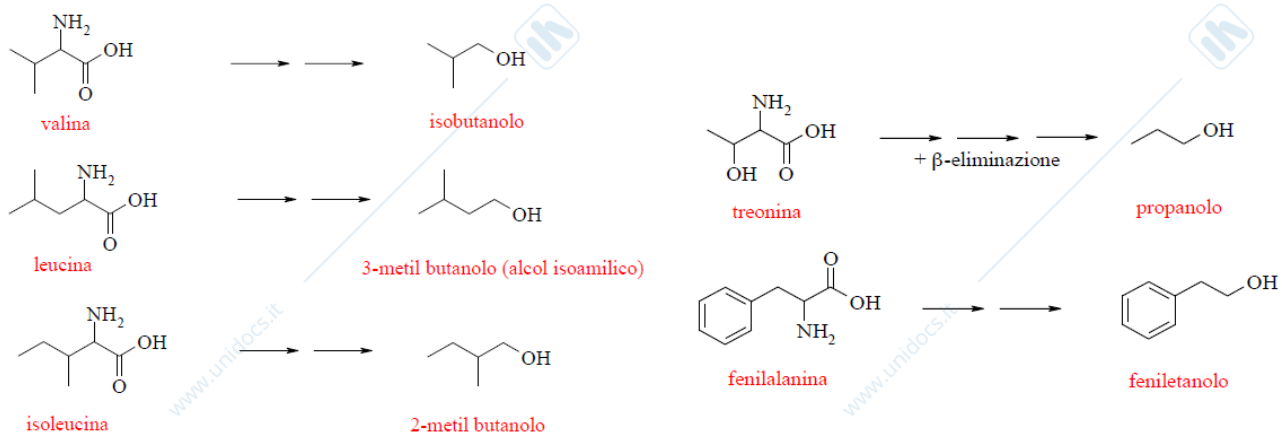


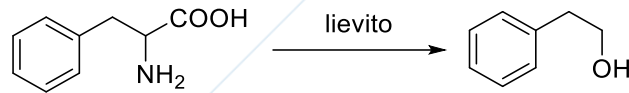
Gli esteri acetici che si formano hanno spiccati aromi fruttati:

- Fenilacetato: acqua di rose
- Esilacetato: pera williams

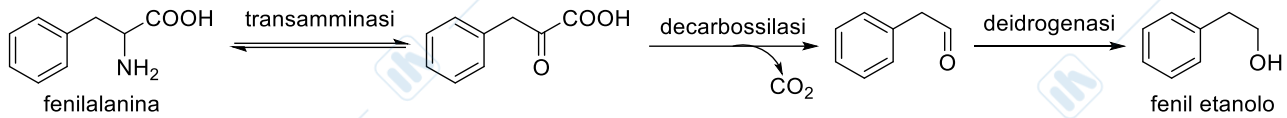
Tutti questi esteri sono molto importanti nei vini fruttati e vengono usati lieviti che favoriscono la produzione di tioli composti.

Questi lieviti possono rilasciare gli esteri o romperli tramite esterasi rilasciando alcoli corrispondenti e acido acetico (rottura C-O).



**19) Descrivere la seguente reazione:**

Descrizione: ?????

**20) Cosa si intende per aroma varietale?**

La totalità degli aromi che caratterizzano un vino può avere origini diverse:

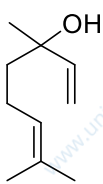
- Metabolismo vegetale dell'uva: dipende dal vitigno e dalle condizioni ambientali
- Fenomeni biochimici: dovuti alle attività enzimatiche che avvengono prima della fermentazione
- Processi di fermentazione che producono molecole aromatiche come sottoprodotti
- Modificazioni chimiche ed enzimatiche: avvengono durante la maturazione del vino, anche con eventuale rilascio di molecole dal legno delle botti

Si distingue spesso:

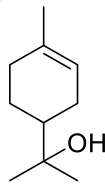
- Composti primari: detti anche varietali si intende un aroma caratteristico del vitigno, tipico dell'uva fresca, che quindi cambia da varietà a varietà di Vitis Vinifera; i più tipici composti varietali sono i terpeni.
- Composti secondari: si sprigionano durante i processi di vinificazione, in particolare al momento della pigiatura (prefermentativi) e durante le fermentazioni (fermentativi)
- Composti terziari: si generano durante la maturazione e l'invecchiamento, in relazione alle condizioni di conservazione che possono essere ossidanti (a contatto con aria) o riducenti (in assenza di aria)

**21) Che cosa è un terpenolo, un glicoside di un terpenolo e come si liberano gli agliconi dei terpenoli nel vino?**

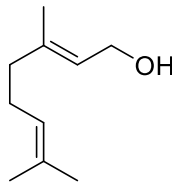
Un terpenolo è un alcol terpenico; nel vino ne sono stati ritrovati almeno 40 ed i più importanti sono:



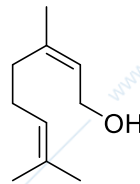
linalolo



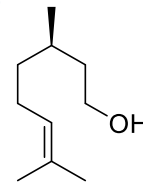
alfa-terpineolo



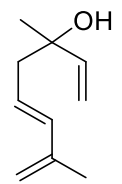
geraniolo



nerolo



citronellolo



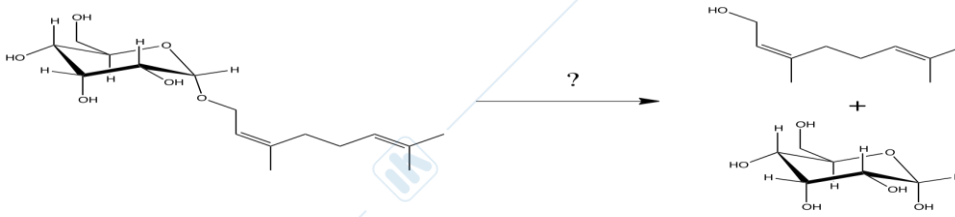
ho-trienolo

La maggior parte dei terpenoli sono presenti nell'uva in forma glicosidica con la partecipazione di diversi monosaccaridi: glucosio arabinosio ramnosio apiosio

Data la loro frequenza in vini moscati, la loro presenza viene associata al cosiddetto carattere moscato.

È la forma glicosidata del terpenolo; non sono volatili, sono più solubili in acqua e sono praticamente prive di caratteristiche aromatiche;

L'uva contiene glicosidasi che possono trasformare il terpenolo glicosidato nella forma agliconica aromatica.

**22) Descrivere e commentare la seguente reazione:**

Il prodotto più in alto è un alcol terpenico, ossia un terpenolo, nello specifico il geraniolo.

La maggior parte dei terpenoli sono presenti nell'uva in forma glicosidica con la partecipazione di diversi monosaccaridi: glucosio, arabinosio, ramnosio, apiosio.

La reazione qui sopra avviene con **glicosidasi** che sono contenute nell'uva e trasformano il terpenolo glicosidato nella forma agliconica aromatica, questi enzimi sono poco attivi nelle condizioni convenzionali di vinificazione perché:

- Attività ottimale di questi enzimi è a un pH più elevato di quello del vino
- Non sono in grado di agire su glicosidi di alcol terziari come linalolo
- L'alcol tende ad inibire questi enzimi

**23) Quali situazioni possono impedire l'azione di glicosidasi nel vino?**

L'uva contiene glicosidasi che possono trasformare il terpenolo glicosidato nella forma agliconica aromatica. Normalmente però questi enzimi sono poco attivi nelle condizioni convenzionali di vinificazione perché:

- L'attività ottimale di questi enzimi è a un pH più elevato di quello del vino
- Non sono in grado di agire su glicosidi di alcoli terziari come il linalolo
- L'alcol tende ad inibire questi enzimi

## 24) Possibili destini dello ione $Fe^{2+}$ nel vino

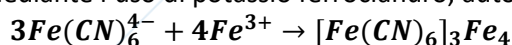
Il ferro è presente nel vino in entrambe le forme (ferrico,  $Fe^{3+}$ ; ferroso  $Fe^{2+}$ ) e la loro ossidoriduzione è spesso impedita dal fatto che sono impegnati nella formazione di complessi; l'aerazione del vino può aumentare la percentuale di  $Fe^{3+}$ .



Gli ioni  $Fe^{3+}$  formano sali poco solubili con l'acido fosforico soprattutto nei vini bianchi perché contengono meno tannini rispetto ai rossi (complessano il ferro e restano solubili), questi sali possono formare colloidi che per interazione con le proteine possono flocculare e/o precipitare (casse ferrica o casse bianca). Lo ione ferrico nei vini rossi può reagire con i polifenoli (tannini) dando luogo a complessi solubili che stabilizzano il colore; in molti vini novelli questo effetto porta a tipici colori violetti. Questo è il motivo per cui la casse ferrica tende a non avvenire in vini rossi anche se può avvenire in tempi lunghi e a basse temperature.

La casse ferrica può essere evitata impiegando diverse strategie:

1. Aumentando la quantità di complessi di  $Fe^{3+}$  solubili, come il citrato ferrico; l'acido citrico è autorizzato come additivo fino a 0.5 g/L
2. Diminuendo la quantità di  $Fe^{3+}$  riducendolo con acido ascorbico, autorizzato come additivo in concentrazioni intorno a 10 mg/L
3. Prevenendo la precipitazione grazie all'aggiunta di gomma arabica\* che agisce da colloidale protettivo; la gomma arabica è autorizzata come additivo in concentrazioni di 50-200 mg/L
4. Precipitando  $Fe^{3+}$  con ossigenazione forzata prima dell'imbottigliamento, questo metodo non è più usato perché provocava danni alle qualità sensoriali del vino
5. Eliminando  $Fe^{3+}$  in eccesso mediante l'uso di potassio ferrocianuro, autorizzato per vini bianchi e rosé



\* La gomma arabica è un polisaccaride (circa 106 Da) composto da galattosio, arabinosio ed acido glucuronico, di origine naturale essendo estratta dai rami di un'acacia

## 25) Casse rameica e come si può evitare?

Il rame è contenuto in quantità limitate nel vino (0.5-5 mg/L) venendo dall'uva e in parte dal solfato di rame utilizzato come antimuffa. Cu è presente come  $Cu^{2+}$  in vini areati, mentre in condizioni riducenti e mediante l'effetto ossidante di  $SO_2$  prevale  $Cu^+$ .

$Cu^{2+}$  in eccesso è eliminato durante la fermentazione in quanto forma  $CuS$ , sale insolubile che rimane nella feccia.

A concentrazioni vicine a 0,5-1 mg/L di  $Cu^{2+}$  sono possibili casse rameose o rameica, che a differenza di quella ferrica avviene dopo lunghi tempi di conservazione in assenza di aria ed in presenza di  $SO_2$  libera (T elevate ed esposizione alla luce favoriscono ulteriormente la cassa).

I depositi che si formano contengono rame metallico,  $CuS$  e proteine necessarie per la definitiva precipitazione, gli ioni  $Cu^{2+}$  formano ponti tra proteine con conseguente flocculazione.

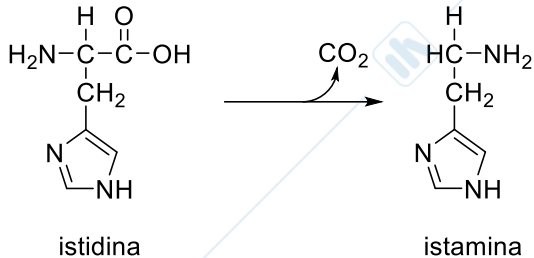
La casse rameica/ramosa è tipica di vini bianchi perché le proteine libere nei vini rossi sono in bassa concentrazione in quanto reagiscono con i polifenoli (tannini).

La casse rameica può essere evitata impiegando diverse strategie:

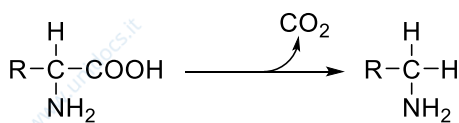
1. Trattando con bentonite (silicati idrati) che interagisce con proteine
2. Trattando con gomma arabica
3. Eliminando  $Cu^{2+}$  in eccesso mediante l'uso di potassio ferrocianuro
4. Riscaldando il vino in assenza d'aria per poi raffreddarlo per accelerare la precipitazione prima dell'imbottigliamento

## 26) Scrivere le reazioni coinvolte nella formazione di ammine biogene

Le ammine si formano per effetto di azioni enzimatiche di batteri lattici o lieviti contaminati (decarbossilazione degli amminoacidi). Le ammine hanno un impatto negativo sulle caratteristiche sensoriale e salutistico/nutrizionale; ad esempio l'istamina può dare reazioni allergiche e la sua concentrazione è normata a 10-15 µg/L.



Si formano per decarbossilazione di amminoacidi:

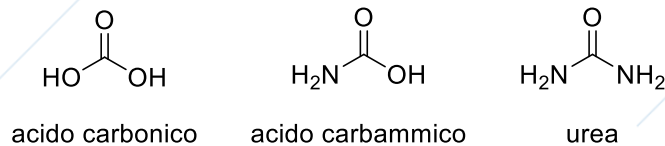


Ammine biogene possono derivare da o. oenii o da lieviti contaminati o batteri lattici. Seppur le concentrazioni sono nell'ordine di pochi mg/L, sono maggiori nei vini rossi poiché i vini bianchi non hanno subito la fermentazione malo-lattica (batteri lattici).

Per rimuoverle è efficace il trattamento con betonite, in quanto ha cariche negative che interagiscono con le cariche positive delle ammine al pH del vino permettendo l'adsorbimento.

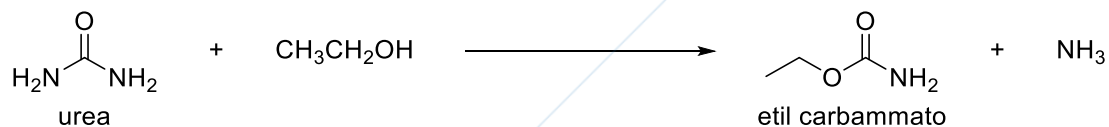
## 27) Che cos'è l'urea e quali prodotto cancerogeno può generare nel vino

L'urea è la diamide dell'acido carbonico, ed è la principale amide presente nel vino.



La concentrazione di urea nel vino è bassa (meno di 1 mg/l) e si forma per azione di microrganismi, è il precursore dell'etil carbammato, una molecola cancerogena tollerabile fino a 15 µg/L.

L'etil carbammato si forma nel vino per l'elevata concentrazione di etanolo che favorisce la formazione dell'estere.



L'OIV (Office international de la vigne et du vin) ha autorizzato l'uso di ureasi per ridurre la presenza di urea e quindi etil carbammato.

## 28) Casse proteica: cause, test e possibili soluzioni

Le proteine contenute nel mosto sono precipitate per interazione coi tannini, di conseguenza i vini rossi contengono solo tracce di proteine, mentre vini bianchi e rosé hanno quantità variabili di proteine fino a 200-350 mg/l. Le proteine sono causa di instabilità perché possono causare flocculazioni/precipitazioni; questo fenomeno è noto come "casse proteica". La casse proteica provoca intorbidamento in bottiglia, soprattutto quando le bottiglie sono mantenute a temperature elevate.

Le proteine termosensibili coinvolte nei fenomeni di casse proteiche provengono dal mosto e non sono assimilate dal lievito che non possiede proteasi capaci di attaccare queste proteine.

Le solubilità delle proteine in acqua dipende dalle interazioni dei gruppi funzionali con il solvente.

Le proteine hanno un punto isoelettrico (p.i.) che dipende dalla quantità relativa di gruppi ionizzabili al pH del vino (-COOH/-COO<sup>-</sup>; NH<sub>3</sub><sup>+</sup>/NH<sub>2</sub>). In una soluzione nella quale pH < p.i. (ovvero il caso più comune nel vino), i gruppi funzionali basici (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>/ NH<sub>2</sub>) sono dissociati rendendo la proteina complessivamente positiva; sono poche quelle cariche negativamente, una di queste è la laccasi da Botrytis cinerea.

Per questo motivo le proteine sono in larga maggioranza solubili in acqua a causa delle interazioni del solvente (l'acqua) con i gruppi funzionali polari/ionizzati delle proteine

Le proteine possono flocculare/precipitare quando prevalgono le interazioni proteina/proteina che causano la formazioni di un agglomerato di proteine. Questo può essere causato da un generico "reagente" capace di diminuire l'idratazione della proteina o da fenomeni di denaturazione in proteine termosensibili.

### Test di stabilità proteica

I principali saggi per valutare la stabilità proteica si basano su:

- 1) Riscaldamento del vino a 80°C per 30 minuti e osservazione della torbidità dopo raffreddamento
- 2) Aggiunta di tannini vegetali (0.5-2.0 g/L) che causano intorbidamento
- 3) Aggiunta di un reagente a base di acido fosfomolibdico che reagisce con le proteine causando intorbidamento e formazione di una colorazione blu (Bentotest). L'acido fosfomolibdico non reagisce specificamente con le proteine termosensibili e quindi questo test tende a sovrastimare il rischio di casse proteica
- 4) Aggiunta di acido tricloroacetico e riscaldamento, il conseguente raffreddamento provoca intorbidamento
- 5) Aggiunta di etanolo assoluto in volume uguale a quello del vino; il metodo non è molto affidabile perché flocculano/precipitano anche polisaccaridi

### Metodi di stabilizzazione contro la casse proteica

- 1) Bentonite: Le bentoniti sono silicati di alluminio idrati (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4SiO<sub>2</sub>.nH<sub>2</sub>O) che in acqua formano sospensioni colloidali con carica negativa; sono in grado di adsorbire le proteine cariche positivamente al pH del vino.
- 2) Ultrafiltrazione: Efficace ma richiede tecnologie speciali, inoltre rimuove altri polimeri importanti per il vino
- 3) Aggiunta di proteasi. La maggior parte sono inibite dall'etanolo

## 29) Perché i tannini proteggono dalla possibilità di precipitazione proteica?

I tannini sono molecole capaci di produrre interazioni stabili con polimeri presenti nel vino, come proteine e polisaccaridi.

In particolare, a basse concentrazioni proteiche (in bottiglia), i polifenoli(tannini) tendono ad interagire con tutto l'intorno proteico, in questo modo sono impedito le interazioni proteina-proteina e si formano aggregati di dimensioni limitate. Nel caso di concentrazioni proteiche elevate (mosto), si possono formare interazioni a ponte che formano aggregati di dimensioni elevate che possono precipitare. Di conseguenza, questi fenomeni sono strettamente in funzione delle concentrazioni relative di proteine e tannini.

Nei vini rossi, che contengono molti più tannini rispetto ai bianchi le proteine interagiscono con questi evitando fenomeni di casse proteica. La casse proteica viene evitata in vini rossi, ma possono esistere altri fenomeni di precipitazione dovuti alle interazioni polifenoli/proteine. I polifenoli possono interagire con la zona esterna di proteine diminuendone il carattere idrofilico e favorendo l'interazione tra questi aggregati piuttosto che l'idratazione delle proteine.