



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA  
DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI  
RISORSE NATURALI E AMBIENTE  
Corso di Laurea in Scienze Agrarie

TESI DI LAUREA

ILLIMPIDIMENTO PER FLOTTAZIONE DI MOSTI BIANCHI  
DI PROSECCO E FRIULANO  
CON L'IMPIEGO DI PROTEINA VEGETALE DA PATATA  
A CONFRONTO CON GELATINA ANIMALE

CLARIFICATION BY FLOTATION OF WHITE MUSTS  
OF PROSECCO AND FRIULANO  
USING PATATIN COMPARED TO ANIMAL GELATIN

Relatore: **Prof. Dott. Antonella Crapisi**

Correlatore: **Prof. Simone Vincenzi**

Laureanda: **Emanuela Ferrari**

ANNO ACCADEMICO 2013/2014



## INDICE

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | RIASSUNTO.....                                  | 5  |
| 2.     | ABSTRACT.....                                   | 6  |
| 3.     | INTRODUZIONE .....                              | 7  |
| 3.1.   | VINIFICAZIONE IN BIANCO .....                   | 7  |
| 3.2.   | TECNICHE DI ILLIMPIDIMENTO .....                | 17 |
| 3.2.1. | CENTRIFUGAZIONE.....                            | 18 |
| 3.2.2. | FILTRAZIONE.....                                | 20 |
| 3.2.3. | SEDIMENTAZIONE .....                            | 23 |
| 3.2.4. | FLOTTAZIONE .....                               | 25 |
| 3.3.   | CHIARIFICA DEI MOSTI .....                      | 29 |
| 3.4.   | CHIARIFICANTI A BASE DI PROTEINE VEGETALI ..... | 33 |
| 3.4.1. | PROTEINE DERIVATE DA PATATA.....                | 35 |
| 4.     | SCOPO DELLA TESI.....                           | 39 |
| 5.     | MATERIALI E METODI.....                         | 41 |
| 5.1.   | VITIGNI .....                                   | 41 |
| 5.2.   | VINIFICAZIONE ED ILLIMPIDIMENTO.....            | 43 |
| 5.3.   | MATERIALI.....                                  | 45 |
| 5.3.1. | MOSTI.....                                      | 45 |
| 5.3.2. | CHIARIFICANTI.....                              | 46 |
| 5.3.3. | FLOTTATORE.....                                 | 47 |
| 5.4.   | ANALISI SU MOSTI E VINI .....                   | 47 |
| 5.4.1. | ASSORBANZE .....                                | 48 |
| 5.4.2. | ANALISI DEI POLIFENOLI.....                     | 48 |
| 5.4.3. | STABILITA' PROTEICA .....                       | 48 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 5.4.4. | STABILITA' TARTARICA.....                           | 49 |
| 5.4.5. | SCHIUMABILITA' .....                                | 49 |
| 5.4.6. | ANALISI STATISTICA .....                            | 49 |
| 5.4.7. | ANALISI SENSORIALE .....                            | 50 |
| 6.     | RISULTATI E DISCUSSIONE .....                       | 53 |
| 6.1.   | ANALISI DEI MOSTI .....                             | 53 |
| 6.2.   | ANALISI DEI VINI A FINE FERMENTAZIONE.....          | 57 |
| 6.3.   | ANALISI DEI VINI A 7 GIORNI DAL PRIMO TRAVASO ..... | 60 |
| 6.4.   | SCHIUMABILITA' .....                                | 63 |
| 6.5.   | ANALISI SENSORIALE DEI VINI LIMPIDI.....            | 66 |
| 6.6.   | ANALISI DEGLI AROMI .....                           | 69 |
| 7.     | CONCLUSIONI .....                                   | 71 |
| 8.     | BIBLIOGRAFIA .....                                  | 73 |
|        | RINGRAZIAMENTI .....                                | 79 |

## 1. RIASSUNTO

L'illimpidimento dei mosti destinati alla produzione di vini bianchi è una tra le operazioni più importanti, poiché influenza in modo determinante l'andamento della successiva fermentazione e in definitiva la qualità del futuro vino.

L'ottenimento di mosti limpidi è possibile con diversi metodi, tra cui la flottazione. Essa è facilitata dal trattamento del mosto con enzimi pectolitici e con l'uso di chiarificanti con funzione aggregante, tra questi è molto usata la gelatina animale. Una crescente sensibilità del consumatore verso l'uso di sostanze di origine vegetale e prive di allergeni, ha spinto gli operatori del settore enologico a provare in cantina un estratto proteico ottenuto dalla patata (Vegecoll) recentemente autorizzato dai Regolamenti Europei.

Sono stati utilizzati due chiarificanti: patatina e gelatina animale, analizzando i vini ottenuti sotto l'aspetto analitico e sensoriale. Le differenze riscontrate sono state minime e spesso a favore della patatina. Quest'ultima si è quindi rilevata una valida alternativa ai classici chiarificanti di origine animale.

## 2. ABSTRACT

In white wine production, the must clarification is one of the most important operations, because it affects the progress of the following fermentation and the quality of the future wine.

Clear musts can be obtained using different methods, including the flotation. This process is improved by pectolytic enzymes to the must and using fining agents with aggregating function, such as animal gelatin. A growing awareness of the consumer on plant origin and allergen free agents has induced industry to offer a protein extract obtained from potato (Vegecoll) in wine making, recently approved by the European Regulations.

Patatin and gelatine were utilized, evaluating the obtained wines from the analytical and sensory point of view. The differences were minimal and often in favour of the patatin. This one has been assessed as a valid alternative to the common fining agents of animal origin.

### **3. INTRODUZIONE**

Il vino è definito come la bevanda risultante esclusivamente dalla fermentazione alcolica completa o parziale dell'uva fresca pigiata o del mosto di uva. E' sicuramente materia tra le più studiate, ma mantiene un'aleatorietà elevata. E', infatti, di tutta evidenza che, anche partendo dalla stessa uva, l'evoluzione del vino che se ne ottiene è influenzata da fattori fisici, chimici, tecnologici e biologici che possono portare a vini completamente diversi. La qualità della materia prima è importante, non si potrà mai ricavare un grande vino partendo da uve di scarsa qualità, ma ciò non è sufficiente a garantire un risultato ottimale. Quest'aspetto contribuisce al fascino di un prodotto, che come le opere d'arte, non è sempre riproducibile e di anno in anno mantiene la capacità di stupire.

La tecnologia di cantina è passata attraverso una fase empirica in cui le tecniche erano frutto di prove ed errori successivi e dove si lasciava molto al caso. Solo la nostalgia del passato e il desiderio di consumare prodotti naturali possono far rimpiangere le situazioni di cantina anche di qualche decina di anni fa: locali insalubri, vasi vinari in pessime condizioni, attrezzatura inadeguata erano la norma.

Non c'è dubbio che non vi sia mai stato un periodo in cui la qualità complessiva dei vini sia stata migliore del presente.

C'è sempre però la possibilità di migliorare e quest'affermazione è ancora più vera in una situazione competitiva in cui la nostra enologia si confronta con un mercato globalizzato. Attualmente le vendite di vino italiano nel mercato estero superano in valore quelle in Italia e le esportazioni sostengono un settore economico importante in termini di ricchezza prodotta.

#### **3.1. VINIFICAZIONE IN BIANCO**

Attualmente la stragrande maggioranza dei vini bianchi viene prodotta utilizzando la vinificazione "in bianco", in cui la fermentazione alcolica viene avviata sul solo mosto, non solo privato di bucce e vinaccioli, ma anche illimpidito con varie tecniche. Quest'ultime puntano a eliminare le particelle solide in sospensione, quali mucillagini, frammenti vegetali, residui di terra, ma anche i soluti indesiderati, responsabili di odori erbacei e sapori amari, che derivano dalla parziale macerazione che avviene nell'intervallo tra la raccolta e l'illimpidimento.

Nella vinificazione dei vini bianchi secchi sono le modalità delle operazioni prefermentative (vendemmia, pigiatura, eventuale macerazione, pressatura e illimpidimento), che determinano il passaggio nel mosto dei composti responsabili della qualità e dei difetti dell'uva. Le scelte importanti si fanno dunque in questa fase; in seguito, praticamente non è possibile effettuare correzioni o aggiustamenti. Quando la fermentazione alcolica è cominciata, il gusto di un vino bianco è potenzialmente determinato. In definitiva in un vino bianco la fase chiave è rappresentata dalle operazioni prefermentative (Ribéreau-Gayon P. et al., 2007).

Ciò che influisce maggiormente sullo "stile" del futuro vino, è la marcata azione di ossidazione del substrato nei confronti di polifenoli e lipidi; in queste reazioni l'ossidante principale è l'ossigeno stesso (Crapisi A. et al., 1995). Quest'ossidazione primaria può essere all'origine di successive reazioni non enzimatiche anche a carico di frazioni aromatiche.

In particolare si pone cura alle operazioni che precedono l'avvio di fermentazione, poiché sono determinanti per preservare gli aromi derivanti direttamente dalla bacca, detti aromi varietali.

L'aroma del vino è costituito da numerose sostanze, con concentrazioni variabili tra 0,1 g/l e 0.1 ng/l, comuni nella maggior parte dei vini, ma contenute in quantità e rapporti diversi. Si tratta di sostanze con soglie di percezione olfattiva molto diverse e che possono interagire tra di loro in maniera sinergica o soppressiva.

Per soglia di percezione olfattiva (S.P.O.) degli aromi, s'intende la concentrazione minima, a partire dalla quale, in un test triangolare, il 50% dei degustatori riconosce la presenza di una sostanza odorosa, senza che sia necessariamente capace di identificarne l'odore. Mentre la soglia di riconoscimento (S.R.) è quella di percezione e di identificazione di uno specifico composto odoroso. La soglia di preferenza (S.P.) è la concentrazione massima oltre la quale l'odore di un composto è giudicato negativamente.

Gli aromi dei vini sono convenzionalmente distinti in quattro categorie: aromi varietali, prefermentativi, fermentativi e postfermentativi.

**Aromi varietali:** derivanti direttamente dall'uva;

**aromi prefermentativi:** si sviluppano durante i processi tecnologici che implicano la rottura delle cellule della bacca, dando il via ad attività enzimatiche o da particolari tecnologie operanti prima della fermentazione alcolica, come ad esempio la macerazione carbonica per la produzione di vini novelli o l'appassimento delle uve in pianta o sui graticci;



**aromi fermentativi:** derivano dai processi metabolici secondari dei lieviti nella fermentazione alcolica o ad opera dei batteri malolattici nella fermentazione malolattica;

**aromi di post-fermentativi o evoluti:** si originano durante i processi di maturazione “elevatione” attraverso meccanismi enzimatici o fisico-chimici in legno o in bottiglia e contribuiscono a determinare il bouquet del vino (Crapisi A., 2002 , Versini G. et al., 1995).

In particolare tra gli aromi varietali, i composti solforati di tipo tiolico o mercaptani, sono, generalmente, considerati responsabili di difetti olfattivi. La loro importanza nella formazione dell'aroma di certi frutti è tuttavia ben nota. Ad esempio, certi tioli partecipano all'aroma caratteristico di frutti quali il ribes nero, il pompelmo, il frutto della passione e la guava. Recentemente diversi tioli molto odorosi sono stati identificati nei vini da uve Sauvignon. Questi possiedono aromi caratteristici con note erbacee fruttate, che ricordano il peperone verde, il bosso, la ginestra, il pompelmo, il frutto della passione. In particolare l'acetato di 3-mercaptoesan-1-olo possiede un aroma complesso di bosso, insieme a note di buccia di pompelmo e di frutto della passione. Nel corso della conservazione si idrolizza generando 3-mercaptoesan-1-olo (Tominaga et al., 1998).

## **VENDEMMIA**

Al fine di ottenere vini di pregio è importante individuare il momento ottimale della raccolta dell'uva e a tale proposito alcuni fattori vanno tenuti in grande considerazione.

Prima degli anni ottanta l'uva era retribuita solo in funzione del suo contenuto in zuccheri, in seguito si è incominciato a comprendere che quest'ultimo non è l'unico parametro da privilegiare al fine di produrre vini di qualità, ma che è importante ricercare un equilibrio nel rapporto tra la concentrazione in zuccheri e l'acidità fissa. Inoltre va considerata con estrema attenzione la complessità aromatica varietale, che solo un ottimale momento di raccolta e un adeguato stato sanitario delle uve possono garantire. La valutazione avviene tradizionalmente con un'analisi visiva. E' interessante la nuova metodologia basata sull'analisi fotografica digitale dei grappoli, sia in vigneto sia al momento della ricezione in cantina, utilizzando l'Analisi Visiva Quantitativa con il sistema “Qualiris” (Biondi Bartolini A. et al., 2012).

Molti vitigni bianchi sono particolarmente sensibili agli attacchi fungini, in particolare durante le annate piovose, da parte di *Botrytis cinerea* (Muffa grigia). Quest'ultima con la produzione della Laccasi, enzima polifenolossidasi che determina l'avvio di reazioni di ossidazione con

formazione di Chinoni, comporta nelle uve bianche un indebolimento degli aromi varietali, una maggiore instabilità degli aromi fermentativi e la comparsa di difetti olfattivi.

Vi è poi da considerare l'organizzazione pratica della vendemmia, che si differenzia nel caso della vendemmia manuale rispetto a quella meccanica. La prima è una delle operazioni con il maggior impiego di manodopera e la necessità di ottimizzare l'impiego di questo fattore produttivo può costringere ad anticipare o posticipare la raccolta rispetto al momento ottimale. La vendemmia manuale presenta alcuni vantaggi: è possibile una selezione in campo delle uve, con eliminazione accurata dei grappoli danneggiati e delle foglie, le uve possono essere inoltre maneggiate con maggiore delicatezza, riducendo gli ammostamenti. Per contro la gestione della manodopera ha costi elevati e problemi organizzativi.

Le moderne vendemmiatrici presentano numerosi miglioramenti rispetto a quelle di un passato recente e consentono la raccolta veloce di grandi quantità di uve sufficientemente pulite, riducendo così i tempi di contatto tra uve e mosto in condizioni incontrollate. E' inoltre possibile una tempestiva raccolta evitando così danni da precipitazioni.

Nelle aree di pianura del Friuli la raccolta meccanica è la modalità più applicata di vendemmia. In Italia la sua diffusione complessiva (30%) è invece notevolmente inferiore a quella di altri Paesi come Australia, Nuova Zelanda, Germania, Francia e U.S.A..

Il trasporto in cantina delle uve raccolte dovrebbe avvenire nel minor tempo possibile per evitare fenomeni ossidativi e la cessione incontrollata di sostanze tra parte solida e liquida (macerazione). La vendemmia delle uve bianche nelle nostre zone avviene spesso a temperature elevate, che aumentano tali problemi. E' possibile intervenire solfitando già sul carro vendemmia o addizionando neve carbonica (anidride carbonica allo stato solido) che riduce la temperatura e l'ossidazione.

In ogni caso è opportuno movimentare in maniera soffice la massa raccolta, per limitare la pigiatura per schiacciamento.

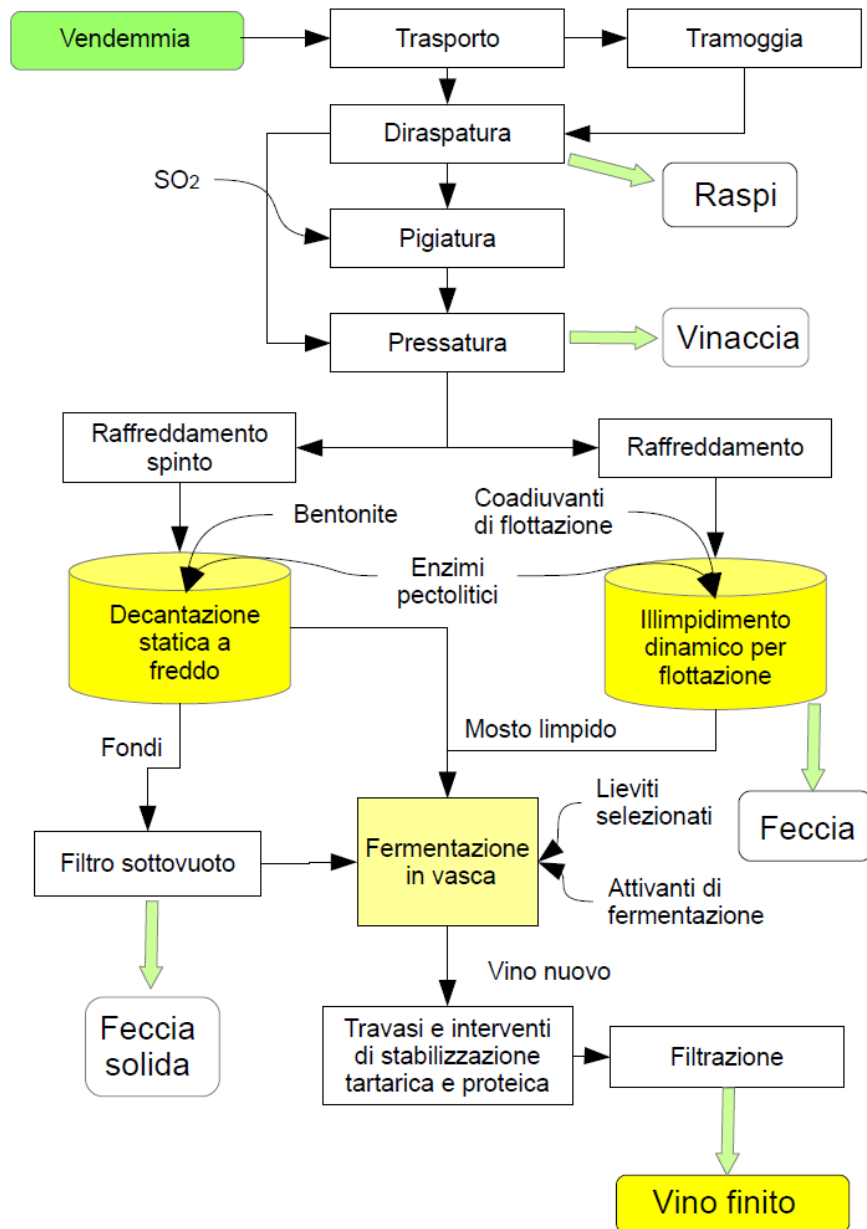


Diagramma di processo per la produzione di vini bianchi secchi.

### DIRASPATURA E PIGIATURA

L'uva giunta in cantina può essere scaricata in una tramoggia di accumulo o inviata direttamente alla diraspatrice-pigiatrice. Tale macchina, di cui esistono numerose tipologie, ha il compito di staccare gli acini dai grappoli interi vendemmiati a mano e di allontanare i raspi e le foglie. Il modello più diffuso consiste in un tamburo forato ad asse orizzontale, dotato all'interno di un albero recante una serie di palette rotanti, che spingono verso un'estremità le

parti grossolane, mentre gli acini passano attraverso i fori. Inferiormente al tamburo, rulli morbidi e regolabili spremono gli acini per facilitare la successiva estrazione del succo, senza schiacciare bucce e vinaccioli. Tale azione provocherebbe il rilascio di composti indesiderati e la formazione di eccessiva feccia.

## **PRESSATURA**

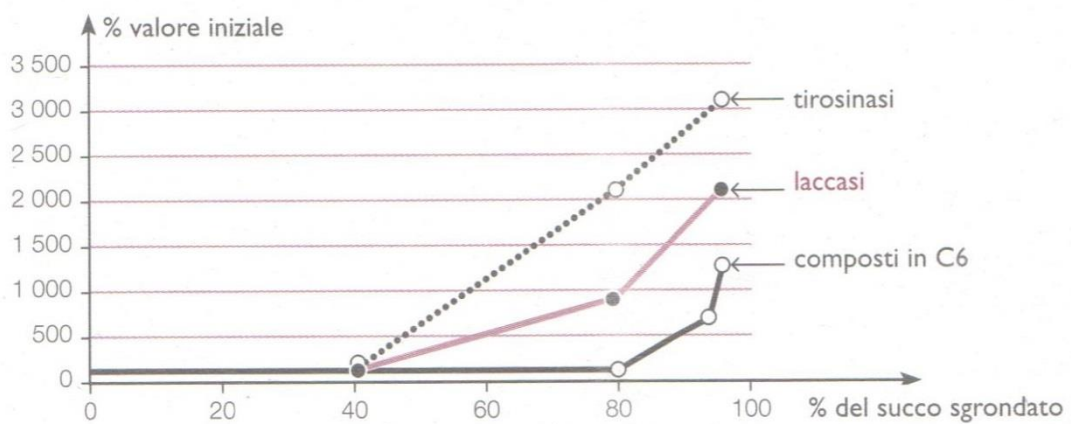
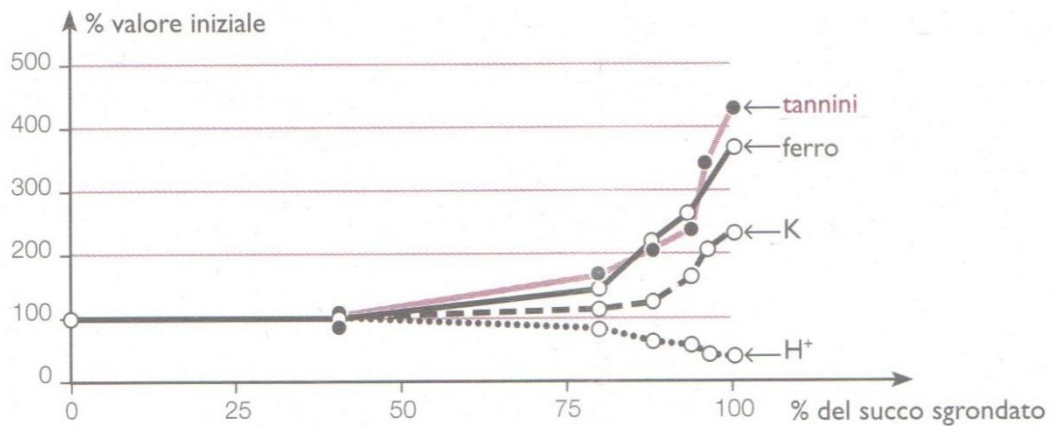
Con l'uso di una pompa a lobi, a vite o peristaltica il pigiato è trasferito alla pressa per la separazione del mosto. Esistono numerose tipologie di presse, sia a ciclo continuo, usate da grandi cantine, sia a ciclo discontinuo, adatte a realtà medio –piccole.

Al di fuori di qualche grande cantina cooperativa, le presse pneumatiche a ciclo discontinuo rappresentano in Friuli e nel Veneto la tipologia largamente prevalente. Si tratta di un cilindro cavo in acciaio inox ruotante su di un asse orizzontale, al cui interno si trova una membrana flessibile, che lo suddivide in due zone a volume variabile. In una è caricato il pigiato attraverso un'apertura laterale, dotata di sportello a tenuta, o una valvola di carico assiale. Una volta riempita la pressa, viene esercitata una pressione sull'altro lato della membrana mediante aria compressa, spingendo il pigiato contro una griglia che consente solamente il passaggio del mosto. L'operazione è ripetuta più volte aumentando progressivamente la pressione, alternando una fase di rotazione a telo retracts, che rimescola la vinaccia progressivamente più asciutta. Terminata la fase di estrazione, bucce e vinaccioli sono scaricati attraverso un apposito sportello.

Esistono alcune varianti di pressa, tra cui un tipo a membrana centrale con scarico lungo tutto il perimetro del cilindro e un modello in cui non è esercitata una pressione sulla membrana, ma una depressione dal lato della griglia di estrazione. Quest'ultima tipologia consente di sgrondare in continuo durante la fase di carico, migliorando la capacità di lavoro e consentendo, se opportuno, di operare in atmosfera controllata.

E' possibile programmare la pressione massima di spremitura e la progressione della stessa, inoltre si può procedere a una separazione del mosto di sgrondo ottenuto a pressione minima, da quello successivo. Durante l'estrazione vi è, infatti, una certa stabilità nella maggior parte dei componenti fino al 70-80% del succo totale. Oltre si nota un aumento, spesso molto rapido e consistente, di numerosi composti diversi tra loro come il potassio, il calcio, il ferro, e del pH; ma anche delle ossidasi (tirosinasi e laccasi), i composti erbacei in C6 e i terpeni. L'acidità

fissa diminuisce nella fase finale della pressatura e così pure il contenuto zuccherino.



Evoluzione della composizione dei mosti in occasione della pressatura.

Appare chiaramente che l'ultimo 10-20% dei mosti bianchi è ricco in elementi inutili o negativi (Blouin J. et E. Peynaud, 2008).

## SOLFITAZIONE

Il diossido di zolfo è un composto chimico intimamente legato alla pratica di cantina già dall'inizio dell'enologia moderna. Tale uso è dovuto alle sue numerose proprietà, prima tra tutte la sua capacità antisettica particolarmente efficace su lieviti contaminanti e batteri acetici. Esplica inoltre un'azione selettiva a favore dei lieviti maggiormente attivi nella fermentazione alcolica. La sua attività antiossidante nel vino si manifesta con la capacità di combinarsi con l'ossigeno disciolto, proteggendo i composti fenolici e alcune sostanze aromatiche; nel mosto tale azione ha un'importanza minore poiché lenta, mentre assume una

notevole importanza l'attività anti ossidasica con l'inibizione istantanea degli enzimi ossidasici (tirosinasi e laccasi), proteggendo così i mosti prima della fermentazione.

Combinando le aldeidi, in particolare l'etanal, presente in tutti i vini, elimina il carattere di "svanito" tipico dei vini ossidati. Attenua gli aromi sgradevoli provenienti da uve ammuffite e ha un effetto protettivo su aromi sensibili all'ossidazione, come ad esempio nel caso del Sauvignon.

Nei vini rossi ha un'importante azione nella necrosi delle pareti cellulari, in particolare della buccia, con la conseguente dissoluzione nel mosto di antociani, tannini e aromi.

Va ricordato che, anche in assenza di aggiunte, una quantità normalmente minima di SO<sub>2</sub> è prodotta durante la fermentazione alcolica. In particolari situazioni tale quantità può essere notevole (Blouin J. et E. Peynaud, 2008).

L'eccesso di SO<sub>2</sub> ha effetti negativi, sia sulle caratteristiche organolettiche, che sulla salubrità del vino, con conseguenze dirette sul consumatore. Vi sono quindi livelli massimi ammissibili prescritti dalle varie legislazioni. In Europa il Regolamento UE 606/2009 prescrive che la quantità totale deve essere inferiore a 150mg/l nei vini secchi rossi e 200 mg/l per i vini bianchi e rosati.

In vinificazione la quantità di base da aggiungere è in genere 5 g/hl di SO<sub>2</sub> (50mg/l), da apportare quanto prima possibile, almeno in parte, con la possibilità di aggiustare la quantità dopo la pressatura, previa analisi. Ulteriori aggiunte vengono eseguite alla fine della fermentazione e durante le successive fasi di affinamento del vino fino all'imbottigliamento.

## **ENZIMAGGIO**

Nella vinificazione dei vini bianchi, l'aggiunta di enzimi ha due funzioni principali: miglioramento dell'estrazione e facilitazione della chiarifica del mosto. Con l'aggiunta durante la fase di pigiatura, si migliora la quantità di mosto ottenibile a bassa pressione, con un aumento che può raggiungere l'11%, migliorando anche la qualità con l'estrazione di significative frazioni aromatiche, mentre con l'apporto dopo la pressatura si diminuisce la viscosità del mosto facilitando l'illimpimento per sedimentazione o per flottazione (Canal-Llaubères R.M., 2010)

I preparati commerciali sono ottenute da fermentazioni di colture di ceppi selezionati di *Aspergillus niger* per le pectinasi e di *Trichoderma harzianum* per le glucanasi. Vengono utilizzati a dosi tra 0.5 e 3-5 g/hl per una durata d'incubazione di 2-10 ore.

Le attività enzimatiche coinvolte nel processo di chiarifica dei mosti comprendono le poligalatturonasi, delle pectiniasi, delle pectin- metil-esterasi e, in misura minore, quelle delle arabinasi, delle galattasi, delle ramnogalatturonasi, delle cellulasi, delle emicellulasi e delle  $\beta$ -glucanasi se i mosti provengono da uve bottrizzate (OIV-Oeno Ris. 498/2013).

Mentre la Beta-glucanasi esogena agisce durante l'affinamento su fecce fini con l'estrazione di mannoproteine e la conseguente valorizzazione del potenziale aromatico (Guerrand D. e B. Scotti, 2002).

### **CONTROLLO DELLA TEMPERATURA**

La vendemmia delle uve destinate alla produzione di vini bianchi ha inizio in un periodo dell'anno in cui la temperatura può essere assai elevata, anche oltre i trenta gradi centigradi. Un'elevata temperatura favorisce i fenomeni ossidativi ed enzimatici e l'avvio di fermentazioni indesiderate. Si può ovviare a questi inconvenienti con la vendemmia durante le ore più fresche del giorno o della notte o con l'uso di neve carbonica direttamente sui carri di trasporto. In ogni caso all'uscita della pressa è opportuno il passaggio in uno scambiatore di calore, che riduca la temperatura al valore desiderato. Nel caso si opti per una decantazione statica, si può ridurre la temperatura a valori di 10-12°C, o anche inferiori, mentre nel caso si proceda alla flottazione la temperatura può essere superiore (17-18°C) con un notevole risparmio energetico. In questo caso è facilitato anche l'avvio della fermentazione.

### **ILLIMPIDIMENTO**

Il mosto ottenuto dalla pressa contiene in sospensione una serie di sostanze solide derivanti da residui terrosi, frammenti vegetali e di polpa, residui di fitofarmaci non solubili e macromolecole in soluzione colloidale, come sostanze pectiche dell'uva o  $\beta$ -glucani prodotti da *Botrytis cinerea*. Si è osservato che la riduzione di queste componenti migliora la qualità del vino ottenuto. E' quindi di uso corrente procedere all'illimpimento fino a un livello inferiore a 250 NTU, senza spingersi comunque al di sotto di 50 NTU, poiché un livello eccessivo ha effetti potenzialmente negativi sull'avvio e mantenimento della fermentazione alcolica.

Il miglioramento delle caratteristiche dei vini bianchi secchi derivati da mosti limpidi è dovuto alla diminuzione dei sapori erbacei, amari e degli aromi pesanti, e dei composti fenolici suscettibili di ossidazione. Risultano quindi più chiari, resistenti all'ossidazione e con aromi fruttati e puliti. Tale aspetto è noto da oltre cinquanta anni (Crowell E.A e J. F. Guymon, 1963).

Lasciando indisturbato il mosto per alcune ore, in presenza degli enzimi già introdotti prima della pressatura o aggiunti in vasca, si assiste alla separazione di una frazione relativamente limpida superiore e di una inferiore di aspetto più denso e colorato. Si può quindi procedere alla separazione delle due fasi, fino a ottenere il livello di torbidità desiderato. I fondi possono essere sottoposti a filtrazione, comunemente usando filtri sotto vuoto a perlite, ottenendo un mosto limpido e di buona qualità, a condizione di procedere velocemente e a basse temperature.

In alternativa si possono separare le fasi utilizzando metodi dinamici come la centrifugazione, la filtrazione o la flottazione. Quest'ultimo processo utilizza l'immissione nel mosto torbido di gas: aria purificata o ossigeno, se si desidera procedere a un'ossigenazione del mosto, o azoto in caso contrario. Le micro bolle aderiscono alle particelle in sospensione trascinandole verso l'alto. In questo caso il prelievo del mosto limpido avviene dal basso e nella vasca rimane la frazione surnatante. Quest'ultima può essere sottoposta a filtrazione o destinata alla distillazione.

## **FERMENTAZIONE**

Il mosto illimpidito presenta una ridotta quantità di lieviti e di potenziali nutrienti in grado di sostenere la fermentazione alcolica, quali acidi grassi insaturi a lunga catena e composti azotati. E' quindi indispensabile aggiungere lieviti selezionati e attivanti di fermentazione.

Negli ultimi vent'anni le aziende specializzate hanno immesso nel mercato enologico un'ampia gamma di lieviti adatti a gestire la fermentazione alcolica. Questi ultimi sono stati selezionati in funzione della tipologia di vino da ottenere, della diversa attitudine a sviluppare componenti aromatiche, della loro capacità di produrre ridotte quantità di SO<sub>2</sub> e della resistenza a elevate concentrazioni di etanolo.

I lieviti selezionati vanno idratati alla temperatura di circa 35 °C per un tempo di circa 20 minuti. Successivamente si procede all'aggiunta di piccole quantità di mosto. Una volta avviata la fermentazione, normalmente nel giro di una ventina di minuti, si unisce alla massa



omogeneizzando con un rimontaggio. Vanno evitati sbalzi eccessivi di temperatura. La quantità di lieviti da usare è indicativamente di 20 g/hl.

Gli attivanti di fermentazione sono di vari tipi e costi. I più semplici apportano composti azotati e tiamina, i più costosi anche pareti cellulare di lieviti, che svolgono un'azione adsorbente dei metaboliti dannosi, prodotti dai lieviti durante la fermentazione.

Assai importante è il controllo della temperatura, che per i vini bianchi viene comunemente mantenuta attorno ai 18 °C. Tale temperatura consente una buona attività dei lieviti, la conservazione dei composti aromatici e perdite ridotte di etanolo. Particolare attenzione va dedicata anche al mantenimento di un ambiente sufficientemente dotato di ossigeno, intervenendo con rimontaggi o micro-ossigenazioni in caso di condizioni di riduzione. Durante la fermentazione si procede tempestivamente, se necessario, all'aumento del grado alcolico mediante aggiunta di mosto concentrato rettificato.

La durata della fermentazione varia in funzione del contenuto in zuccheri, della temperatura e delle caratteristiche del mosto. Va attentamente controllata, tramite analisi, la diminuzione della massa volumica e l'esaurimento regolare degli zuccheri. Indicativamente dopo 10- 15 giorni si assiste a una diminuzione della formazione di anidride carbonica e successivamente all'arresto dei movimenti convettivi nella massa, con illimpidimento della parte superiore. Può essere utile in questa fase procedere a un raffreddamento.

Si procede quindi al travaso del vino, allontanando la feccia di fondo, in gran parte costituita da lieviti esausti e tartrati. In questa fase si procede all'aggiunta di SO<sub>2</sub>, che abbinata alla diminuzione di temperatura inibisce l'avvio della fermentazione malo-lattica, normalmente non desiderata nei vini bianchi secchi.

### **3.2. TECNICHE DI ILLIMPIDIMENTO**

Visto l'argomento di questo lavoro, è opportuno approfondire le tecniche che consentono di ottenere mosti destinati alla produzione di vini bianchi e rosati, con un grado di torbidità opportunamente ridotto. Le tipologie di trattamento sono le più diverse secondo le quantità da trattare, del risultato che si desidera ottenere e dell'organizzazione della cantina.

Ogni tecnologia presenta pregi e difetti. Non trascurabile è inoltre l'aspetto economico: attrezzature perfette dal punto tecnico, presentano costi non sostenibili da molte aziende.

Riportiamo di seguito i metodi più comuni, partendo da quelli in uso nelle cantine più grandi.

### 3.2.1. CENTRIFUGAZIONE

Nelle cantine che lavorano grosse quantità di mosto, si utilizzano attrezzature in grado di operare in continuo, sfruttando l'effetto dell'accelerazione centrifuga.

La legge di Stokes, che descrive il movimento di una particella sferica all'interno di un fluido di diversa densità, descrive la velocità di allontanamento dall'asse di rotazione come:

$$v_c = \frac{D^2 (\rho_s - \rho_l)}{18 \mu} \left( \frac{2\pi n}{60} \right)^2 r$$

In cui:

$v_c$  : velocità di sedimentazione centrifuga (m/s)

$D$  : diametro particella sferica (m)

$\rho_s$  : peso volumico della particella in sospensione ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$\rho_l$  : peso volumico del fluido ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$\mu$ : viscosità dinamica del fluido (Pa·s)

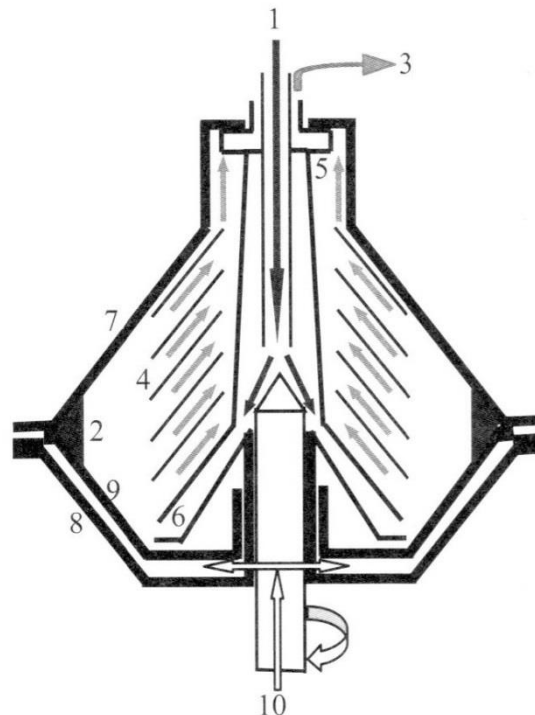
$n$ : rotazione (giri/min)

$r$ : raggio della centrifuga (cm)

Aumentando la rotazione, la velocità di sedimentazione delle particelle aumenta moltissimo consentendo una veloce separazione.

Tra le attrezzature di questo tipo troviamo le **centrifughe**, costituite da un contenitore a forma di doppio cono contrapposto, che viene fatto ruotare sul proprio asse verticale da un motore a velocità sostenuta (5.000-7.500 giri/m). Il mosto è immesso al centro del tamburo attraverso un tubo di alimentazione e, grazie alla forza centrifuga, le particelle in sospensione nel liquido vengono depositate sulle pareti interne di una serie di dischi tronco conici concentrici con la base rivolta verso il basso. Scorrendo sulla faccia interna del singolo disco, le particelle confluiscono nella zona perimetrale da cui sono eliminate in modo discontinuo automatico, agendo su un pistone che normalmente mantiene chiusa la camera. Nella parte centrale della macchina rimane il liquido limpido e privo di sostanze solide, che è forzato a uscire dalla pressione di alimentazione.

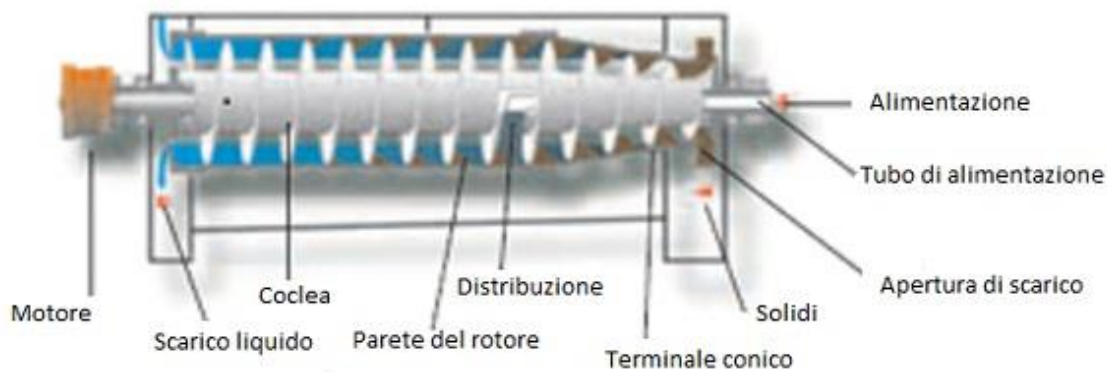
La centrifugazione elimina quasi completamente le particelle sufficientemente grandi; può rimanere una scarsa quantità di particelle e di colloidali (Blouin J. et E. Peynaud, 2008).



**Centrifuga a dischi:** 1-Introduzione mosto torbido, 2-Camera dei fanghi, 3-Uscita limpido, 4-Dischi, 5- Pompa centripeta, 6-Disco distributore, 7-Parete conica superiore, 8- Parete conica inferiore, 9- Pistone, 10-Ingresso liquido di manovra, la cui pressione tiene sollevato il pistone e quindi chiusa la camera dei fanghi (Friso D.,2013).

Una variante alla centrifuga classica sono i separatori centrifughi ad asse orizzontale o **decanter**. La separazione avviene in un cilindro orizzontale equipaggiato con una coclea. Il prodotto è alimentato attraverso un tubo di carico stazionario e progressivamente accelerato da un rotore d'immissione. La forza centrifuga spinge la frazione solida contro la parete del cilindro. La coclea ruota nella stessa direzione del cilindro, ma a una maggiore velocità, spingendo così i sedimenti verso l'estremità conica. Il disegno dell'insieme fa sì che la pressione interna faciliti lo scarico dei solidi tramite una stretta apertura. Solo la frazione più asciutta lascia l'apparecchio e viene lanciata in un coperchio da cui poi cade. La separazione ha luogo lungo l'intera lunghezza del cilindro e il mosto illimpidito esce attraverso apposite aperture registrabili ([www. Alfa Laval.com](http://www. Alfa Laval.com)).

La versatilità di quest' attrezzatura è tale che può essere utilizzata anche per la separazione diretta del mosto chiarificato dal pigiato, senza passaggi intermedi.



**Decanter:** schema di funzionamento (Alfa Laval.com)

### 3.2.2. FILTRAZIONE

La filtrazione è un processo che ha notevoli applicazioni in enologia. Si basa sul principio di forzare il prodotto da filtrare attraverso una superficie porosa, utilizzando una differenza di pressione. La superficie filtrante, che può essere di diversa natura e caratteristiche, trattiene le particelle in sospensione e lascia passare il filtrato. Si distinguono filtri frontali in cui il torbido è costretto a passare perpendicolarmente attraverso lo strato filtrante e filtri tangenziali in cui il flusso scorre parallelamente a esso.

Per quanto riguarda la filtrazione dei mosti sono di uso corrente le seguenti tipologie.

#### FILTRI PRESSA

Il mosto è pompato in un'apparecchiatura costituita da una serie di piatti opportunamente forati, alternati a strati filtranti in nylon o polipropilene, mantenuti a stretto contatto da una pressa a vite o idraulica. La filtrazione procede con un progressivo intasamento degli strati e un conseguente aumento della pressione e diminuzione della portata. Giunti a una pressione limite è necessario interrompere il processo e procedere al lavaggio degli strati filtranti.

Il flusso istantaneo limitato (0.5-4 hl/ora/mq) li rende adatti al trattamento di liquidi molto fecciosi. I singoli elementi variano in dimensione tra 40x40 e 150x150cm, con superfici totali fino a 500 mq. Dovendo garantire il funzionamento durante le operazioni di pulizia può essere utile disporre di più filtri da alternare nell'uso.



**Filtro pressa** con tele gommate in polipropilene 630x630 mm.

#### **FILTRI ROTATIVI IN DEPRESSIONE**

Per la filtrazione di mosti e di fondi, anche molto densi, si possono utilizzare questi filtri costituiti da un tamburo cavo, rotante su un asse orizzontale, rivestito da una maglia metallica finissima e parzialmente immerso in una vasca.

Quest'ultima viene riempita, all'inizio del ciclo, con una sospensione in acqua di perlite (roccia vulcanica costituita da silice e allumina, espansa e macinata) di granulometria leggermente superiore alla rete metallica. All'interno del cilindro si crea una depressione con una pompa a vuoto, così che la sospensione aderisca al tamburo. Progressivamente si pone in circolo nuovamente la sospensione, aggiungendo ulteriore materiale filtrante, creando così uno strato di alcuni centimetri di perlite. Si avvicina a questo punto al tamburo una lama affilata tangenziale e si tornisce lo strato rendendolo perfettamente cilindrico. Eliminata l'acqua, s'inizia a far affluire il mosto da filtrare nella vasca, regolandone l'altezza in modo che il cilindro rotante sia più o meno immerso. Nella fase d'immersione il mosto attraversa lo strato filtrante depositando la parte più densa sulla superficie. Questo strato è asciugato durante la fase in emersione e asportato dalla lama, che ad ogni giro si avvicina all'asse di rotazione scoprendo uno strato pulito di filtrante.

Una pompa preleva dall'interno del cilindro il filtrato, che risulta sempre molto limpido. La capacità di filtrazione è buona, ma richiede un'accurata preparazione del pannello filtrante e un'attenta gestione dell'intero processo, i cui parametri sono difficilmente prevedibili.



Filtro rotativo a depressione con miscelatore.

### **FILTRI TANGENZIALI**

I filtri tangenziali sono costituiti da una serie di membrane tubolari disponibili in varie porosità, che vengono lambite dal flusso del mosto da filtrare; parte del liquido attraversa le membrane mentre le particelle solide proseguono nel flusso e vengono rimesse in circolo. In questo modo si evita il colmataggio del filtro. Questi filtri sono di uso universale in quanto, variando il materiale e la porosità della membrana, si possono adattare a molteplici usi. In enologia vengono usati soprattutto tuboli in materiali ceramici o organici (polipropilene, polisulfone). Di recente sono stati introdotti i filtri tangenziali a flusso incrociato, in cui le membrane hanno forma di dischi cavi montati in serie attorno ad un tubo centrale e vengono fatte ruotare velocemente, mantenendole pulite.

Il processo è anche utilizzabile per la pulizia dei mosti ottenuti da vinificazione in bianco. In ogni caso, pur considerando l'efficacia del trattamento, si deve tener presente che una filtrazione troppo energica può impoverire i mosti, che potrebbero avere difficoltà in fase di avvio della fermentazione. In ogni caso, il corretto impiego della filtrazione tangenziale non influisce sul mantenimento e sull'integrità del profilo organolettico dei vini (Sequino S., 2014).

Durante il ciclo di funzionamento, che può durare anche diversi giorni, il sistema gestisce in automatico i vari parametri e può momentaneamente invertire il flusso per liberare la superficie da iniziali intasamenti. Periodicamente è necessario interrompere il ciclo di funzionamento e provvedere a una fase di lavaggio e rigenerazione delle membrane. Uno dei

vantaggi di questa tecnologia è l'assenza di materiale filtrante, con i conseguenti costi di acquisto e smaltimento.



**Filtro tangenziale.**

### **3.2.3. SEDIMENTAZIONE**

Si tratta del metodo più tradizionale. Il mosto ottenuto dalla pressatura è stoccato in una vasca, dove avviene la separazione delle varie componenti sulla base del loro peso volumico. Il fenomeno è descritto dalla Legge di Stokes, che presuppone che lo strato limite sia laminare, la particella sferica e la sospensione sufficientemente diluita. La velocità di movimento di una particella è:

$$v = \frac{D^2(\rho_s - \rho_l)g}{18\mu}$$

In cui

$v$  : velocità di sedimentazione (m/s)

$D$  : diametro particella sferica (m)

$\rho_s$  : peso volumico della particella in sospensione ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho_l$  : peso volumico del fluido ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )  
g : accelerazione di gravità ( $\text{m}/\text{s}^2$ )  
 $\mu$ : viscosità dinamica del fluido ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ).

Dalla legge si ricava che la velocità di sedimentazione aumenta con il quadrato del diametro delle particelle e con la differenza di peso volumico, mentre diminuisce con la viscosità. Qualora le particelle sospese siano meno dense del fluido, si avrà una velocità negativa, ovvero un affioramento.

La decantazione statica consiste nel riempimento di un serbatoio con il mosto torbido, lasciandolo indisturbato per un periodo sufficiente affinché gran parte delle particelle in sospensione raggiungano il fondo. Il tempo richiesto può variare tra 6 e 48 ore ed è limitato dal rischio di avvio di fermentazione e dalla disponibilità di sufficiente volume di stoccaggio.

Il mosto illimpidito è prelevato dall'alto con una pompa fino a raggiungere la frazione di fondo. L'operazione si arresta al raggiungimento della torbidità desiderata. I fondi vengono invece allontanati e possono essere filtrati, recuperando una frazione significativa di mosto limpido. Quest'ultimo può essere unito a quello già estratto, o fermentato a parte. L'esperienza ha dimostrato che operando velocemente, a temperature basse e in assenza di avvii di fermentazione, la qualità ottenibile con filtrazione a depressione è buona. Durante il prelievo del mosto è possibile separare anche la frazione surnatante costituita da schiume, incorporanti frammenti vegetali leggeri.

L'aggiunta di enzimi di chiarifica riduce la viscosità del mosto e facilita la decantazione, così come ha un effetto positivo l'apporto di sostanze in grado di aggregare le particelle aumentando il loro diametro medio. La temperatura elevata diminuisce la viscosità, ma facilita l'avvio di fermentazioni indesiderate, è quindi opportuno mantenerla su valori bassi, attorno ai 10-12°C.

Al fine di ridurre il più possibile la presenza di lieviti indesiderati, si consiglia una scrupolosa pulizia di tutte le componenti a contatto con l'uva e il mosto.

E' fondamentale che il tempo di decantazione non sia troppo lungo, sempre per evitare l'avvio di fermentazioni spontanee che comprometterebbero il risultato, per tale motivo l'altezza del mosto nelle vasche non può essere eccessiva, dell'ordine di 3-4 m.



Al vantaggio di consentire la separazione precisa di partite di mosto e di non richiedere attrezzature particolarmente complesse e costose, si contrappone la difficoltà di gestire grandi quantità di prodotto e la richiesta di un elevato impiego di spazio e manodopera.

### 3.2.4. FLOTTAZIONE

La flottazione utilizza, come la decantazione, la forza di gravità, ma alla densità media dei mosti il processo avviene in tempi molto ridotti rispetto alla decantazione. Immettendo nel mosto micro bolle di gas (azoto, aria, ossigeno, argon), quest'ultime aderiscono alle particelle in sospensione e l'insieme così ottenuto diminuisce di peso volumico e inizia a risalire. Si ottiene così la separazione, in basso della frazione limpida e in alto delle impurità, sotto forma di una schiuma più o meno densa.

Le bolle devono avere dimensioni minime, inferiori ai 120  $\mu\text{m}$ , poiché in tal modo, oltre ad aderire meglio alla superficie delle particelle, mantengono un moto laminare. Le bolle grandi inoltre risalgono velocemente, con minore probabilità di aderire o essere inglobate (De Vita P. e G. De Vita, 2003).

Anche nella flottazione la velocità è influenzata dalle dimensioni dei solidi, seppure con effetti contrastanti. La velocità aumenta con le dimensioni, però una particella relativamente grande presenta una superficie di aderenza ridotta rispetto al gas. Come nella sedimentazione è utile intervenire con enzimi pectolitici per frazionare i polimeri pectici della polpa in sospensione e destabilizzare i colloidali del mosto.

La velocità di separazione dei solidi in un liquido è regolata dalla Legge di Stokes. Tuttavia, la separazione per flottazione può essere comparata a una filtrazione, con il liquido da filtrare stazionario e la massa di flocculi in movimento verso l'alto, come mezzo filtrante.

La Legge di Darcy, che riguarda la filtrazione, può essere quindi anche applicata alla flottazione.

$$\frac{dV}{dt} = K \frac{A \Delta p}{\rho l}$$

In cui:

$\frac{dV}{dt}$  è la velocità di permeazione del liquido

K è la permeabilità specifica del filtro

A è l'area della superficie del mezzo filtrante

$\Delta p$  è la differenza di pressione attraverso il mezzo filtrante

$\rho$  è la viscosità  
 $l$  è lo spessore del mezzo filtrante

Questa legge mostra che la velocità di permeazione è direttamente proporzionale alla differenza di pressione e alla superficie dell'area del mezzo filtrante e inversamente proporzionale alla viscosità e allo spessore del mezzo filtrante. Va notato che  $K$  è legato alle caratteristiche dei solidi del mosto (Ferrarini et al., 1995).

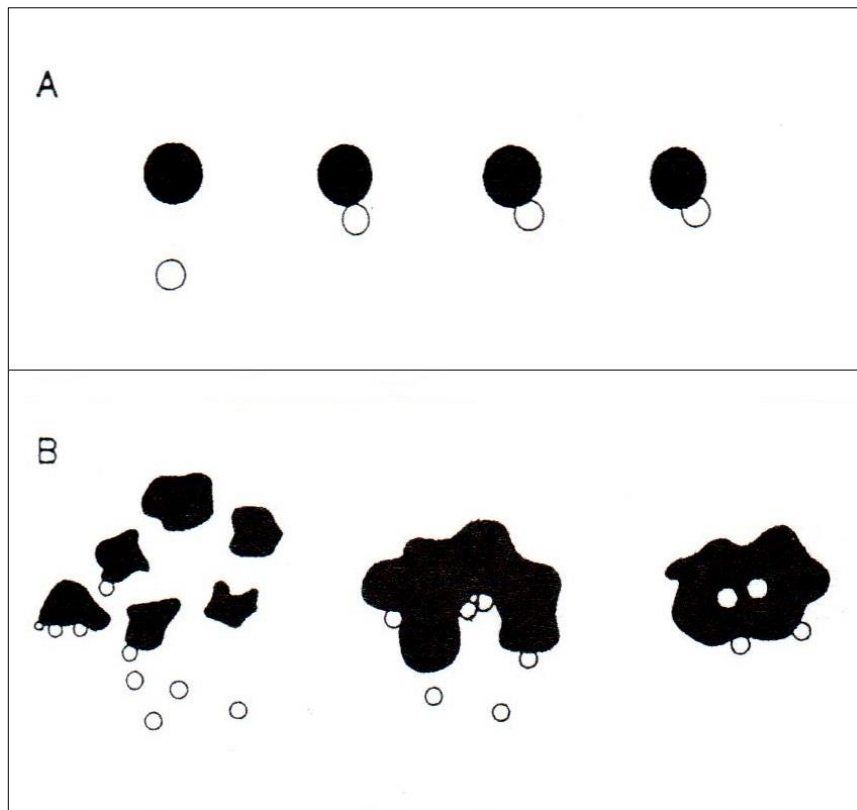
La velocità della separazione tra solidi e liquido è influenzata dalla viscosità ( $\rho$ ) ed è dipendente dal tipo e qualità delle pectine, pertanto la rottura dei polimeri pectinici con un adatto enzima, riduce la viscosità e aumenta la velocità di separazione, portando alla riduzione della percentuale di liquido nello strato surnatante. La migliorata separazione dei solidi porta a un minor trasferimento al mosto di alcune delle sostanze in essi contenute, come composti azotati, catechine e altri composti fenolici.

Affinché la micro bolla aderisca a una particella in sospensione, occorre vi sia una certa affinità tra gas e solido, favorita dall'impiego degli agenti flocculanti. La forza di adesione è tanto maggiore quanto più lo è l'angolo che si misura tra la tangente dell'interfaccia particella-liquido e quella dell'interfaccia gas-liquido (Friso D., 2013).

Affinché il flocculo possa divenire idrofobico, la sua carica superficiale (potenziale "zeta") deve essere neutralizzata (Ribéreau-Gayon al., 1980).

L'aggiunta di composti fenolici (tannini) produce un aumento della torbidità e della quantità di solidi in sospensione. Una dose fino a 20mg/l è sufficiente per interagire adeguatamente con le gelatine.

Composti a base proteica aggiunti al mosto, nell'ambiente acido e in presenza di composti fenolici sono in grado di flocculare, legando le particelle presenti, formando fiocchi larghi e leggeri che inglobano al loro interno le micro bolle di gas.



Modalità di aggregazione del gas ai solidi sospesi: A= adesione superficiale, B=inglobamento in flocculi (Nardin G. et al., 2006).

Uno dei maggiori vantaggi di illimpidire i mosti con la flottazione è che il grado di chiarificazione può essere controllato, senza un'asportazione troppo spinta, che potrebbe portare a difficoltà di fermentazione.

Un'altra possibilità offerta da questo processo è che utilizzando aria o ossigeno, si può procedere a un'ossigenazione spinta del mosto, ottenendo l'ossidazione dei composti fenolici e tra questi degli acidi idrossicinnamici, che sono i principali componenti fenolici contenuti nella polpa delle viti a bacca bianca. Questi composti subiscono varie reazioni enzimatiche sotto l'azione dell'ossigeno, la più interessante dal punto di vista tecnico è la loro ossidazione a chinoni e quindi la loro condensazione, con la formazione di polimeri bruni a bassa solubilità (Ferrarini R. et E. Celotti, 1995). Tale tecnica porta a vini bianchi più stabili, ma elimina anche molti composti aromatici e loro precursori. Essa va quindi adottata con discernimento secondo la tipologia di vino che si desidera ottenere.

Nel caso di grandi quantità di mosto si adotta la **flottazione in continuo**. In questo caso si utilizza una vasca di forma circolare, relativamente poco profonda. Il mosto torbido, arricchito

di gas mentre è pressurizzato a 4-6 bar, è successivamente decompresso, formando così una schiuma e viene immesso dal basso al centro del bacino. Il mosto limpido è prelevato da uno scolmatore periferico, mentre la schiuma viene trattenuta da una paratia immersa ad un livello inferiore al pelo libero.

La velocità d'immissione va regolata in rapporto alle dimensioni della vasca, in modo che il flusso orizzontale sia minimo e che gli aggregati di gas e particelle in sospensione abbiano il tempo di risalire progressivamente in superficie. Un apposito aspiratore rotante rimuove lo strato schiumoso superficiale, trasferendolo in un serbatoio di accumulo. E' possibile procedere a un eventuale successivo passaggio in un filtro per il recupero di un'ulteriore frazione limpida, o destinarlo alla distillazione.



**Flottatore continuo.**

Nelle cantine di dimensioni minori e quando si vogliono gestire singole partite, si può utilizzare la **flottazione discontinua**. Il mosto torbido è stoccato in una vasca e trattato con un flottatore esterno, che lo preleva dalla valvola di scarico parziale, lo emulsiona con il gas e lo reimmette dal fondo. L'operazione dura il tempo sufficiente a saturare la massa con le micro bolle. In seguito si lascia trascorrere un tempo di riposo, che può variare da 2 a 10 ore, in cui si ha la risalita delle particelle.

Con un'opportuna scelta dei tempi di permanenza, è possibile recuperare ottime percentuali di mosto illimpidito, semplicemente prelevandolo dal fondo della vasca. Attraverso una specola

montata sul tubo di aspirazione, è possibile valutare il grado desiderato di torbidità. La frazione residua può essere avviata a un filtro da fondi densi o essere destinata alla distillazione.

L'attrezzatura è poco costosa, utilizza minime quantità di gas e consente di ridurre i tempi rispetto alla decantazione. Occorre evitare l'avvio di fermentazioni spontanee ma, visti i tempi relativamente brevi, non è necessario ridurre la temperatura sotto i 16-18 °C, con un risparmio energetico notevole e un successivo più facile avvio della fermentazione.

### **3.3. CHIARIFICA DEI MOSTI**

La chiarifica dei mosti per la vinificazione in bianco è oggi pratica di uso comune allo scopo di avviare la fermentazione con valori contenuti di torbidità (50-250 NTU), che consente la produzione di vini dotati di:

- minor tenore in alcoli superiori e composti in C6, che conferiscono sentori erbacei,
- minor concentrazione di composti solforati pesanti e leggeri (metionolo, H<sub>2</sub>S, ...) responsabili dell'odore di cavolo, di uova marce e di ridotto,
- maggiore presenza di esteri etilici e acetati aromatici che sviluppano sentori floreali e fruttati,
- minore concentrazione di ferro (Blouin J et E. Peynaud, 2008).

I chiarificanti enologici appartengono alla categoria dei coadiuvanti tecnologici e sono definiti come sostanze utilizzate a fini tecnologici nel processo di produzione di un alimento e non entrano nella composizione finale se non in maniera accidentale.

L'aggiunta dei chiarificanti ha lo scopo di accelerare e migliorare l'illimpimento, permettendo un risparmio di tempo ed energia, ma anche di rimuovere in modo mirato frazioni fenoliche ossidabili, non gradite dal punto di vista sensoriale e in grado di interagire con i componenti aromatici dei vini.

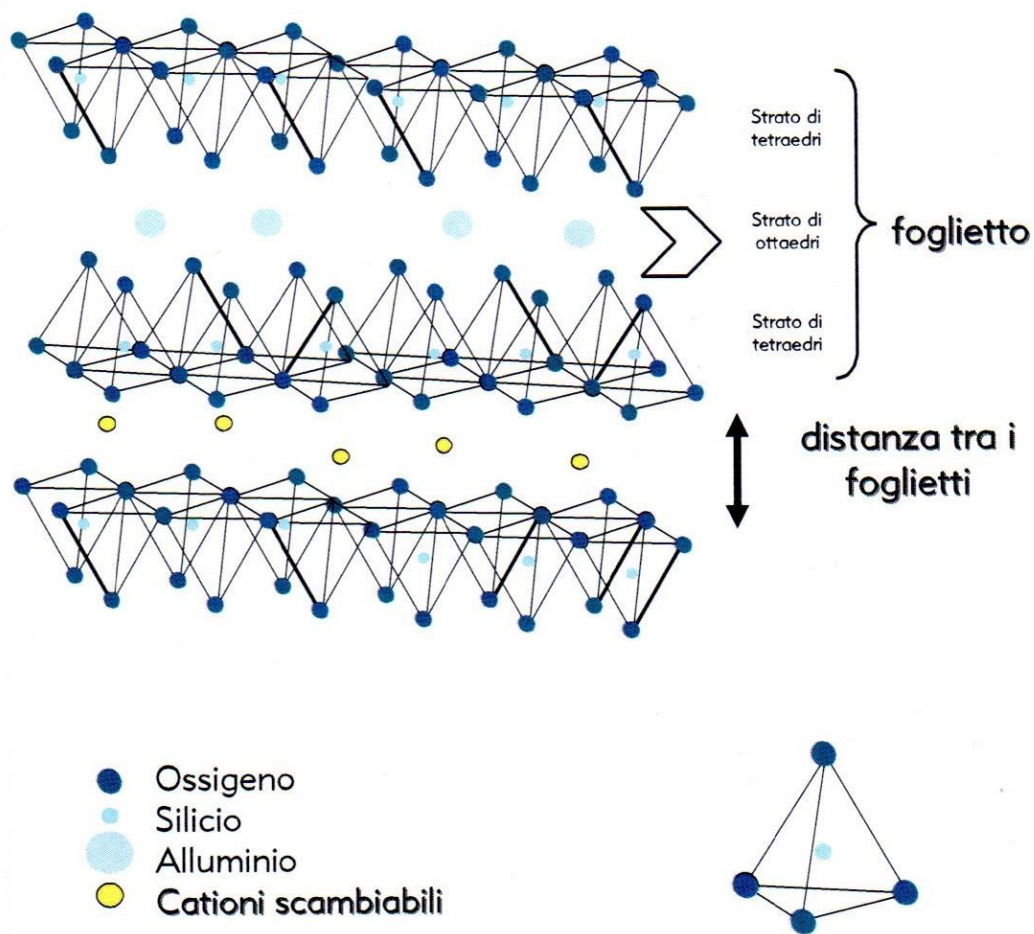
I chiarificanti di uso più comune nei mosti sono: bentonite, gelatine, caseinato, PVPP e carboni.

#### **BENTONITE**

La bentonite è largamente impiegata come chiarificante per il vino. Essa si forma per dilavamento di ceneri vulcaniche ed è un'argilla montmorillonitica, composta di fillosilicati.

Silicio, alluminio e magnesio sono i suoi principali componenti, a essi sono associati cationi di calcio e sodio.

La bentonite viene idratata in acqua per almeno un giorno prima dell'uso, in modo da rigonfiare e aumentare la superficie di adsorbimento, risultando così ricca di cariche negative. Nella soluzione idroalcolica si comporta come uno scambiatore cationico, ossia lega le proteine, che sono cariche positivamente, poiché i loro punti isoelettrici sono più elevati rispetto al pH del vino (Hsu et al., 1987).



Schema della struttura chimica della bentonite (Laffort).

Uno degli effetti collaterali dell'impiego della bentonite è la possibile rimozione di alcuni composti aromatici del vino. Tale effetto sembra essere più significativo per gli alcoli C6, tipicamente legati a sentori erbacei. Bisogna porre attenzione a un corretto uso, evitando

sovradosaggi, che provocano la formazione di un'eccessiva quantità di feccia, con conseguente perdita di volume di vino e l'eliminazione di componenti aromatiche e coloranti.

Aggiungendola al mosto si ottengono un più regolare andamento fermentativo, l'eliminazione di odori e sapori sgradevoli e la diminuzione del rischio di un intorbidamento ossidasico (Sicheri, 1994).

In uno studio recente si è evidenziato che il metodo che assicura i migliori risultati con il minimo apporto è l'aggiunta di una quantità ridotta (50-70%) di bentonite nella fase di fermentazione del mosto, con un'eventuale correzione finale sul vino limpido (Pocock K.F. et al. , 2011).

Il trattamento con bentonite, sebbene efficace nel ridurre l'instabilità proteica, presenta alcuni svantaggi, specialmente ad alte dosi. In primo luogo non è abbastanza selettivo, provocando significative rimozioni di componenti aromatiche e talvolta alterazioni nel colore. In secondo luogo provoca una consistente perdita di vino nell'ordine del 3-10% in volume (Lira E. et al. 2014).

### **GELATINE ANIMALI**

Le gelatine animali sono il prodotto della lavorazione del collagene, proteina fibrosa contenuta nelle pelli, nei tessuti connettivi e nelle ossa degli animali, mediante parziale idrolisi ottenuta con mezzi chimici, fisici ed enzimatici. Si ottengono così gelatine con punto isoelettrico compreso tra 4.5 e 9.5 e che quindi al pH del vino hanno carica elettrica positiva. Il tipo e grado d'idrolisi determinano la solubilità e la selettività nei confronti dei polifenoli più o meno complessi, con i quali la gelatina interagisce per formare il flocculo (Fregoni M. et al. -2004).

Fino a vent'anni fa le gelatine erano caratterizzate dalla forza di gelificazione (gradi Bloom) e dalla viscosità, attualmente vengono caratterizzate dalla massa molecolare dei polipeptidi espressa in kDa e dalla densità di carica espressa in meq/g a un dato pH. La carica di una gelatina è direttamente proporzionale alla massa dei polipeptidi che la costituiscono. Si distinguono per uso enologico proteine poco idrolizzate e molto cariche (0.4-1.2 meq/g) e gelatine a idrolisi controllata con carica compresa tra 0.2 e 1 meq/g.

Le gelatine sono commercializzate sia in forma solida sia liquida. Nel primo caso sono polveri, granuli o perline; sono solubili sia a caldo, che a freddo secondo il grado d'idrolizzazione, con un tempo d'idratazione di circa 60 minuti. In forma liquida sono stabilizzate grazie alla SO<sub>2</sub>, a

concentrazioni comprese tra 100 e 300 g/L, secondo il loro grado d'idrolisi. Vanno diluite in acqua al momento dell'uso in 5-10 volte il loro volume. A causa della grande variabilità di tipologie in commercio, bisogna fare riferimento alle schede tecniche per i dosaggi, che indicativamente variano tra 1.5 e 15 g/hl (Bertrand et al. , 2003).

## **CASEINATO DI POTASSIO**

La caseina, appartenente al gruppo delle fosfoproteine, si ricava industrialmente dal latte vaccino scremato per acidificazione. Tal quale è poco disperdibile in acqua e pertanto in enologia viene usato il caseinato di potassio, più solubile. In soluzione acquosa, a contatto con il mosto o vino, il colloide caseinato floccula immediatamente a causa del basso valore del pH, quindi non esiste nessun rischio di surcollaggio.

Le particelle di caseina hanno la capacità di adsorbire certi composti polifenolici, con una certa preferenza per le proantocianidine (Fregoni M. et al. , 2004).

Le caseine enologiche si imposero soprattutto come agenti preventivi o curativi dell'ossidazione dei mosti e dei vini bianchi e rosati, come per l'eliminazione del ferro disciolto, diminuendo così i rischi di casse ferrica nei vini. Permettono di decolorare i vini bianchi ingialliti e di attenuare il loro gusto maderizzato.

Deve essere idratata in 10 volte il suo peso in acqua, mai nel vino, evitando la formazione di grumi, con tempo di reidratazione di 2-3 ore e incorporata alla massa in modo progressivo (Bertrand et al. , 2003).

## **PVPP (Polivinilpolipirrolidone)**

E' una molecola di sintesi, ottenuta dalla polimerizzazione del vinilpirrolidone in presenza di una base forte. La molecola che si ottiene è insolubile in acqua e in soluzione idroalcolica ed è in grado di adsorbire i composti fenolici per legame idrogeno tra i gruppi idrossili dei polifenoli e il legame ammidico del PVPP secondo un gradiente di polimerizzazione decrescente: procianidine > catechine > flavonoli > antociani > acidi fenolici. Questo adsorbimento selettivo è interessante perché elimina una parte dei tannini astringenti, impedisce o rimedia



all'ingiallimento e alla maderizzazione dei vini bianchi, è totalmente insolubile per cui viene completamente eliminato, non modifica gli aromi, contrariamente al carbone e alla caseina in dosi forti e permette di diminuire le dosi di SO<sub>2</sub> se utilizzato all'inizio della vinificazione. Visto il costo, conviene utilizzarlo su mosto o vino pulito. Ha migliore effetto a una temperatura inferiore ai 15° e viene utilizzato a dosi di 30-40 g/hl, mentre la dose massima è di 80 g/hl (Bertrand et al. , 2003).

## **CARBONI**

Sono ottenuti dalla combustione incompleta di legno non resinoso e possono essere attivati con trattamenti ad alta temperatura con vapore e successivo trattamento acido prima della combustione. L'attivazione ha lo scopo di aumentare la superficie interna specifica fino a 1500 mq/g. Il loro meccanismo di azione si basa sul processo di adsorbimento superficiale. Ne è consentito l'uso principalmente per la correzione del colore dei mosti bianchi da uve rosse e dei mosti ossidati, in via accessoria permettono di eliminare odori anomali (note ossidative, svanito, ridotto e sentore di uova marce) purché non siano troppo marcati. Non avendo un'azione selettiva, possono eliminare anche i composti aromatici utili.

La dose massima autorizzata è di 100 g/hl (Bertrand et al. , 2003).

### **3.4. CHIARIFICANTI A BASE DI PROTEINE VEGETALI**

Negli ultimi anni, alle proteine di origine animale da impiegare nelle chiarifiche, si sono aggiunte quelle di origine vegetale. Attualmente quelle autorizzate per l'uso enologico sono le "proteine vegetali provenienti dal frumento, dai piselli e dalle patate" (Regolamento di esecuzione (UE) N. 1251/2013).

Un primo evento che ha messo in discussione l'uso di gelatine animali è stata l'epidemia negli anni '90 di BSE (Encefalopatia Spongiforme Bovina) che ha portato all'impiego di gelatine estratte da collagene di sola origine suina. Si sono inoltre sperimentate alcune alternative vegetali, ritenendo che il consumatore potesse comunque rifiutare l'impiego di sostanze animali.

Una particolare attenzione deve essere prestata anche alle proteine coinvolte nella celiachia e nelle allergie alimentari in genere. Molte delle proteine utilizzate per la chiarifica dei vini sono estratte da sorgenti allergeniche elencate nell'Allegato 3 della Direttiva 2007/68/CE. Sulla base di questa direttiva i prodotti nella lista (uova e derivati, latte e derivati, cereali contenenti glutine, lupino e prodotti derivati e altri) devono essere citati nell'etichetta dei cibi, vino incluso, al fine di informare gli individui sensibili. L'etichettatura doveva essere obbligatoria per le bevande alcoliche dal gennaio 2011, ponendo così seri problemi ai produttori di vino. Successivamente il Regolamento EU 1266/2010 ha deciso di ritardare l'obbligo di etichetta al giugno 2012, sulla base di studi scientifici che avevano mostrato che, usando buone pratiche, l'uso di caseina e ovoalbumina non avrebbero costituito un problema per i soggetti allergici. Il parere finale dell'EFSA (European Food Safety Agency) ha sancito definitivamente dal 1 luglio 2012 l'indicazione obbligatoria in etichetta, se vengono superati i limiti riscontrabili con il metodo ELISA. Sebbene i materiali di chiarifica siano rimossi dalla precipitazione e/o filtrazione, non si può completamente escludere la presenza di tracce residue nel vino finito, esponendo il produttore a conseguenze anche penali. Pertanto l'obiettivo dovrebbe essere la completa assenza di ogni residuo allergenico e nel vino questo risultato può essere ottenuto con certezza solo evitando l'aggiunta di queste sostanze.

Uno dei primi prodotti sperimentati è stato il glutine di frumento, che presenta un'attività di stabilizzazione intermedia tra la gelatina e l'albumina, produce meno sedimento e viene completamente eliminato dopo la chiarifica sia nei vini rossi che bianchi (Marchal e al. - 2002).

In alternativa al frumento, anche il mais e le colture di *Saccharomyces cerevisiae* sono stati studiati come fonti di proteine destinate alla chiarifica. In un lavoro recente (Iturmendi e al.- 2010) è stato dimostrato che il glutine di frumento, le proteine estratte da mais e da lieviti hanno prodotto nei vini rossi una riduzione di torbidità comparabile a quella della gelatina, con una quantità di fecce considerevolmente ridotta (-44% gli estratti di lievito, -60% il glutine di frumento e -92% le proteine di mais).

L'attività chiarificante delle zeine è stata studiata anche su vini rossi (Cabernet Sauvignon, Merlot e Valpolicella) in comparazione a gelatina animale, dimostrando un'azione di riduzione della torbidità e dei composti polifenolici, senza compromettere il colore rosso e le caratteristiche sensoriali ( Simonato B. et al., 2013).

Le zeine di mais sono una miscela di proteine caratterizzate dal fatto di essere solubili in alcol. Esse costituiscono il 50-60% del totale delle proteine dell'endosperma, in cui assolvono una funzione di riserva (Erny G. et al., 2007).

Le proteine del riso sono state testate con quelle da frumento, mais e patata, sia tal quali, sia idrolizzate con due composti enzimatici. L'effetto chiarificante delle proteine del mais è stato relativamente basso. Le proteine del frumento con il contenuto più alto in prolina (9-10%) e frazioni molecolari di 14 e 35-45 kDa hanno avuto un effetto elevato sull'intensità di colore. Mentre i derivati da riso e patata con percentuale di prolina di circa il 5% e frazioni di peso molecolare principalmente tra 10-32 kDa, hanno avuto minori effetti sulla diminuzione di colore del vino, ma sono stati efficaci sulla riduzione dei composti fenolici, responsabili di sensazioni amare e astringenti (Tschiersch C. et al. 2010).

Le leguminose sono particolarmente ricche di proteine, quindi sono state indagate come fonte di quest'ultime, da utilizzare in enologia. Estratti proteici da soia, piselli e lenticchie sono stati analizzati, assieme al glutine di frumento, dimostrando una buona attività chiarificante, anche se hanno ridotto significativamente la componente aromatica. In particolare i derivati di lenticchie e pisello hanno avuto la più alta affinità verso composti aromatici responsabili di aromi fermentativi, come esteri etilici e metilici degli acidi grassi a media catena (etil-eptanoato, etil-ottanoato, etil-decanoato e metil-decanoato) dando una perdita dal 40% al 60% dell'iniziale contenuto. Questo comportamento, correlato all'abbassamento della torbidità, ha indicato che le proteine con la migliore capacità di chiarifica, inducono anche la più alta perdita di aromi fermentativi (Granato et al., 2014).

Un approccio completamente innovativo è l'uso di proteine estratte da vinaccioli e quindi un prodotto non estraneo al frutto dell'uva. Studi recenti hanno individuato un metodo di estrazione e testato in via preventiva l'attività di riduzione dell'astringenza su vini rossi, con risultati incoraggianti (Vincenzi S. e al., 2013).

### **3.4.1. PROTEINE DERIVATE DA PATATA**

La patata (*Solanum tuberosum L.*) è una pianta annuale della famiglia delle Solanacee originaria dell'America del Sud, che produce, all'estremità di stoloni sotterranei, tuberi aventi la funzione di superare l'inverno e dar vita alla successiva generazione. L'amido è la principale sostanza di riserva contenuta nel tubero di patata. La frazione proteica presenta un'ottima

qualità nutrizionale per l'elevato contenuto in lisina, aminoacido presente in quantità maggiori che in altri vegetali e cereali (Waglay A. et al., 2013).

Le proteine della patata possono essere divise in tre classi: a) la famiglia della patatina corrispondente alla frazione acida glico-proteica di 40-43 kDa (rappresentante il 40-50% del totale) b) proteine basiche di 22 kDa (30-40%) c) proteine basiche inibitrici delle proteasi (20-30%) (Ralet M.C. et J. Gueguen, 1999).

I primi studi sulla frazione proteica denominata patatina risalgono agli anni '80. Successivamente sono stati condotti ulteriori studi e diverse tecniche sono state usate per isolare la frazione proteica dalla patata (Bartova et al., 2009). È stato confermato che patatina è una glicoproteina globulare formata da un singolo polipeptide e da due catene di carboidrati, in diverse isoforme con masse molecolari tra 40 e 42 kDa, formanti dimeri, in condizioni non dissocianti. Queste informazioni mostrano che le caratteristiche strutturali di patatina sono più simili a quelle dell'ovoalbumina o della  $\beta$ -lattoglobulina che a quelle tipiche delle proteine delle leguminose, quali la glicinina della soia e la legumina del pisello (Creusot et al., 2010).

Successive analisi, nell'ambito di uno studio per testare le sue proprietà antiossidanti e antitumorali, hanno confermato che la sua struttura è un complesso tra polisaccaridi e proteina in un rapporto di 36% e 64% rispettivamente. I monosaccaridi sono ramnosio, mannosio, glucosio e galattosio in rapporto 41:30:21:8 (Ying.S. et al., 2013).

La separazione delle frazioni proteiche dal succo di patata, ottenuto come sottoprodotto dell'industria dell'amido, avviene per usi alimentari con metodi che denaturano le proteine stesse: alta temperatura e ambiente fortemente acido. Ci si è posto quindi il problema di un metodo di separazione che potesse mantenere l'attività biologica a costi accettabili. Ne è stato di recente proposto uno basato su un approccio cromatografico, usando argille come scambiatori di cationi per separare le due frazioni proteiche più significative, ovvero patatina, e inibitori della proteasi. Questo metodo consentirebbe di ridurre in maniera significativa nello stesso processo il contenuto di glico-alcaloidi, naturalmente presenti nelle patate (Ralla K. et al., 2012).

Attualmente le proteine da patata rappresentano le sole di origine vegetale utilizzabili in enologia, se si escludono quelle derivate da frumento e pisello. Queste ultime, nei quasi dieci anni dalla loro autorizzazione, non hanno avuto grande diffusione, probabilmente per le seguenti motivazioni: il glutine di frumento è associato al problema dell'allergenicità che ne imporrebbe l'indicazione in etichetta, mentre le proteine da pisello hanno dato spesso scarsa

omogeneità di comportamento, bassa velocità di sedimentazione e talvolta sensazioni olfattive non gradevoli.

Pur essendo la patata tra le colture maggiormente diffuse nel mondo, la sua allergenicità è davvero rara (Castells M.C. et al., 1986) e l'uso di proteine coagulate e idrolizzate della patata è stato mostrato essere Generally Recognized As Safe (GRAS) (Food and Drug Administration).

Si è arrivati all'autorizzazione all'uso enologico delle proteine da patata nel 2013 sulla base degli studi condotti da un gruppo di ricerca finanziato da Laffort e composto da ricercatori dell'Università V. Segalen – Bordeaux 2, del Laboratoire SARCO di Bordeaux e dell'Università degli Studi Federico II di Napoli. Lo studio ha individuato il metodo di preparazione coperto da brevetto (US 2010/0040591<sup>1</sup>). Tale metodo consente di ottenere un estratto proteico, particolarmente concentrato, senza denaturazione della matrice proteica stessa, che viene distribuito con il nome commerciale "Vegecoll". Quest'ultimo, testato presso i Laboratori di Chimica enologica, Università di Padova, Campus di Conegliano, C.I.R.V.E., ha dimostrato di contenere il 69% circa di proteina (Vincenzi S., Gazzola D., Comunicazione diretta).

In uno studio recente è stato inoltre dimostrato che "Vegecoll" ha un'interessante attività schiumogena, influenzata dal tipo di gas incorporato e dal pH della soluzione. In particolare, in presenza di N<sub>2</sub>, si forma una schiuma stabile, al contrario di quanto accade con CO<sub>2</sub>. Dall'analisi elettroforetica è emerso che il prodotto commerciale contiene oltre alla patatina, altre frazioni proteiche probabilmente appartenenti alla classe delle proteine inibitrici della proteasi (Lomolino G. et al., 2015).

Vegecoll testato su vino rosso Aglianico, in comparazione con chiarificanti tradizionali (caseinato di potassio, gelatina e ovoalbumina) alle dosi 10-20-30 g/hl, ha portato a una diminuzione dei polifenoli totali e dei tannini, comparabile con i trattamenti tradizionali e a una maggiore diminuzione dell'astringenza, senza provocare riduzioni apprezzabili dell'intensità cromatica e delle caratteristiche organolettiche (Gambutì et al. 2012).

Prove successive eseguite su vino bianco Falanghina, hanno portato a una valutazione sensoriale simile al vino trattato con gelatina o albumina, con un'importante diminuzione dell'imbrunimento. Su mosto di Trebbiano estremamente torbido (996NTU) è stato testato in dosi da 5 a 100 g/hl e ha dimostrato la capacità di abbattere la torbidità in modo significativo dai 20 g/hl in un tempo di sole due ore e di ridurre il colore giallo in funzione del dosaggio (comunicazione orale della dott. Alessandra Rinaldi al corso di formazione su "Chiarifica

ragionata di mosti e vini, aspetti tecnico-applicativi ed impiego di estratti vegetali non allergenici”, 26 febbraio 2015, U.I.V.-Laffort Italia).

Un altro studio su mosti di tre cultivar campane a bacca bianca ha permesso di evidenziare la spiccata capacità d’illimpidire i mosti bianchi da parte dell’estratto vegetale. Tale effetto è stato riscontrato sia sui campioni di mosto Falanghina che su quelli di Greco, ma in misura meno marcata sui campioni di Fiano, che sono risultati generalmente limpidi, per tutti i trattamenti eseguiti. La riduzione dell’imbrunimento apportata dalla patatina è stata particolarmente efficace sui mosti Greco molto torbidi. Vi è stata inoltre un’azione di riduzione delle molecole suscettibili di ossidazione, in particolare degli acidi idrossicinnamici (Romano R. et al., 2012 – Tesi in corso di pubblicazione).

## **4. SCOPO DELLA TESI**

Negli ultimi anni è aumentata la sensibilità dell'opinione pubblica nei confronti della qualità degli alimenti e dell'assenza di tecniche di elaborazione percepite come artificiali. In particolare è aumentata la richiesta di conoscere la presenza di prodotti potenzialmente allergizzanti. Ci si è quindi rivolti verso la ricerca di coadiuvanti tecnologici non allergenici e possibilmente non di origine animale.

Tra le proteine di origine vegetale autorizzate dall'Unione Europea come coadiuvanti di chiarifica di mosti e vini, sono state aggiunte nel 2013 quelle estratte dalla patata. Su quest'ultima sono stati riportati gli studi riguardanti il loro impiego nella chiarifica dei vini rossi, mentre non sono noti dati sull'impiego di queste proteine nell'illimpimento dei mosti di vini bianchi mediante flottazione.

Scopo di questo lavoro è verificare eventuali problematiche nel loro impiego, in comparazione con la gelatina animale, nell'ambito della realtà di una normale cantina di medie dimensioni.





## 5. MATERIALI E METODI

### 5.1. VITIGNI

**GLERA** E' la denominazione del principale vitigno da cui si ottiene il Prosecco. Lo si ritiene originario della Venezia Giulia. Diffuso nel Veneto e particolarmente nelle zone collinari della Provincia di Treviso, è coltivato anche sui Colli Euganei (Serprino) e da qualche anno, con la nuova D.O.C. ha avuto un incremento di oltre 20.000 Ha nella Regione



Veneto nelle Province di Treviso, Padova, Venezia, Vicenza e Belluno e nella Regione Friuli-Venezia Giulia.

Caratteri ampelografici: varietà non omogenea. Il biotipo più diffuso presenta acino tondo. Germoglio ad apice espanso, lanuginoso, verde-biancastro. Foglia grande, pentagonale, trilobata, lembo ondulato, boloso, di colore verde opaco, abbastanza tomentoso sulla pagina inferiore. Grappolo grande. piramidale, semi-spargolo o spargolo. Acino medio, sferoide-ovoidale, irregolare; buccia giallo-dorata, punteggiata, pruinosa, sottile; polpa succosa, acidula, a sapore leggermente aromatico.

Attitudini colturali: vitigno di buona vigoria con portamento della vegetazione ricadente e tralci a internodi lunghi. Si adatta ai terreni collinari ove dà una produzione di buona qualità e ai climi non troppo asciutti poiché soffre la siccità estiva.

Allevamento e potatura: Si adatta a diverse forme di allevamento purché a potatura lunga. Necessita di dosate potature verdi, possibilmente eseguite a mano, per una regolare produzione e maturazione dell'uva.

Epoca di germogliamento: precoce. Epoca di maturazione: tardiva. Produzione: ottima e tendenzialmente costante.

Sensibilità alle malattie e avversità: normale, un po' sensibile all'oidio. E' soggetto più o meno evidentemente a colatura e acinellatura. Non sopporta la siccità prolungata. E' sensibile al freddo invernale e ai fitoplasmi della vite.

Potenziale enologico: dà un vino di colore giallo paglierino, di gradevole profumo, delicato, di sapore asciutto, giustamente acido, poco tannico, di sapore gradevole, amarognolo, armonico. L'uso più diffuso è come base per uno spumante rifermentato in autoclave (Metodo Martinotti-Charmat).

**TOCAI FRIULANO** Il vitigno dà origine ai vini denominati Friulano in Friuli-Venezia Giulia e Tai e Lison in Veneto. Non ha nulla a vedere con il Furmint che in Ungheria viene usato per la produzione del Tokaj, mentre corrisponde al Sauvignonasse francese.

Caratteri ampelografici: la varietà è relativamente omogenea, le differenze sostanziali riguardano la forma del grappolo, gli aromi primari e anche la vigoria. Germoglio ad apice espanso, verde dorato, vellutato. Foglia di media grandezza, tondeggianti, trilobate. con lembo a coppa a bordi ondulati e con pagina inferiore quasi glabra. Grappolo medio, allungato, tronco-piramidale o cilindrico piramidale, con una o due ali, giustamente compatto. Acino medio, sferoide; buccia un po' spessa, pruinosa, gialla o gialla-verdognola, punteggiata; polpa succosa dolce, con sapore caratteristico.

Attitudini colturali: vitigno molto vigoroso con portamento della vegetazione tendenzialmente assurgente. Si adatta a diversi climi, purché non caldi, preferisce terreni collinari ben esposti o sassosi ed argillosi di pianura frenanti la vigoria, non troppo clorosanti ed eccessivamente umidi.

Allevamento e potatura: si adatta alle diverse forme di allevamento, più o



meno espansive e preferisce potature lunghe, accetta anche potature medie, ma con certa difficoltà.

Epoca di germogliamento: tardiva. Epoca di maturazione: Media. Produzione: abbondante e costante. Data la naturale fertilità, non bisogna eccedere nella carica di gemme per ottenere un prodotto di qualità.

Sensibilità alle malattie e alle avversità: normale, sensibile alla botrite. Buona la resistenza ai freddi invernali e tardivi.

Potenziale enologico: dà un vino giallo paglierino con riflessi verdognoli, di delicato profumo, con leggero sapore di mandorla amara, scarsamente acido, alcolico, rotondo, da leggero invecchiamento.

## **5.2. VINIFICAZIONE ED ILLIMPIDIMENTO**

Le prove sono state eseguite nella cantina dell'Azienda vitivinicola Modeano di Palazzolo dello Stella (UD) durante la vendemmia 2014 su mosti e vini ricavati da uve Tocai Friulano e Glera.

La raccolta delle uve è stata eseguita meccanicamente usando una vendemmiatrice Pellenc, dotata di diraspatori rotativi. Data la vicinanza dei vigneti, in pochi minuti le uve sono state trasportate in cantina, dove si è proceduto all'eliminazione dei residui vegetali e a una leggera pigiatura. Durante quest'operazione sono stati aggiunti 10 g/q di metabisolfito di potassio e 10 g/q di tannino con funzione antiossidante e antimicrobica (TAN BLANC-ENARTIS).

Il pigiato è stato trasferito con pompa a lobi in una pressa sottovuoto Siprem da 5 mc. Questa tipologia di attrezzatura consente una pressatura soffice, poiché la massima sollecitazione su bucce e vinaccioli non supera 0.9 bar. Non è quindi abitudine dell'azienda procedere a una separazione tra varie frazioni del mosto. Quest'ultimo è stato fatto passare in uno scambiatore di calore per ridurre la temperatura a circa 17°C e quindi stoccato in vasche d'acciaio inox. In questa fase è stato addizionato con 1 g/hl di enzimi pectolitici (Lallzym HC).

Ogni partita delle tre sottoposte alle prove è stata omogeneizzata e poi suddivisa in due parti uguali in vasche di acciaio inox (Gortani) cilindriche a fondo tronco-conico, con capienza adeguata.

Dopo un periodo di circa due ore, per dar modo agli enzimi pectolitici di agire, si è proceduto alla flottazione. Per quest'operazione è stato usato un flottatore Enolmix 100 della ditta Ever Intec. L'aspirazione della pompa è stata collegata alla valvola di scarico parziale del serbatoio, mentre la mandata allo scarico del fondo tronco-conico, in modo che il flusso del mosto addizionato con azoto alimentare interessasse l'intera massa.

Il gas è stato prelevato da una bombola ad alta pressione con apposito riduttore e immesso nel flottatore a una pressione di 5 bar. Dopo filtrazione del gas, il regolatore dell'apparecchio ne stabilizza la pressione a 3 bar. La portata dell'azoto è stata regolata a 3,5 l/min, secondo le specifiche del costruttore che consiglia 200 l di gas ogni 100 hl.

Durante la flottazione si è aggiunto progressivamente alla massa l'agente chiarificante, tramite un tubo Venturi. Sono stati usati due tipi di chiarificanti:

- Vegecoll: estratto proteico di patata commercializzato dalla Laffort e utilizzato alla dose di 5 g/hl, secondo i suggerimenti della ditta, nel caso di utilizzo con flottazione. Il prodotto è stato risospeso in acqua in rapporto 1:10.

- Gelarom: gelatina animale liquida commercializzata da Laffort e utilizzata alla dose di 10 ml/hl, diluita con acqua nel rapporto 1:1. Questo tipo di chiarifica tramite gelatina viene impiegato abitualmente in cantina.



L'attrezzatura utilizzata per la prova.

Dopo la flottazione, la massa trattata è rimasta a riposo per 6 ore per lasciare il tempo alla feccia di risalire e compattarsi. Trascorso questo tempo è stata prelevata dalla valvola di fondo la frazione limpida e quella relativamente velata, seguendo le consuetudini della pratica enologica seguita in cantina. L'operazione si è interrotta alla prima comparsa di particelle grossolane. La frazione rimasta nel serbatoio è stata allontanata e stoccata in attesa di essere inviata alla distillazione. Non si è, infatti, ritenuto conveniente procedere alla sua filtrazione con filtro rotativo sottovuoto, poiché la quantità era relativamente modesta e la qualità del mosto ottenibile giudicata scadente. Va ricordato che la vendemmia 2014 è stata in Friuli la più difficile a memoria d'uomo e che quindi la sanità delle uve non è stata ottimale.

Le quantità di mosto e di feccia ottenute sono riassunte nella seguente tabella.

| Mosto           | Vol. | Temp. | Tempo | Mosto limpido | Resa  | Feccia | Massa vol. feccia |
|-----------------|------|-------|-------|---------------|-------|--------|-------------------|
|                 | hl   | ° C   | min   | hl            | %     | hl     | g/l               |
| FRIULANO Veg.   | 70   | 16,5  | 45    | 65            | 92,86 | 5      | 950               |
| FRIULANO gel.   | 70   | 16,5  | 46    | 66            | 94,29 | 4      | 850               |
| PROSECCO A Veg. | 88   | 16    | 51    | 83            | 94,32 | 5      | 930               |
| PROSECCO A gel  | 88   | 16    | 52    | 84            | 95,45 | 4      | 870               |
| PROSECCO B Veg. | 40   | 17    | 25    | 38            | 95    | 2      | 910               |
| PROSECCO B gel. | 40   | 17    | 25    | 38            | 95    | 2      | 920               |

### **5.3. MATERIALI**

#### **5.3.1. MOSTI**

Per la prova si sono utilizzate tre partite di mosto, una da uve Tocai Friulano destinata alla produzione di vino Friulano e due da uve Glera per la produzione di vino Prosecco.

La vendemmia ha risentito delle condizioni climatiche avverse dell'estate 2014, che hanno costretto l'azienda a raccogliere le uve in anticipo rispetto a un'ottimale maturazione, per limitare i danni da botrite. La gradazione alcolica è risultata quindi bassa, mentre l'acidità fissa elevata.

Il Prosecco A è stato ottenuto da un vigneto di cinque anni con una produzione di circa 160 q/Ha, il Prosecco B da vigneti al secondo anno dall'impianto con una produzione ridotta di 60 q/Ha.

I dati analitici essenziali sono riassunti nella seguente tabella.

| Mosto      | Alcool potenziale | Acidità totale | Acidità volatile | SO <sub>2</sub> totale | pH   |
|------------|-------------------|----------------|------------------|------------------------|------|
|            | % vol.            | g/l            | g/l              | mg/l                   |      |
| FRIULANO   | 10,8              | 9,5            | 0,17             | 65                     | 3,18 |
| PROSECCO A | 8,5               | 8,9            | 0,19             | 50                     | 3,26 |
| PROSECCO B | 8,62              | 8,2            | 0,16             | 47                     | 3,29 |

La fermentazione è stata avviata immediatamente dopo la flottazione con l'aggiunta di 20 g/hl di lieviti selezionati della Lallemand: K1 per il mosto di Friulano e QA23 per il mosto di Prosecco. Sono anche stati aggiunti 10 g/hl di attivante di fermentazione (Bioactive).

Le fermentazioni hanno avuto un decorso regolare. La temperatura è stata mantenuta tra i 17.50 e 18 °C. Nel corso della fermentazione si è proceduto all'arricchimento con M.C.R. con l'obiettivo di portare la gradazione alcolica del Prosecco a 9.60 % vol. e quella del Friulano a 12.30 % vol. Durante questa operazione sono stati aggiunti ulteriori 10 g/hl di attivante di fermentazione.

### 5.3.2. CHIARIFICANTI

**Vegecoll** è un estratto di proteine vegetali da patata ad elevata concentrazione di proteine native (Brevetto US 2010/0040591 A1). Si presenta come una polvere di color camoscio.

L'analisi chimica dà i seguenti valori, ricavati dalla scheda tecnica:

|                    |          |
|--------------------|----------|
| pH                 | 6-8      |
| Umidità            | <12%     |
| Azoto totale       | >10%     |
| Anidride solforosa | <50mg/kg |

La dose d'uso media va da 5 a 10 g/hl, mentre la dose massima legale (CE) è di 50 g/hl. Viene diluita in rapporto 1:10 con acqua prima dell'uso.

**Gelarom** è una soluzione di gelatina alimentare di origine esclusivamente suina. Si presenta allo stato liquido, con colore leggermente ambrato.

L'analisi chimica dà i seguenti valori, ricavati dalla scheda tecnica:

|                    |            |
|--------------------|------------|
| pH                 | 3,4 ± 0.4  |
| Ceneri             | < 2%       |
| Urea               | < 2.5 g/kg |
| Anidride solforosa | 3-4 g/l    |

La dose media d'impiego va da 30 a 60 ml/hl per l'uso tipico su vini. In flottazione la dose più usata è di 10 g/hl. Viene diluita in rapporto 1:1 con acqua prima dell'uso.

### **5.3.3. FLOTTATORE**

L'attrezzatura utilizzata è un flottatore Enolmix 100 distribuito dalla ditta Ever Intec. Si tratta di una macchina estremamente semplice, adatta anche per cantine di modeste dimensioni, ma in grado di flottare in maniera discontinua circa 100 hl in un'ora. Il cuore della macchina è una pompa centrifuga a giranti successive, che spinge il mosto contro una valvola registrabile che ne regola la pressione. Superata tale valvola brevettata, il mosto dalla pressione di 5,5 bar passa a una di 0,5 bar formando le micro bolle di azoto. Quest'ultimo viene fornito da una bombola ad alta pressione provvista di opportuno riduttore ed immesso nell'aspirazione della pompa alla pressione di 3 bar. Un flussimetro consente di regolarne la portata a 3-4 l/min.

## **5.4. ANALISI SU MOSTI E VINI**

Le analisi sono state effettuate al fine di valutare le differenze tra le due tesi: flottazione con Vegecoll e con gelatina, su mosto, su vino a fine fermentazione e su vino dopo 7 giorni dal primo travaso. Tutti i campioni sono stati filtrati prima di eseguire le analisi di laboratorio. In particolare è stata eseguita una pre-filtrazione con filtro da 1.6µm in fibra di vetro GF/A (Whatman) e successivamente con filtro da 0.45µm in acetato di cellulosa (Sartorius).

#### **5.4.1. ASSORBANZE**

Aliquote di 10 ml di vino filtrato con filtro GF/A da 1.6 µm sono state ulteriormente filtrate a 0.45 µm con filtro a siringa (acetato di cellulosa, Advantec). Per i mosti e i vini bianchi è stata determinata l'assorbanza a 420 nm senza diluizione (cammino ottico 10 mm) allo spettrofotometro Ultrospec 2100 pro UV-vis.

#### **5.4.2. ANALISI DEI POLIFENOLI**

L'analisi della concentrazione fenolica è stata eseguita seguendo la procedura sviluppata da Singleton e Rossi (1965). Sono stati prelevati 200 µl di campione opportunamente diluito in acqua, e a questi è stato aggiunto 1 ml di reagente di Folin-Ciocalteu diluito 1/10 in acqua. Successivamente sono stati aggiunti 800 µl di una soluzione 7.5% p/v NaCO<sub>3</sub> con successiva incubazione in stufa a 40°C per 30 minuti. Si è proceduto quindi alla lettura spettrofotometrica a 725 nm. La curva di taratura è stata preparata mediante diluizioni seriali di acido gallico in un range di 0.0125 - 0.2 mg/ml.

#### **5.4.3. STABILITA' PROTEICA**

Tale test permette di conoscere la stabilità proteica di un vino mediante riscaldamento e lettura della torbidità con il nefelometro (NTU) (Hach 2100P turbidimeter).

Sono stati utilizzati due metodi riportati in letteratura, che differiscono per il tempo di riscaldamento e quello successivo di raffreddamento.

Il vino è stato filtrato a 0.45 µm per eliminare la torbidità naturalmente presente ed è stata misurata la torbidità con nefelometro. Il vino è stato quindi messo in provette di vetro a chiusura ermetica e riscaldato a 80°C per 6 h in stufa e raffreddato per 12 h a 4 °C (Pocock e Rankine, 1973). Alla fine del raffreddamento, fase in cui si sviluppano i flocculi, si esegue nuovamente la lettura della torbidità con il nefelometro.

Per convenzione si definisce un vino stabile quando la differenza di torbidità prima e dopo il trattamento termico è inferiore ai 2 NTU.



#### **5.4.4. STABILITA' TARTARICA**

La stabilità tartarica è stata misurata mediante il test dell'isoterma con lo strumento Tartarcheck (Bullio). 20 ml di vino sono stati introdotti nella celletta dello strumento e, sotto continua agitazione, sono stati portati a 0°C. A questo punto sono stati aggiunti 300 mg di potassio idrogeno tartrato micronizzato che fornisce i nuclei di cristallizzazione per la precipitazione dell'acido tartarico. L'entità della precipitazione è stata seguita mediante la diminuzione della conducibilità della soluzione. La caduta di conducibilità dopo 10 minuti è utilizzata per determinare il livello di stabilità secondo opportune tabelle:

|                |              |
|----------------|--------------|
| <30 $\mu$ S,   | stabilissimo |
| 30-50 $\mu$ S, | stabile      |
| 50-70 $\mu$ S, | a rischio    |
| >70 $\mu$ S,   | instabile    |

#### **5.4.5. SCHIUMABILITA'**

Lo scopo di questa prova è di valutare la qualità della schiuma del vino, nel momento in cui viene insufflata anidride carbonica.

Lo strumento utilizzato è stato il Mosalux modificato (Maujean A. et al. , 1988) che consiste in una colonna di vetro, contenente il vino da esaminare, con alla base un setto poroso (101-160 $\mu$ m), che mantiene separata l'anidride carbonica dal vino, ed un rubinetto, necessario a bloccare il flusso di gas. Alla colonna viene collegata una bombola di anidride carbonica regolata ad una determinata pressione e flusso.

La prova si è svolta immettendo nella colonna 50 ml di campione, in seguito è stato aperto il gas, regolato a 1 bar di pressione e a 110 ml/min di flusso.

Una volta aperto il gas, l'altezza della schiuma è stata registrata a intervalli di 15 secondi per un tempo totale di 15 minuti. Trascorsi i 15 minuti, è stato bloccato il flusso di gas ed è stato registrato il tempo necessario affinché la schiuma scomparisse completamente.

#### **5.4.6. ANALISI STATISTICA**

Nel capitolo Risultati e Discussione, è stata applicata un'analisi statistica mediante ANOVA.

Il programma utilizzato è XLSTAT.

#### **5.4.7. ANALISI SENSORIALE**

L'analisi è stata condotta presso l'aula di valutazione sensoriale del C.I.R.V.E. presso il Campus di Conegliano da un panel composto da otto enologi, guidato dalla Dott. Deborah Franceschi panel leader.

I vini testati, Friulano e Prosecco, sono stati valutati tramite un test a punti, riportando i descrittori tipici delle varietà, utilizzando una scala astrutturata per ogni parametro da 0 a 10, dove era richiesto di valutare l'intensità di ogni descrittore.

Le schede utilizzate per l'analisi del Prosecco e del Friulano sono riportate di seguito:



NUMERO CAMPIONE

CODICE PERSONALE

PROFILO SENSORIALE DEL PROSECCO DOC

COLORE

intensità colorante min \_\_\_\_\_ max

OLFATTO

intensità olfattiva min \_\_\_\_\_ max

glicine / acacia min \_\_\_\_\_ max

rosa min \_\_\_\_\_ max

limone min \_\_\_\_\_ max

mela min \_\_\_\_\_ max

banana/ananas min \_\_\_\_\_ max

vegetale fresco min \_\_\_\_\_ max

GUSTO

intensità gustativa min \_\_\_\_\_ max

acidità min \_\_\_\_\_ max

sapidità min \_\_\_\_\_ max

GIUDIZIO COMPLESSIVO min \_\_\_\_\_ max

Commenti: \_\_\_\_\_

---

---

grazie per la collaborazione



NUMERO CAMPIONE

CODICE PERSONALE

**Profilo Sensoriale del Friulano**

**COLORE**

*intensità colorante* \_\_\_\_\_  
min max

**OLFATTO**

*intensità olfattiva* \_\_\_\_\_  
min max

*fiori bianchi\** \_\_\_\_\_  
min max

*ananas/melone* \_\_\_\_\_  
min max

*pera/mela* \_\_\_\_\_  
min max

*pesca/albicocca* \_\_\_\_\_  
min max

*salvia* \_\_\_\_\_  
min max

*tè* \_\_\_\_\_  
min max

*mandorla* \_\_\_\_\_  
min max

**GUSTO-TATTO**

*intensità gustativa* \_\_\_\_\_  
min max

*salato* \_\_\_\_\_  
min max

*acido* \_\_\_\_\_  
min max

*morbido* \_\_\_\_\_  
min max

**GIUDIZIO COMPLESSIVO**

\_\_\_\_\_  
min max

*\* fiori bianchi = indicare quale fiore si percepisce:*

*Commenti:* \_\_\_\_\_

*Grazie per la collaborazione*

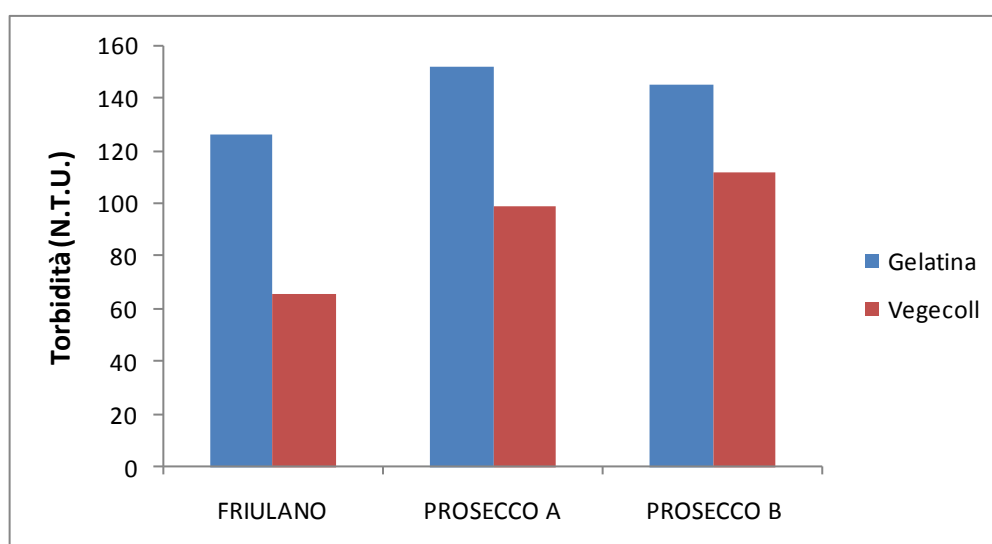
I risultati sono poi stati elaborati su un grafico a radar o spider-plot.

## 6. RISULTATI E DISCUSSIONE

### 6.1. ANALISI DEI MOSTI

Prima della filtrazione per l'esecuzione delle analisi chimiche, sui mosti ottenuti dalla flottazione e prima dell'inoculo dei lieviti per la fermentazione, è stata eseguita un'analisi della torbidità tramite nefelometro (HACH). I risultati sono espressi in NTU (Nephelometric Turbidity Units). Questo permette già di valutare se i due diversi tipi di chiarificanti utilizzati hanno avuto un effetto illimpidente diverso (a parità di trattamento con flottatore).

In tutti e tre i tipi di mosto utilizzati, il trattamento con Vegecoll ha mostrato un effetto illimpidente maggiore rispetto all'analogo trattamento con gelatina (Figura 1).



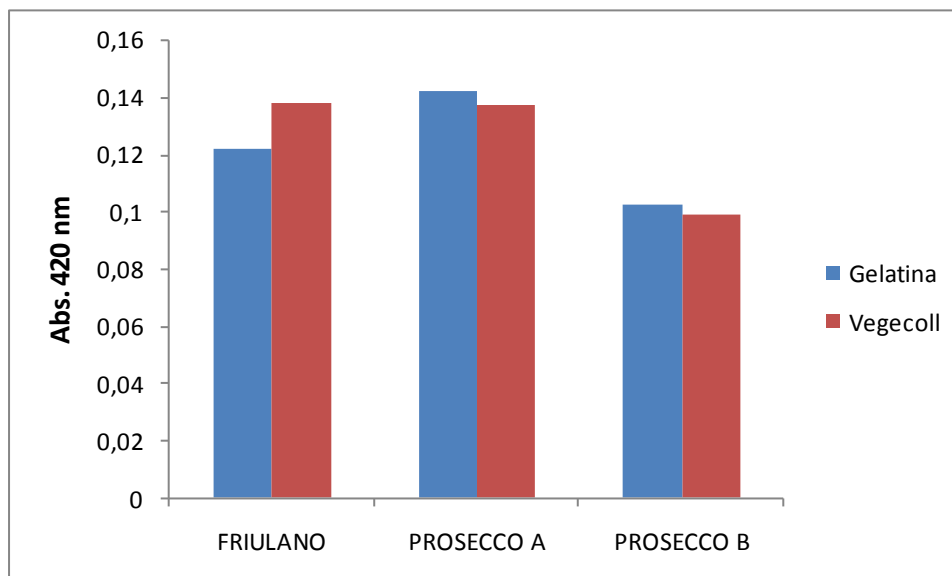
**Figura 1.** Analisi della torbidità nei tre mosti alla fine della flottazione con i due diversi chiarificanti.

In particolare la rimozione di torbidità da parte del Vegecoll è risultata maggiore della gelatina di 23% nel Prosecco B fino ad arrivare addirittura a un 48% per il Friulano. Questo conferma la potenzialità della proteina di patata come coadiuvante nell'illimpidimento e suggerisce che questo tipo di chiarificante può essere utilizzato con efficacia anche in associazione con la flottazione, dando dei risultati anche migliori rispetto alla gelatina.

Successivamente alla misurazione della torbidità, i campioni sono stati filtrati per eseguire le analisi chimiche.

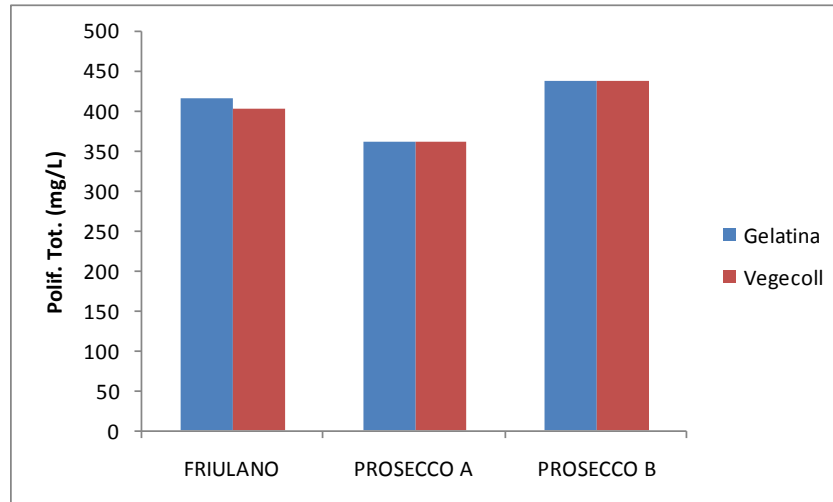
Considerando che i chiarificanti, oltre ad avere un effetto puramente fisico sulla rimozione delle particelle colloidali, potrebbero anche interagire con le componenti chimiche del mosto apportando modifiche anche nelle caratteristiche organolettiche, è stata eseguita un'analisi della componente polifenolica.

Il primo parametro valutato è l'assorbanza a 420 nm, che dà indicazioni sull'intensità del colore giallo del mosto. I dati sono riportati in Figura 2. Ad eccezione del mosto Friulano, nel quale il trattamento con Vegecoll causa un aumento del colore giallo, nei due mosti di Prosecco la proteina vegetale ha avuto un effetto di rimozione del colore leggermente superiore alla gelatina. L'effetto sui mosti di Prosecco conferma l'azione di rimozione delle componenti ossidate e ossidabili dei mosti, come dichiarato dai produttori del Vegecoll. Il diverso comportamento del mosto di Friulano potrebbe essere conseguente alla diversa composizione fenolica (legata alla varietà, allo stato sanitario delle uve, ecc.) del mosto di partenza.



**Figura 2.** Analisi dell'assorbanza a 420 nm nei tre mosti alla fine della flottazione con i due diversi chiarificanti.

E' stata eseguita anche l'analisi dei polifenoli totali per via colorimetrica, per avere un dato più preciso sull'effettiva rimozione dei composti fenolici da parte dei due chiarificanti (Figura 3).



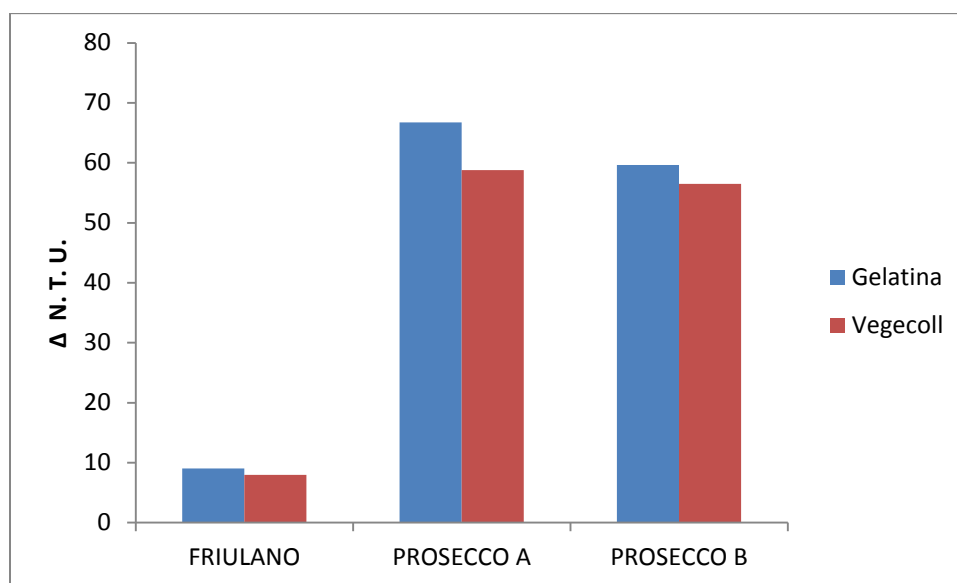
**Figura 3.** Analisi dei polifenoli totali (espressi in mg/l di Gallic Acid Equivalents) nei tre mosti alla fine della flottazione con i due diversi chiarificanti.

In questo caso si può osservare come, in effetti, nei due mosti di Prosecco la rimozione di polifenoli sia uguale nel caso di uso di gelatina o di Vegecoll, quindi la rimozione di colore giallo osservata in Figura 2 è da imputare proprio a una rimozione selettiva dei composti ossidati.

Al contrario, nel caso del Friulano, la proteina vegetale ha rimosso più polifenoli totali rispetto alla gelatina, ma nonostante ciò l'assorbanza a 420 nm è addirittura aumentata, indicando che in questo tipo di mosto il Vegecoll ha addirittura causato un principio di ossidazione, assente invece nel mosto trattato con gelatina.

Infine è stato eseguito un test per determinare la stabilità proteica. Ad eccezione della bentonite, in genere i chiarificanti non hanno un effetto di rimozione sulle proteine. Perciò, soprattutto nel caso di surcollaggio o di presenza di residui delle proteine usate per la chiarifica, l'instabilità proteica potrebbe essere addirittura aumentata. Questo è il motivo per cui spesso un collaggio proteico è seguito da un trattamento con bentonite, che facilita la sedimentazione per effetto fisico e permette, allo stesso tempo, di rimuovere eventuali residui solubili delle proteine chiarificanti.

E' stato eseguito un test a caldo senza aggiunta di tannini, utilizzando un protocollo ampiamente validato in letteratura (Figura 4). Questo test generalmente viene utilizzato su vini, mentre non è altrettanto diffuso come test di valutazione sui mosti, dove potrebbe causare delle leggere sovrastime nel dosaggio di bentonite. Si è comunque ritenuto opportuno effettuare questa analisi anche sui mosti, in modo da valutare l'eventuale effetto dei chiarificanti nel momento immediatamente successivo al trattamento. Infatti, con la fermentazione, una parte delle proteine solubili derivanti dall'uva subisce una naturale denaturazione e precipitazione (per effetto del pH, dell'etanolo, dell'azione enzimatica dei lieviti, ecc.) e si correrebbe il rischio di mascherare l'eventuale effetto sulla stabilità proteica da parte dei chiarificanti.



**Figura 4.** Test a caldo per la stabilità proteica eseguito sui mosti trattati con i diversi chiarificanti. E' riportato il valore di differenza di torbidità tra il campione prima e dopo il riscaldamento.

Si può notare innanzitutto come la quantità di torbidità sviluppata nel Friulano sia decisamente più bassa rispetto a quella invece formatasi nei due mosti di Prosecco. Questo è molto probabilmente imputabile alla differenza varietale, che incide molto sul contenuto di proteine instabili. Comunque in tutti e tre i casi si può notare un leggero effetto stabilizzante del Vegecoll nei confronti della gelatina, in particolare per il Prosecco A. Questo dato potrebbe risultare anomalo, in quanto non sono noti casi di proteine in grado di rimuovere proteine dal vino. Si potrebbe però ipotizzare un effetto stabilizzante di un eventuale residuo di Vegecoll in soluzione, in quanto è noto che il componente principale dell'estratto di patata è la cosiddetta patatina, una proteina glicosilata in cui il mannosio costituisce oltre il 40% degli zuccheri (Sonnewald U. et al., 1989) e che potrebbe avere un effetto stabilizzante contro la

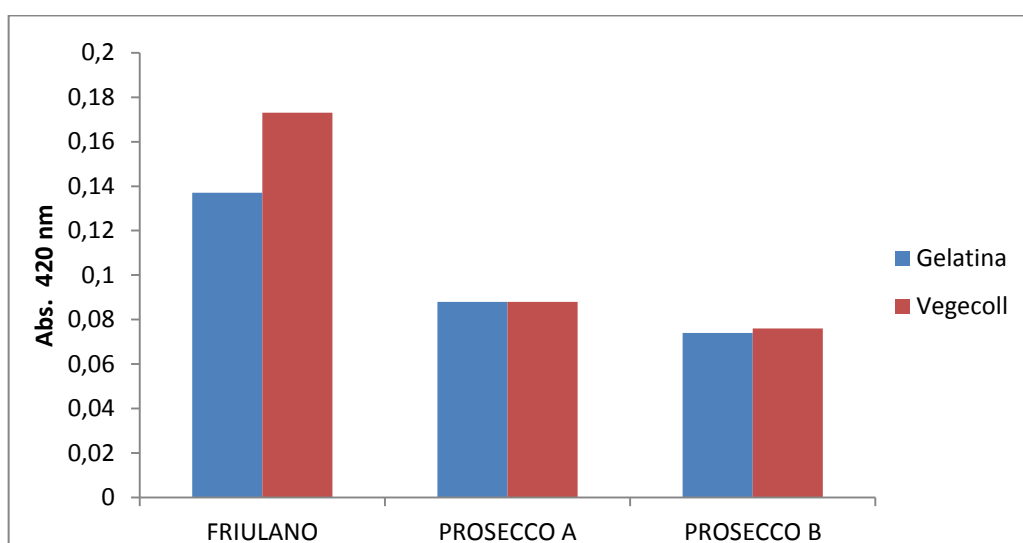


precipitazione proteica al pari delle mannoproteine che derivano dai lieviti, per le quali è stato ampiamente studiato e confermato l'effetto stabilizzante.

## 6.2. ANALISI DEI VINI A FINE FERMENTAZIONE

A fine fermentazione, sono state eseguite nuovamente le analisi dell'assorbanza, dei polifenoli totali e della stabilità proteica e tartarica.

Il primo parametro valutato è stata l'assorbanza a 420 nm, che dà indicazioni sull'intensità del colore giallo. I dati sono riportati in Figura 5. Viene confermato l'aumento di colore nel Friulano con l'uso del Vegecoll, mentre nei due Proseccchi la differenza tra le due tesi è quasi nulla. Nel caso dei Proseccchi si è verificata anche una diminuzione del giallo significativa rispetto ai mosti. Questo fatto potrebbe essere dovuto all'effetto riducente della fermentazione. Nel caso del Friulano il leggero aumento rispetto al mosto potrebbe essere dovuto all'operazione di ossigenazione che è stata effettuata solo su questo mosto durante la fermentazione, per contrastare un eccesso di riduzione percepito all'olfatto.

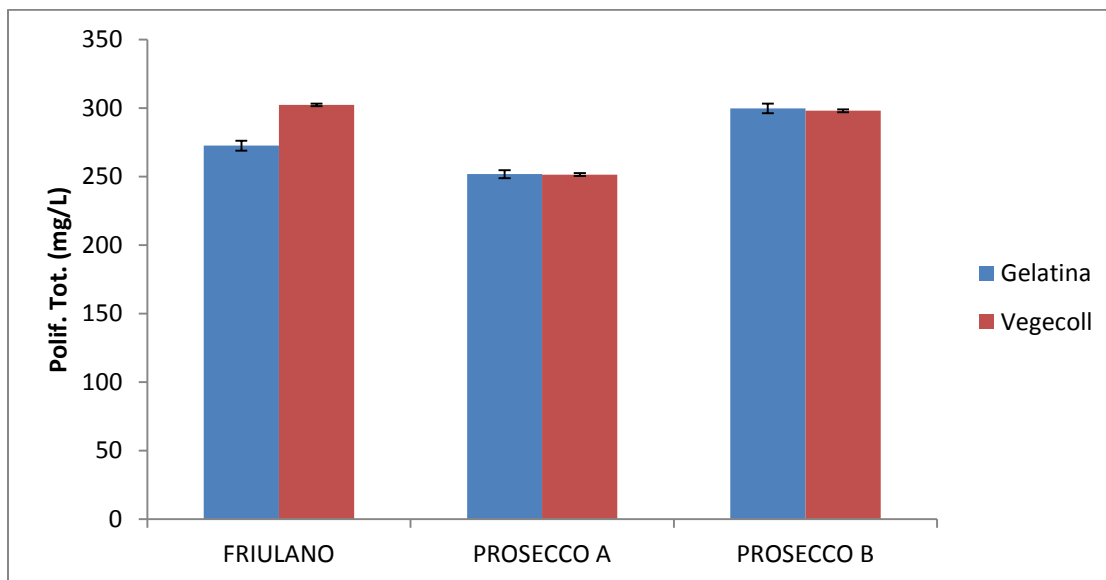


**Figura 5.** Analisi dell'assorbanza a 420 nm nei tre vini a fine fermentazione con i due diversi chiarificanti.

L'analisi dei polifenoli totali per via colorimetrica, è stata eseguita sul vino a fine fermentazione per verificare la presenza dei composti fenolici nelle due tesi a confronto (Figura 6). Confrontando i valori con i rispettivi mosti, è stata osservata una diminuzione in tutti i casi pari

a circa un terzo dei polifenoli totali. Questo effetto è dovuto probabilmente anche a una rimozione dei polifenoli adsorbiti sulle pareti dei lieviti. E', infatti, noto che le componenti polisaccaridiche delle pareti dei lieviti sono in grado di interagire con diversi composti fenolici.

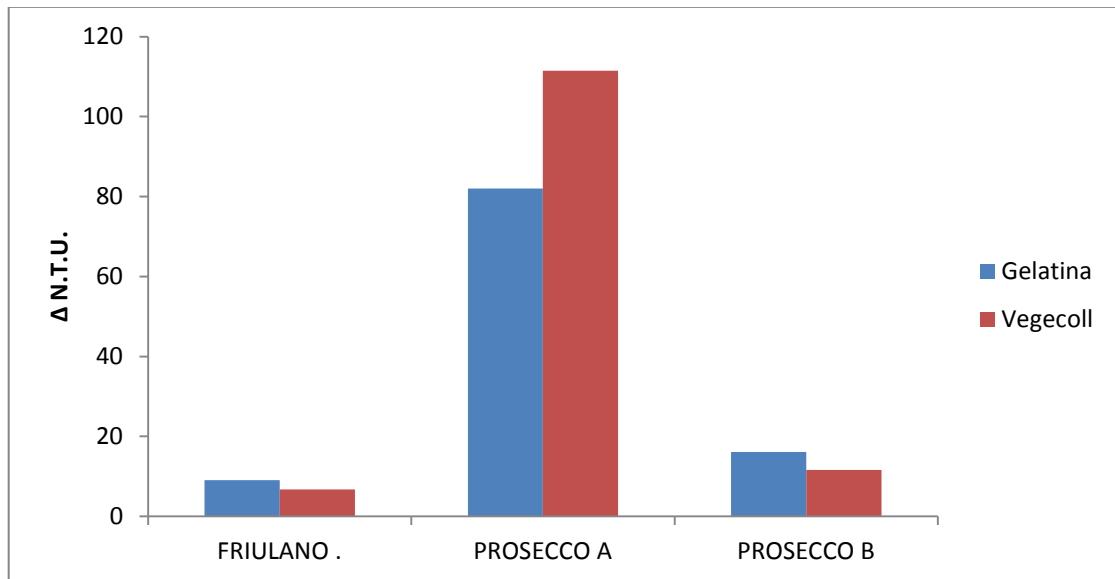
Questa rimozione è stata evidente anche sul Friulano, nonostante l'assorbanza a 420 nm sia in realtà aumentata con la fermentazione. Questo conferma quindi che l'ossigenazione operata durante la fermentazione ha causato un'ossidazione dei polifenoli. Confrontando le tesi tra loro, si conferma anche che i due chiarificanti non hanno avuto effetti diversi per quanto riguarda il Prosecco, mentre per il Friulano, rispetto al mosto di partenza, la tesi trattata con gelatina ha avuto una perdita di polifenoli significativamente maggiore rispetto a quella trattata con Vegecoll.



**Figura 6.** Analisi dei polifenoli totali (espressi in mg/L di Gallic Acid Equivalents) nei tre vini alla fine della fermentazione con i due diversi chiarificanti.

Per determinare la stabilità proteica è stato eseguito un test a caldo con lo stesso protocollo utilizzato per i mosti, i cui risultati sono riassunti (Figura 7). Nel Friulano il valore già basso in partenza è stato sostanzialmente confermato, mentre vi è stata una notevole diminuzione nel Prosecco B verosimilmente dovuto all'azione dei lieviti e alla successiva precipitazione. E', infatti, riportato in letteratura che in genere la fermentazione, a causa dell'aumento del contenuto alcolico e all'azione enzimatica dei lieviti, causa una diminuzione del contenuto proteico e, di conseguenza, dell'instabilità. Questo rende ancora più strano il caso del Prosecco A, dove l'instabilità risulta addirittura aumentata rispetto allo stesso test eseguito sul mosto.

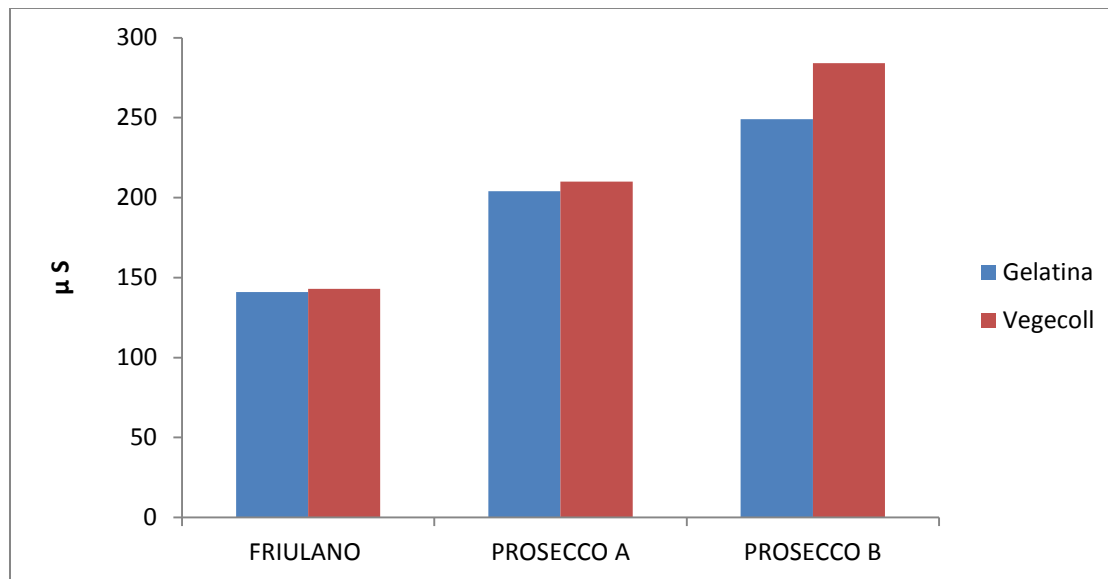
Escludendo un eventuale errore sperimentale, una possibile spiegazione potrebbe essere che in questa fase di fermentazione non ancora del tutto completata, fossero presenti nel mosto-vino metaboliti dei lieviti in grado di creare interferenza con il test di stabilità. Ad eccezione di questo caso anomalo, comunque si conferma per gli altri due vini un effetto leggermente stabilizzante del Vegecoll rispetto all'analogo trattamento con gelatina.



**Figura 7.** Test a caldo per la stabilità proteica eseguito sui vini a fine fermentazione trattati con i diversi chiarificanti. E' riportato il valore di differenza di torbidità tra il campione prima e dopo il riscaldamento.

Si è eseguito il test della stabilità tartarica, i cui risultati sono presentati nella Fig. 8. I vini sono notevolmente instabili e non potrebbe essere stato altrimenti visto l'elevata acidità fissa dei mosti influenzata dall'andamento climatico e dell'anticipo nella raccolta per evitare ulteriori danni da muffe. Inoltre in questa fase i vini non sono ancora stati sottoposti alla stabilizzazione tartarica per mezzo dell'abbassamento della temperatura. In generale il trattamento con Vegecoll ha mantenuto in soluzione una maggiore quantità di tartrati, soprattutto nel caso del Prosecco B. Questo potrebbe essere dovuto a un leggero effetto stabilizzante del Vegecoll. Com'è già stato detto in precedenza nel caso della stabilità proteica, anche in questo caso la natura glicoproteica della patatina potrebbe avere un effetto tecnologico: infatti, le glicoproteine, in particolare sono state studiate molto le mannoproteine dei lieviti, sono in grado di aumentare la stabilità tartarica inibendo la crescita dei cristalli. Alcuni prodotti enologici (ad esempio, Mannostab) sono degli estratti di lievito che sfruttano proprio questa

capacità delle mannoproteine di aumentare la stabilità tartarica. Non è quindi da escludere che un piccolo residuo in soluzione di patatina possa svolgere un'azione protettiva al pari delle mannoproteine dei lieviti.

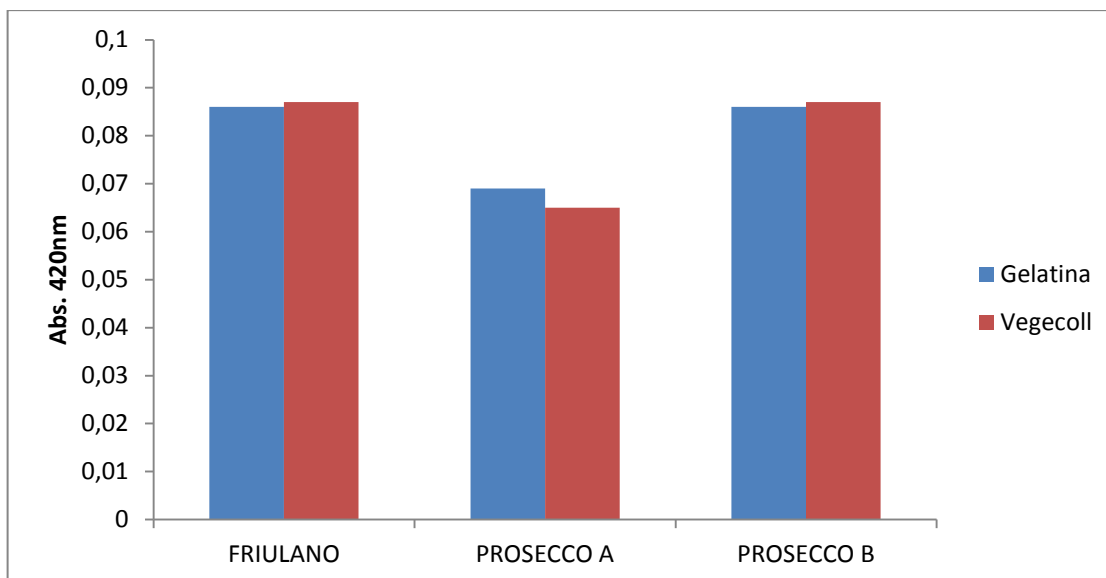


**Figura 8.** Test per la stabilità tartarica eseguito sui vini a fine fermentazione trattati con i diversi chiarificanti. E' riportata la caduta del valore della conducibilità elettrica.

### 6.3. ANALISI DEI VINI A 7 GIORNI DAL PRIMO TRAVASO

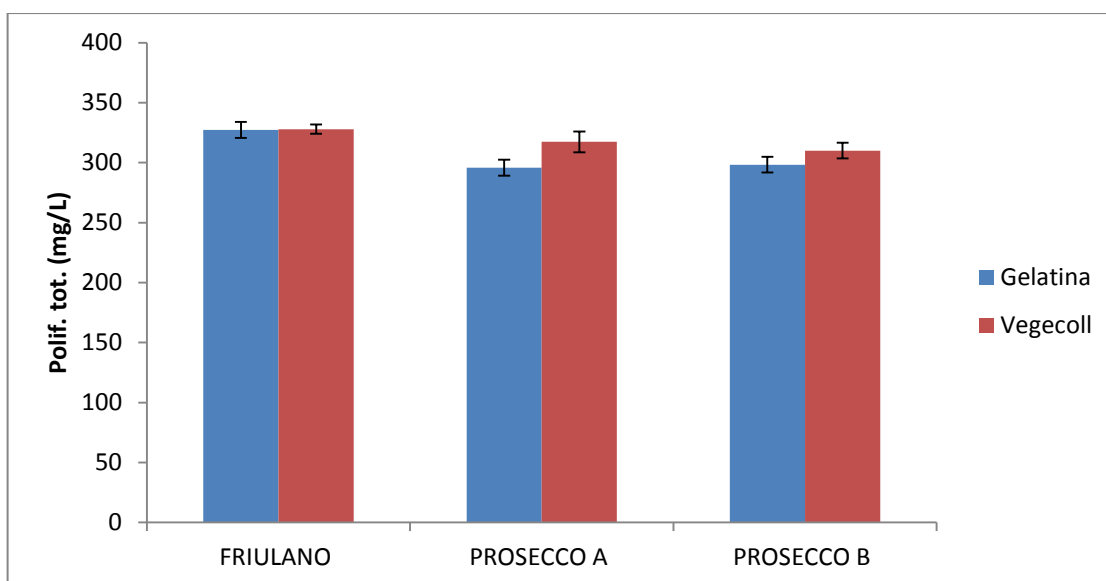
Dopo alcuni giorni dalla fine della fermentazione, si è proceduto al travaso dei vini per separare la feccia di fermentazione. Si sono attesi ulteriori sette giorni per dare modo alle particelle più fini ancora in sospensione di depositarsi sul fondo della vasca e quindi si è proceduto al prelievo dei campioni per l'analisi.

L'assorbanza a 420 nm ha rilevato che in almeno due casi (Friulano e Prosecco A) vi è stata, come atteso, un'ulteriore diminuzione del colore giallo dovuta all'eliminazione delle fecce di fermentazione. Nel Prosecco B si è riscontrato invece un lieve incremento del colore, forse a causa di una leggera ossidazione durante le fasi di travaso. Per quanto riguarda l'effetto dei due chiarificanti non si rilevano differenze significative. Questo accade anche nel caso del Friulano, dove il trattamento con Vegecoll sembrava aver causato una maggiore ossidazione. E' quindi evidente che i passaggi successivi alla fermentazione e in particolare i travasi che permettono di allontanare anche gli eventuali composti ossidati, riducono le piccole differenze riscontrate sui mosti.



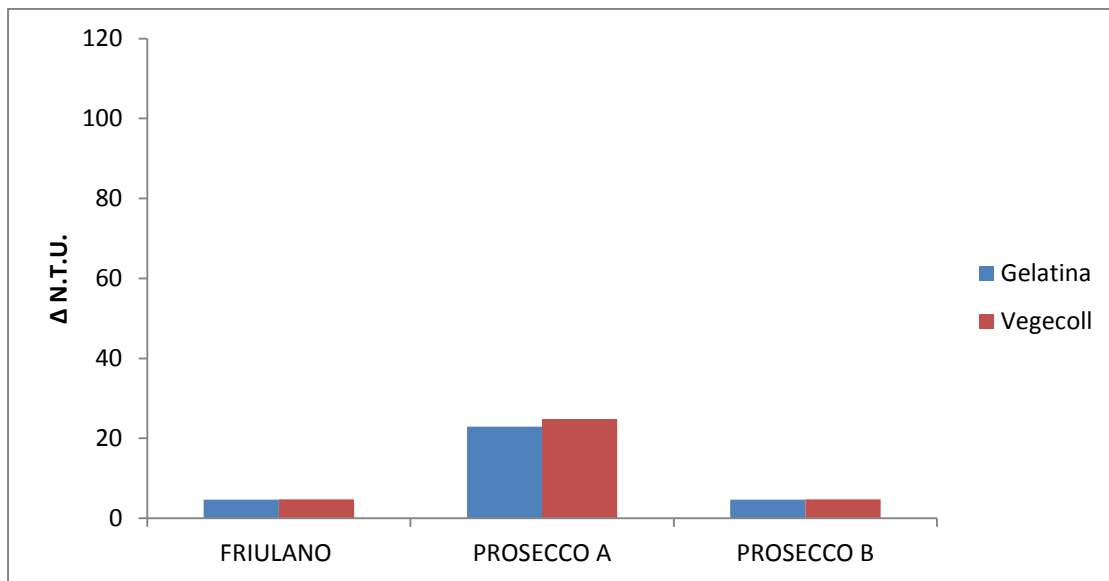
**Figura 9.** Analisi dell'assorbanza a 420 nm nei tre vini a 7 giorni dal primo travaso con i due diversi chiarificanti.

Dall'analisi dei polifenoli totali riportata in Fig. 10 risulta che in generale questa classe di molecole tende leggermente ad aumentare rispetto al prelievo precedente, forse a causa dell'inizio di disgregazione delle cellule di lievito, con il conseguente rilascio di una parte dei polifenoli precedentemente adsorbiti durante la fermentazione. Le differenze tra i due agenti chiarificanti sono minime e scarsamente significative, anche per il Friulano, confermando che le fasi di travaso hanno come effetto quello di uniformare le caratteristiche cromatiche dei vini.



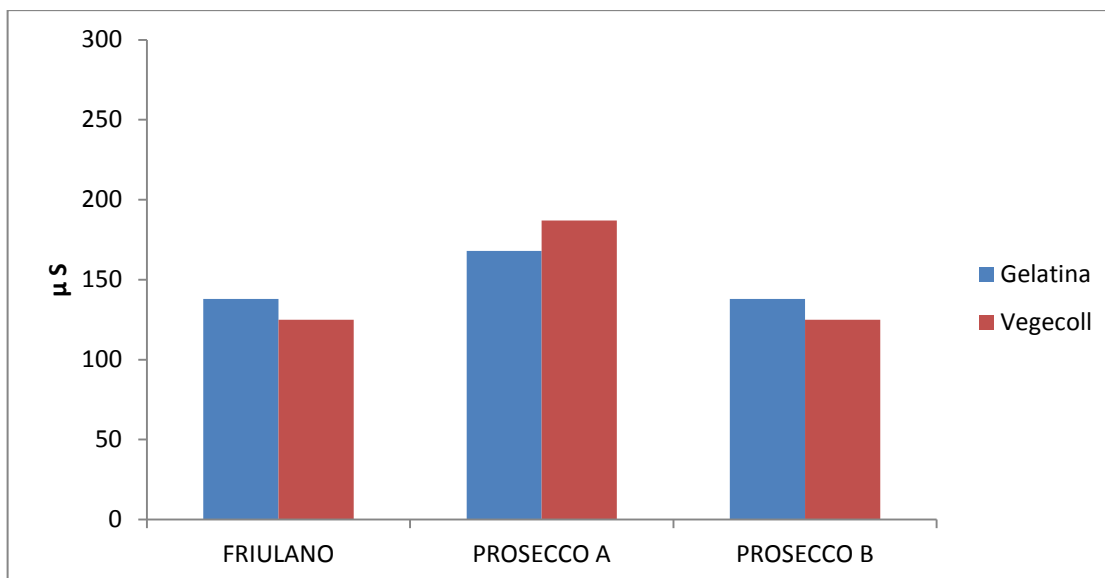
**Figura 10.** Analisi dei polifenoli totali (espressi in mg/L di Gallic Acid Equivalents) nei tre vini a 7 giorni dal primo travaso con i due diversi chiarificanti.

Per quanto riguarda la stabilità proteica i valori sono notevolmente diminuiti (Fig. 11) rispetto al prelievo precedente, confermando che durante la fermentazione avviene generalmente una prima fase di parziale stabilizzazione naturale. Questo è accaduto anche per il Prosecco A, che al prelievo a fine fermentazione aveva mostrato dei dati anomali. Questo fenomeno ha portato il vino Friulano e il Prosecco B quasi a stabilità completa, mentre il Prosecco A ha mantenuto una certa instabilità, che richiederà in futuro un trattamento con bentonite. Le differenze tra le due tesi sono minime per tutti i vini.



**Figura 11.** Test a caldo per la stabilità proteica eseguito sui vini travasati trattati con i diversi chiarificanti. E' riportato il valore di differenza di torbidità tra il campione prima e dopo il riscaldamento.

Come era da attendersi, con la naturale diminuzione stagionale della temperatura del vino in cantina, è iniziata la precipitazione dei sali, con riduzione dell'instabilità tartarica. Tale diminuzione è stata in generale proporzionale al livello d'instabilità iniziale, per cui è stata minima nel Friulano, più decisa nel Prosecco A e notevole nel Prosecco B (Fig. 12). L'effetto dei due agenti chiarificanti che vedeva una modesta maggiore instabilità per la tesi Vegecoll, si è capovolto in due vini su tre ed è quindi possibile che le differenze siano dovute a fattori diversi riconducibili forse a differenti diminuzioni delle temperature delle vasche. Il reale effetto delle due tesi andrebbe ovviamente verificato sui vini al termine della stabilizzazione a freddo.



**Figura 12.** Test per la stabilità tartarica eseguito sui vini travasati trattati con i diversi chiarificanti. E' riportata la caduta del valore della conducibilità elettrica.

#### 6.4. SCHIUMABILITA'

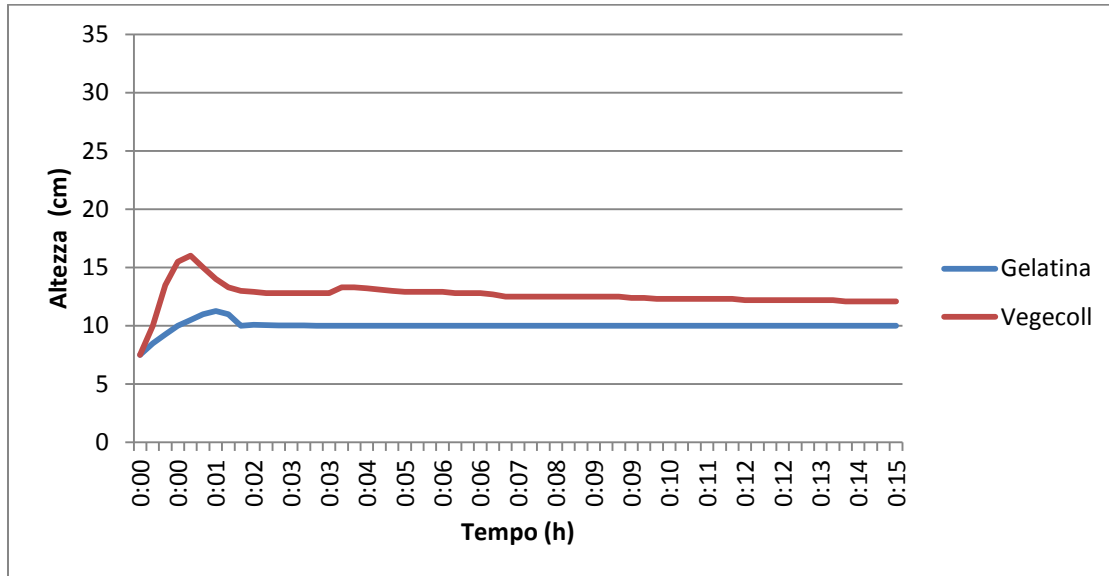
Si è valutata anche la schiumabilità dei vini per capire se l'azione dei due diversi chiarificanti abbia avuto un'influenza statisticamente significativa. Questo aspetto potrebbe essere importante soprattutto per il Prosecco, prodotto destinato alla spumantizzazione.

Per quanto riguarda i due Friulani, l'altezza della schiuma non è particolarmente elevata. Addirittura nel caso della tesi trattata con gelatina, è a malapena percepibile la formazione del picco. In questo caso il Vegecoll ha causato un evidente aumento sia del picco di schiuma (quasi 6 cm) che dell'altezza alla stabilità (dopo 15 minuti) (Fig. 13).

La durata della schiuma alla fine dell'erogazione dell'anidride carbonica è stata di 6 sec per il campione "gelatina" e 13 sec per quello "Vegecoll". Il trattamento con la patatina ha mostrato, quindi, in tutti tre i parametri considerati un miglioramento delle caratteristiche della schiumabilità. Questi dati non sono del tutto inattesi, in quanto è noto che la patatina ha delle notevoli proprietà schiumogene, tanto da essere utilizzata proprio per questo motivo in ambito alimentare.

Rimane da sottolineare che il vino in questione non è destinato alla spumantizzazione e quindi un miglioramento delle caratteristiche della schiuma non costituisce un fattore di qualità.

Nonostante questo è importante dal punto di vista sperimentale osservare come un trattamento di chiarifica con proteine diverse possa influenzare anche questo aspetto.

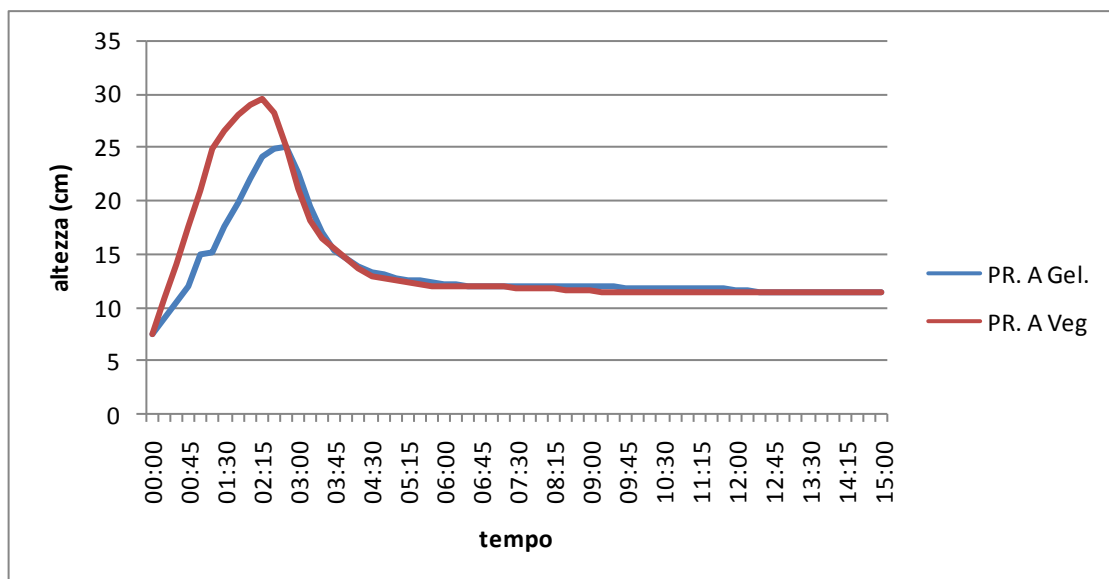


**Figura 13.** Prova di schiumabilità eseguita sui vini Friulano trattati con i diversi chiarificanti.

Ben altro peso ha la schiumabilità nei campioni di Prosecco, che sono destinati alla spumantizzazione. In entrambe le partite il valore di base è decisamente superiore al Friulano, indicando già in questa fase una maggiore attitudine di questa varietà alla spumantizzazione.

Nel caso del Prosecco A, la chiarifica con il Vegecoll ha confermato un effetto positivo sulla schiumabilità, in particolare sull'altezza della schiuma che aumenta di ulteriori 5 cm rispetto al vino trattato con gelatina (Fig. 14). La persistenza e la durata di schiuma invece non sono state modificate dai diversi chiarificanti.

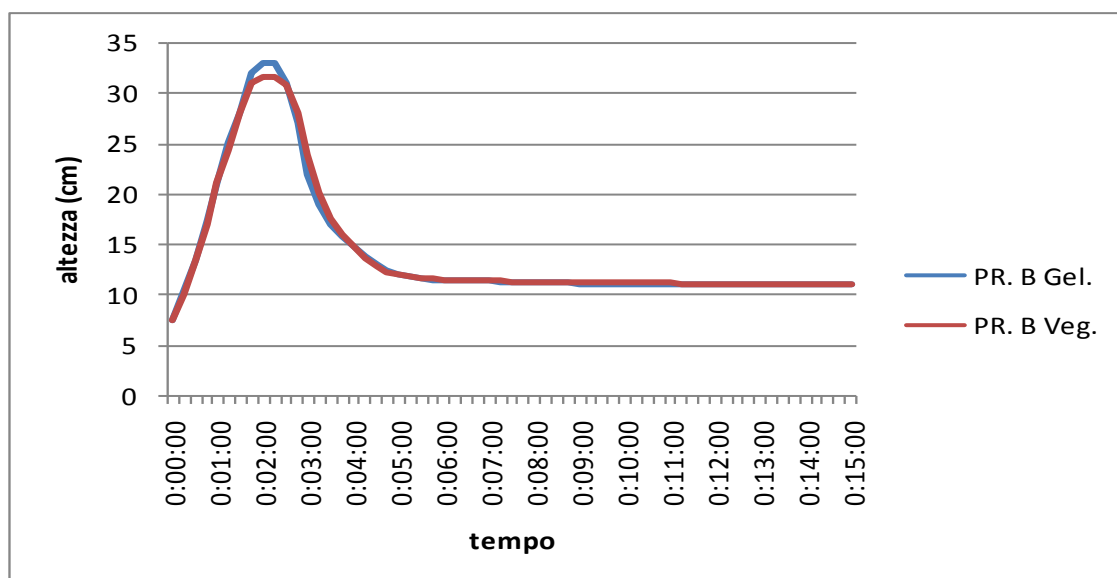




**Figura 14.** Prova di schiumabilità eseguita sul vino Prosecco A trattato con i diversi chiarificanti.

Al contrario, sul Prosecco B il trattamento con Vegecoll non ha portato a un ulteriore miglioramento della schiuma rispetto alla gelatina (Fig. 15). Va però considerato che questo vino mostrava già dei valori elevati di altezza della schiuma (superiori a 30 cm), per cui la presenza di residui di patatina potrebbe non portare nessun miglioramento perché il sistema è già a saturazione.

Questo particolare aspetto del trattamento con Vegecoll, che non è mai stato studiato prima, potrebbe costituire un parametro di qualità importante nella scelta del chiarificante da utilizzare. Si avrebbe quindi il vantaggio di avere un miglioramento della schiumabilità, semplicemente facendo un trattamento di chiarifica durante l'illimpidimento del mosto, senza rischi di sovradosaggio.



**Figura 15.** Prova di schiumabilità eseguita sul vino Prosecco B trattato con i diversi chiarificanti.

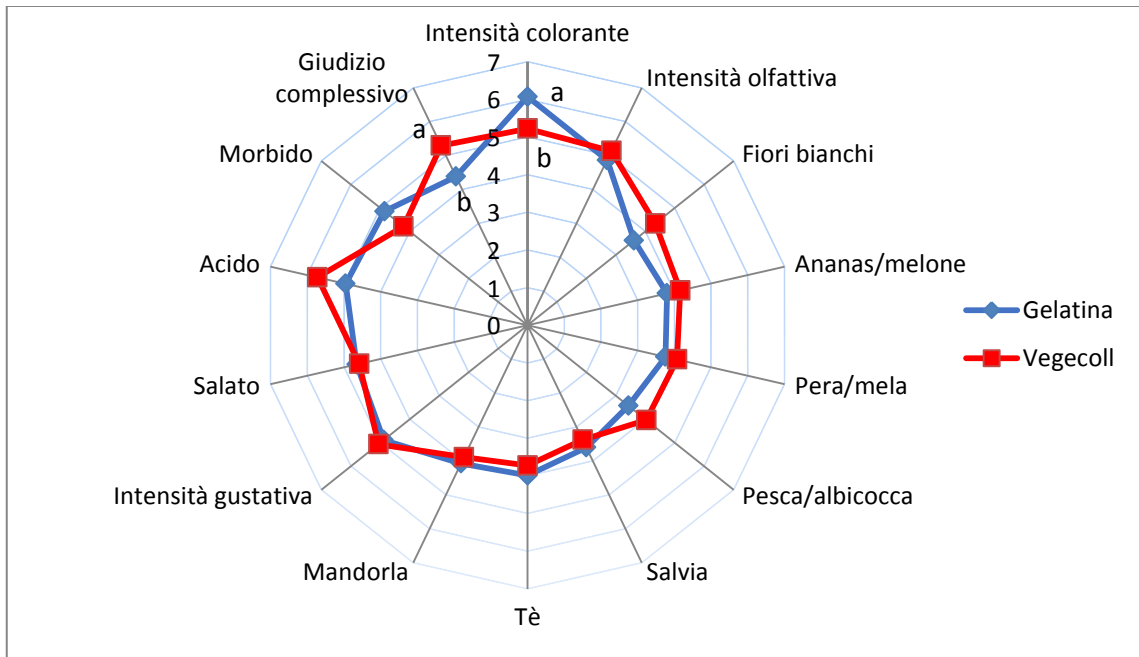
## 6.5. ANALISI SENSORIALE DEI VINI LIMPIDI

Oltre ai dati analitici, una notevole importanza è da attribuire ovviamente alla valutazione sensoriale. Il consumatore è il giudice ultimo del prodotto e non è sufficiente un perfetto rapporto analitico per garantire l'apprezzamento di un vino. Si sono valutati, secondo una procedura standard e con la collaborazione di un panel esperto, i vari vini oggetto di questa tesi e i risultati sono riassunti nei diagrammi che seguono.

La degustazione è stata eseguita su campioni prelevati ai primi di dicembre da vasca, non filtrati né sottoposti ad alcun trattamento. Le valutazioni ottenute, mediamente modeste, scontano sicuramente la precocità della degustazione e la scarsa qualità dell'annata 2014, caratterizzata da condizioni climatiche avverse in Friuli, che non hanno riscontro a memoria d'uomo.

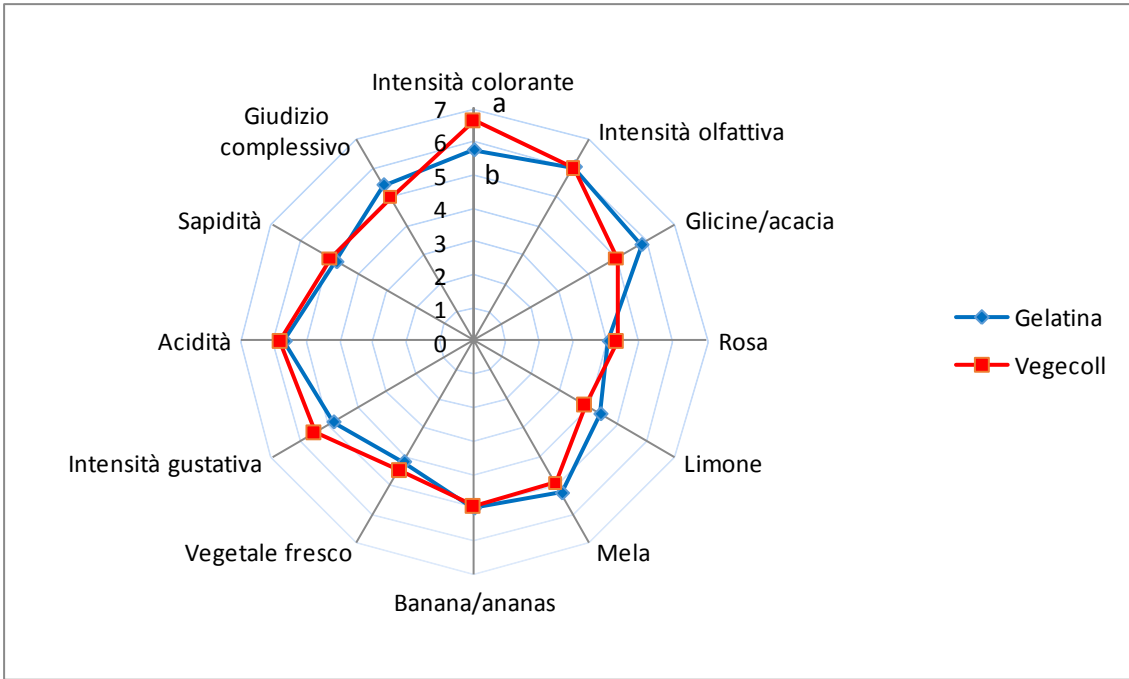
Per quanto riguarda il Friulano, l'analisi ANOVA sui dati sensoriali ha evidenziato che le due tesi sono state differenziate in maniera significativa ( $p < 0.05$ ) solo per i parametri intensità colorante e giudizio complessivo (Fig.16). In particolare, nonostante l'assorbanza a 420 nm non mostrasse differenze tra i due chiarificanti (Fig. 9), alla prova sensoriale il campione chiarificato con Vegecoll ha dimostrato una minore intensità colorante. Questa differenza può essere dovuta al fatto che l'analisi sensoriale è stata eseguita a distanza di oltre due mesi, tempo nel quale potrebbe essere avvenuta una ulteriore ossidazione dei vini. Questo risultato

confermerebbe quindi che il Vegecoll ha un effetto protettivo nei confronti dell'ossidazione (almeno nel medio periodo). Questo parametro influenza sicuramente anche il giudizio complessivo, che ha premiato il vino trattato con Vegecoll.



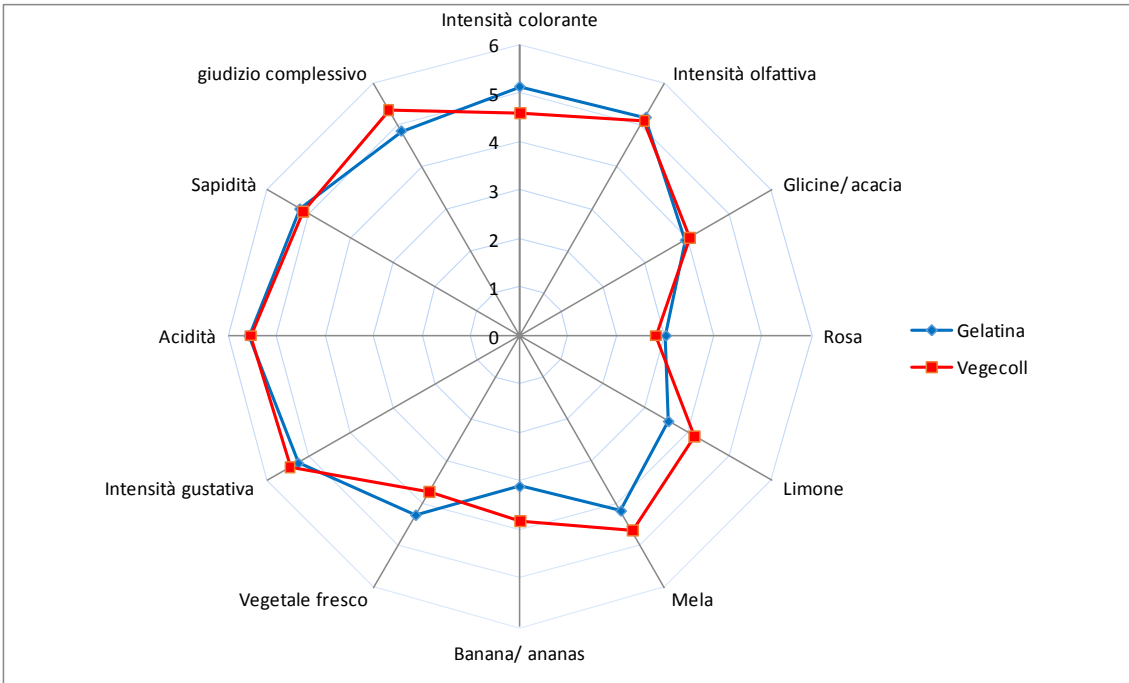
**Figura 16** – Valutazione del vino Friulano sottoposto alla degustazione di un panel esperto. Parametri indicati con lettere diverse (a e b) sono da considerarsi significativamente differenti ( $p < 0.05$ ).

Per quanto riguarda il Prosecco A, che era il meno maturo dei due vini di questa varietà, le differenze significative sono state limitate al parametro Intensità colorante (Fig. 17). Al contrario di quanto osservato per il Friulano, in questo caso il vino valutato più carico di colore è stato proprio quello trattato con Vegecoll. Questo diverso comportamento del chiarificante su vari vini è da imputare probabilmente alla diversa composizione chimica, e soprattutto polifenolica, dei prodotti di partenza.



**Figura 17** – Valutazione del vino Prosecco A sottoposto alla degustazione di un panel esperto.

Il Prosecco B, proveniente da un vigneto giovane e leggermente più maturo, non ha invece mostrato nessuna differenza significativa nei descrittori sensoriali (Fig. 18) anche se sembrerebbe rispecchiare i risultati osservati sul Friulano, con una tendenza del vino trattato con Vegecoll ad avere un colore più scarico e un giudizio complessivo più elevato.



**Figura 18** – Valutazione del vino Prosecco B sottoposto alla degustazione di un panel esperto.

## 6.6. ANALISI DEGLI AROMI

Sui campioni di questa tesi è stata eseguita anche un'analisi degli aromi totali.

Per quanto riguarda gli aromi fermentativi, anche se si riscontrano delle differenze tra le tesi, non è possibile affermare con certezza che esse derivino esclusivamente dal trattamento di chiarifica eseguito sul mosto. Infatti, trattandosi di campioni biologici, è del tutto plausibile che alcune differenze possano essere dovute anche a un diverso andamento della fermentazione. Al contrario, dei dati più utili possono essere estrapolati dall'analisi degli aromi varietali. Per quanto riguarda i terpeni, le quantità riscontrate sono state tutte molto basse e comunque sotto la soglia di percezione. Del resto, sia il Tocai Friulano sia il Glera non sono considerate varietà aromatiche ed è quindi del tutto plausibile trovare bassi quantitativi di terpeni. Interessante risulta l'analisi dei composti tiolici. Queste molecole sono considerate tipiche di varietà come il Sauvignon, in cui sono state identificate per la prima volta, ma si riscontrano in basse quantità anche in altre varietà. Inoltre, avendo delle soglie di percezione molto basse, possono contribuire in maniera significativa al bouquet anche di varietà non aromatiche.

Nel caso specifico, in tutti e tre le tipologie di vino considerate, sono stati riscontrati il 3-mercaptoesanolo (aroma di frutto della passione) e il suo rispettivo acetato (sentore di bosso) in quantità da 2,8 a 6,4 volte superiori alla soglia di percezione.

|                            |      | FRIULANO |          | PROSECCO A |          | PROSECCO B |          |               |
|----------------------------|------|----------|----------|------------|----------|------------|----------|---------------|
|                            |      | Gelatina | Vegecoll | Gelatina   | Vegecoll | Gelatina   | Vegecoll |               |
| 3-Mercaptoesan-1-olo       | ng/l | 291      | 317      | 280        | 318      | 301        | 382      | passion fruit |
| 3-MH/Soglia di percezione  |      | 4,9      | 5,3      | 4,7        | 5,3      | 5          | 6,4      |               |
| 3MH Acetato                | ng/l | 12       | 15       | 16         | 24       | 11         | 17       | bosso         |
| A-3MH/Soglia di percezione |      | 3        | 3,8      | 4          | 6        | 2,8        | 4,3      |               |

Tabella analisi composti tiolici.

Diventa evidente dalla tabella come in tutti tre i casi, la gelatina abbia rimosso più aromi tiolici rispetto al Vegecoll, suggerendo quindi che quest'ultimo chiarificante sia più rispettoso nei confronti di aromi come i tioli volatili.

## 7. CONCLUSIONI

L'illimpidimento dei mosti dei vini bianchi è una delle principali operazioni enologiche che si svolgono in fase prefermentativa e che influiscono in maniera determinante sull'ottenimento di un vino di qualità.

Scopo di questo lavoro è stato quello di abbinare la flottazione discontinua all'impiego di due tipi di chiarificanti: la gelatina animale e il Vegecoll a base di proteine estratte dalla patata. Entrambi i chiarificanti hanno lo scopo di interagire con i colloidali in sospensione, formando flocculi che saranno sospinti verso l'alto dalle micro bolle disperse nel mosto tramite la flottazione. Questo ha un effetto trascinate anche nei confronti delle particelle solide presenti (parti di polpa, di buccia, frammenti di vinaccioli, particelle terrose, ...) con il risultato di ottenere un buon illimpidimento del mosto e quindi una successiva buona conduzione della fermentazione.

Le gelatine di origine animale sono tra i chiarificanti più utilizzati anche nei mosti per la loro efficacia, praticità nel loro impiego e basso costo. Attualmente però si stanno ricercando alternative a prodotti di origine animale, per il cattivo impatto sul consumatore e per l'obbligo di indicare in etichetta coadiuvanti di chiarifica con rischio allergologico quali ovoalbumina, caseina e glutine da cereali (Direttiva 68/2007/CE). Tra le proteine di origine vegetale utilizzabili a questo scopo, le uniche ammesse dal Regolamento europeo (n.1251/2013) sono quelle estratte da frumento, pisello e patata. Le proteine da patata (Vegecoll) sono interessanti perché oltre a non essere allergizzanti, permettono di utilizzare e valorizzare sottoprodotti dell'industria alimentare, che altrimenti avrebbero il problema di essere smaltiti.

Il Vegecoll e la gelatina sono stati addizionati durante la flottazione a mosti di Friulano e a due partite diverse di Prosecco, in quantità di 5 g/hl e 10 g/hl rispettivamente.

Il chiarificante a base di proteine estratte da patata non ha dato problemi, poiché di facile impiego, ed ha separato e compattato velocemente le fecce nel giro di 2-4 ore. Quest'ultimo aspetto è importante per la miglior gestione dei serbatoi durante la vinificazione, quando vi è la necessità di far spazio per i nuovi mosti che continuano ad arrivare in cantina.

Dalle analisi svolte sui mosti e vini il Vegecoll ha dimostrato un effetto simile alla gelatina sulla rimozione dei polifenoli e sulla stabilità proteica, mentre ha migliorato la schiumabilità di tutti i vini studiati, aspetto particolarmente interessante per il Prosecco destinato a successiva

spumantizzazione con il metodo Martinotti. Ha infine preservato meglio della gelatina gli aromi tiolici.

Si può concludere, con questo lavoro, che l'impiego del Vegecoll come coadiuvante nella chiarifica dei mosti di vini bianchi, è una valida alternativa all'impiego di proteine animali.



## 8. BIBLIOGRAFIA

**Allegato 3 della Direttiva 2007/68/CE del 27-11-2007 modificante la Direttiva 2000/13/CE.**

**Bartova V., J. Barta, 2009.**

Chemical composition and nutritional value of protein concentrates isolated from potato (*Solanum tuberosum L.*) fruit juice by precipitation with ethanol or ferric chloride.

J. Agric. Food Chem. 57, 9028-9034.

**Bertrand A., Canal-Llauberès R., Feillat M., Hardy G., Lamadon F., Lonvaud-Funel A., Pellerin P., Vivas N., 2003.**

Prodotti di trattamento ed Ausiliari di elaborazione ei mosti e di Vini.

Ed. Eno-one, Reggio Emilia.

**Biondi Bartolini A., Bona S., Crapisi A., Curioni A., Ceradini A., Tosi E. Azzolini M., Darè P., Bersani C., Fraccaroli C., 2012.**

Il colore del Bardolino.

VQ, 2 60-64.

**Blouin J. et E. Peynaud, 2008.**

Scienza ed elaborazione del vino.

Ed. Eno-one, Reggio Emilia.

**Canal-Llaubères R.M., 2010.**

Enzyme use in pre-fermentation stages.

in A. Reynolds – Managing wine quality: Oenology and wine quality - Vol. 2.

Ed. Elsevier – 2010.

**Castells M.C., Pascual C., Martin Esteban M., Ojeda J.A., 2008.**

Allergy to white potato.

Journal of Allergy and Clinical Immunology, 78 (6): 1110-1114.

**Crapisi A., Ferrarini R., Zironi R., Lante A., Pasini G., Spettoli P., 1995.**

Prefermentative treatments interaction on the white must polyphenolic composition.

Proceedings 4th Intern. Symposium on Innovations in Wine Technology, Stuttgart (D), 79-84.

**Crapisi A., 2002.**

L'origine degli aromi del vino.

I poli culturali del bere: acqua e vino.

Homo Edens VIII , S.A.R.G.O.N. ISSN: 1120-771X, 247-254.

**Crowell E. A. et J. F. Guymon, 1963.**

Influence of aerations and suspended material on higher alcohols, acetoin, and diacetyl during fermentations.

Am. J. Enol. Vitic. 14 pag. 214.

**Creusot N., Weireng P., Laus M., Giuseppin M., Gruppen H., 2010.**

Rheological properties of patatin gels compared with  $\beta$ -lactoglobulin, ovalbumin and glycinin.

Wiley Online Library 14-10-2010.

**De Vita P. et G. De Vita, 2003.**

Corso di meccanica enologica

Ed. Hoepli.

**Erny G., Marina M.L., Cifuentes A., 2007.**

CE-MS of zein proteins from conventional and transgenic maize.

Electrophoresis Vol. 28 (22).

**Ferrarini R. et E. Celotti, 1995.**

Recent advances in the process of flotation applied to the classification of grape musts.

Journal of Wine Research, 09571264 Vol. 6 (1).

**Fregoni M., Fregoni C., Ferrarini R., Spagnolli F., 2004.**

Chimica Viticolo-enologica.

Ed. REDA – Torino.

**Friso D., 2013.**

Ingegneria dell'industria alimentare.

Ed. CLEUP, Padova.

**Food and Drug Administration. GRAS Notice No. GRN 000086.**

Department of Health and Human Services, Washington.

**Gambutì A., Rinaldi A., Moio L., 2012.**

Use of Patatin, a protein extracted from potato, as alternative to animal proteins in fining of red wine.

European Food Research and Technology, Vol 235(4) Oct 1/2012.

**Guerrand D. e B. Scotti, 2002.**

Impiego degli enzimi nella vinificazione dei vini bianchi di qualità.

Vinidea.net- Rivista Internet Tecnica del vino.

**Hsu J., Hearthebell D. A., Flores J. H., Watson B. T., 1987.**

Heat-unstable proteins in grape juice and wine. II- Characterization and removal by ultrafiltration.

Am. J. Enol. Vitic., 38: 17-22.

**Iturmendi N., Duran D., Marín-Arroyo M., 2010.**

Fining of red wine with gluten or yeast extracted protein.

International Journal of Food Science and Technology.

**Lira E., Salazar F. N., Rodriguez-Bencomo J. J., Vincenzi S., Curioni A., Lopez F., 2014.**

Effect of using bentonite during fermentation on protein stabilisation and sensory properties of white wine.

Int. J. of Food Science and Technology, 49, 1070-1078.

**Lomolino G., Vincenzi S., Gazzola D., Crapisi A., Curioni A., 2015.**

Foaming properties of potato (*Solanum tuberosum*) proteins: A study by the gas sparging method.

Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2015.01.093>.

**Marchal R. et al., 2002-a.**

Wheat gluten used as a clarifying agent of red wines.

Journal of Agricultural and Food Chemistry.

**Marchal R. e al.,2002-b.**

Use of wheat gluten as a clarifying agent of musts and white wines.

Am. Journal of Enol. Vitic..

**Maujean A., Gomerieux T., Garnier J.M., 1988.**

Étude de la tenue et de la qualité de mousse des vins effervescents - I- Mise au point d'une technique de mesure des effervescences spontanées et provoquées des boissons moussantes.

Bulletin de l'OIV (1988), 61, 683-684, 25-35.

**Moine V., Iturmendi N., Rinaldi A., Gambuti A. e Moio L., 2012.**

Enological potentiality use of patatin, a protein extracted from potato, as a non-allergenic fining agent for musts and wines.

Congres Macrowine Bordeaux 2012.

**Nardin G., Gaudio A., Antonel G., 2006.**

Impiantistica Enologica.

Edagricole, Bologna.

**OIV-OENO Risoluzione 498-2013.**

Modifica delle Schede Concernenti le Pratiche Enologiche Relative agli Enzimi.

**Paiva E., Lister R.M., Park W., 1983.**

Induction and accumulation of major tuber proteins of potato in stems and petioles.  
Plant Physiology 71, 156-160.

**Park W. D., Blackwood C., Mignery G. A., Hermodson M. A. et Lister R., 1983.**

Analysis of the heterogeneity of the 40.000 molecular weight tuber glycoprotein of potatoes by immunological methods and by NH<sub>2</sub>-terminal sequences analysis.  
Plant Physiol. 71, 156-160.

**Pocock K., & B. Rankine, 1973.**

Heat test for detecting protein instability in wine.  
Aust. Wine Brew. Spirit Rev., 91, 42-43.

**Pocock K. F., Salazar F. N., Waters E. J., 2011.**

The effect of bentonite fining at different stages of white winemaking on protein stability.  
Australian J. of Grape and Wine Research. Vol. 17(2).

**Racusen D. et M. Foote, 1980**

A major soluble glycoprotein of potato tubers.  
J. Food Biochemistry 4, 43-52.

**Racusen D. et D.L. Weller, 1983**

Molecular weight of patatin, a major potato tuber protein.  
Journal of Food Biochemistry Vol8 (2).

**Racusen D., 1983.**

Occurrence of patatin during growth and storage of potato tubers.  
Canadian J. Bot. 61,370-373.

**Ralet M.C. et J. Gueguen, 1999.**

Potato proteins: composition, recovery and functional properties.  
Sci. Aliment. 19 (1999) 147–165.

**Ralla K., Soholing U., Suck K., Kasper C., Ruf F., Schepert T., 2012.**

Separation of patatins and protease inhibitors from potato fruit juice with clay materials as cation exchangers.  
J. of Separation Science, Vol. 35(13).

**Regolamento (CE) N. 606/2009 della Commissione del 10 luglio 2009,**

recante alcune modalità di applicazione del regolamento (CE) n. 479/2008 del Consiglio, per quanto riguarda le categorie di prodotti vitivinicoli, le pratiche enologiche e le relative restrizioni.

**Regolamento di esecuzione (UE) N. 1251/2013 della Commissione, del 3 dicembre 2013,**

recante modifica del regolamento (CE) n. 606/2009 per quanto riguarda alcune pratiche enologiche e del regolamento (CE) n. 436/2009 in ordine alla registrazione di tali pratiche nei registri del settore vitivinicolo.

**Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lomvaud A., 2007.**

Trattato di Enologia. I –Microbiologia del vino – Vinificazioni, pag. 433-434.  
Edagricole, Bologna

**Romano R., Gambuti A., Concilio, 2012.**

Effetti del chiarificante vegetale “Patatin” sulla torbidità e sul profilo polifenolico di mosti d’uva bianca.

Università Federico II Napoli. Tesi in corso di pubblicazione.

**Sequino S., 2014.**

Filtrazione tangenziale; efficacia e sostenibilità.

VigneVini. 22-10-2014

**Sicheri G. (1994)**

Industrie agrarie e agroalimentari.

Ed. Hoepli.

**Simonato B., Mainente F., Selvatico E., Violoni M., Pasini G., 2013.**

Assessment of the fining efficiency of zeins extracted from commercial corn gluten and sensory analysis of the treated wine.

LWT Food Science and Technology.

**Singleton, V.L. et J. A. Rossi, 1965**

Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents.

Am. J. Enol. Vitic. (1965) 16:144-158.

**Sonnewald U., Sturm A., Chrispeels M. J., Willmitzer L., 1989.**

Targeting and glycosylation of patatin, the major potato tuber protein in leaves of transgenic tobacco.

Planta 179.

**Tominaga T., Murat M., Dubourdieu D., 1998.**

Development of a Method for Analyzing the Volatile Thiols Involved in the Characteristic Aroma of Wines Made from *Vitis vinifera* L. Cv. Sauvignon Blanc.

J. Agric. Food Chem. 46,1044-1048.

**Tschiersch C., Pour Nikfardjan M., Schmidt O., Schwack W., 2010.**

Degree of hydrolysis of some vegetable proteins used as fining agents and its influence of polyphenol removal from red wine.

European Food Technology.

**Versini G., Mattivi F., Dalla Serra A., Nicolini G., 1997.**

Peculiarità della composizione chimica del vino. Parte I: l'aroma, in Natura e nobiltà del vino, Atti della giornata di studio del 18 novembre 1995, Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Venezia, 21-42.

**Vincenzi S., Dinnella C., Recchia A., Monteleone E., Gazzola D., Pasini G., Curioni A., 2013.**

Grape seed proteins: a new fining agent for astringency reduction in red wine.

Australian Society of Viticult. and Oenology.

**Waglay A., Karboune S., Alli I., 2013.**

Potato protein isolates: Recovery and characterization of their properties.

Food Chemistry.

**Ying S., Lianzhou J., Dongxu W., 2013.**

Partial characterization, in vitro antioxidant and antiproliferative activities of patatin purified from potato fruit juice.

Food & Function Vol. 4(10)- Aug.19, 2013.

## **RINGRAZIAMENTI**

Ringrazio di cuore la Professoressa Antonella Crapisi per il costante supporto durante lo svolgimento della tesi, il Prof. Simone Vincenzi per il lavoro svolto nel Laboratorio di Chimica Enologica e la Dottoressa Deborah Franceschi per la disponibilità nel coordinare l'Analisi sensoriale, presso il Campus di Conegliano, C.I.R.V.E..

Ringrazio inoltre il Dott. Antonio Grazietti di Laffort Italia per la collaborazione avuta nelle analisi degli aromi e la Dott. Alessandra Rinaldi dell'Università Federico II di Napoli per il materiale fornitomi.

Infine rivolgo un ringraziamento sincero a tutti coloro che mi hanno aiutata durante le varie fasi di questa tesi. Un ringraziamento speciale va a Gabriele, mio marito, per .....tutto e alla mia famiglia per il sostegno morale.