ISIS PAOLINO D' AQUILEIA
DI CIVIDALE DEL FRIULI

Istituto tecnico – Settore Tecnologico

Indirizzo "Agraria, Agroalimentare e Agroindustria" – Articolazione "Viticoltura ed Enologia"

TESI DEL CORSO DI SPECIALIZZAZIONE PER ENOTECNICO

Il ruolo delle fecce e rilascio delle mannoproteine durante l'affinamento di vini di qualità.

CANDIDATO

Damiano Galvani

RELATORE

Prof. Marco Mastrandrea

Anno scolastico 2022 – 2023

Indice

Introduzione..... 3

Capitolo 1..... 4

Le fecce

1.1 Fecce totali

1.2 Fecce fini

1.3 Casi particolari

1.3.1 Vini ottenuti da uve botritizzate

1.3.2 Utilizzo delle fecce totali per l'affinamento dei vini bianchi

1.4 Qualità delle fecce

1.5 Tecniche di rimescolamento delle fecce

Capitolo 2 8

Affinamento in barrique e in acciaio

2.1 Affinamento in barrique

2.1.1 Pulizia e sanitizzazione delle barrique

2.2 Affinamento in acciaio

Capitolo 3..... 11

La parete cellulare

Struttura ed origine delle mannoproteine

Capitolo 4..... 12

Proprietà delle mannoproteine

4.1 Stabilità tartarica

4.2 Stabilità proteica

4.3 Stabilità del colore

4.4 Stabilità della spuma/perlage

4.5 Interazione con i composti aromatici

4.6 Incidenza sulla fermentazione malolattica

4.7 Rimozione delle Ocratossine

Capitolo 5 …..... 15

Modalità di rilascio delle mannoproteine nel vino

5,1 L'autolisi

Capitolo 6..... 17

Prodotti commerciali a base di mannoproteine

Conclusione …..... 19

Introduzione

Conclusa la fermentazione alcolica all'interno del vino si trovano i residui di fermentazione, le fecce. Il termine "residui di fermentazione" può far pensare ad uno scarto-sostanza da eliminare ma in realtà le fecce di fermentazione sono dei prodotti che possono incrementare notevolmente la qualità di un vino, sia bianco che rosso apportando componenti aromatici e incrementando la stabilità chimico-fisica. L'affinamento dei vini è un punto chiave per determinarne lo stile e la qualità; l'affinamento sulle fecce è uno dei processi fondamentali a questo scopo. L'affinamento "sur lies" non è affatto un processo semplice e privo di rischi, anzi, è un processo lento che prevede un controllo ed una cura continua del prodotto per evitare problematiche (riduzioni, produzione di solfuri) che potrebbero danneggiare il vino.
La tecnica dell'affinamento sulle fecce è originaria della Borgogna (Francia) e dello Champagne, zone in cui vengono prodotti grandi vini bianchi e spumanti conosciuti e blasonati in tutto il mondo; da questa regione viticola il processo di affinamento sulle fecce trae il nome di affinamento "sur lies" conosciuto in tutto il mondo (19).
L'affinamento sulle fecce fini e il rilascio delle mannoproteine da parte della parete cellulare dei lieviti, con i suoi effetti positivi per il vino, è un argomento centrale dell'enologia di qualità.

Capitolo 1

Le fecce

Le fecce sono il deposito costituito da residui vegetali, sali tartarici, microrganismi, batteri, cellule di lievito morte frutto della fermentazione alcolica.

1.1 Fecce totali/pesanti

Le fecce totali/pesanti sono tutte le particelle ottenute dalla fermentazione alcolica. Le fecce totali sono particelle che, dopo una movimentazione del vino, sedimentano sul fondo del contenitore dopo 24 ore. Un valore di torbidità del vino intorbidito da fecce grosse si aggira intorno a 2000 NTU.
Le dimensioni di queste particelle vanno da 100 micron fino ad arrivare a qualche millimetro (queste particelle più grossolane le troviamo principalmente nei vini rossi in seguito alla macerazione in cui si possono trovare frammenti di buccia/polpa); la classificazione in base al tempo di sedimentazione delle particelle è approssimativa e permette di distinguere la frazione di fecce pesanti in modo pratico per le operazioni di cantina.
Per quanto riguarda i vini bianchi sarà più difficile trovare particelle di fecce totali con dimensioni che arrivano a qualche millimetro in quanto la chiarifica pre fermentativa, più o meno invasiva, elimina già buona parte dei componenti grossolani (17).

1.2 Fecce fini

Le fecce fini risultano essere le particelle che, dopo un'agitazione completa della massa, dopo 24 ore non sedimentano e restano ancora in sospensione nel vino; per avere un dato più tecnico la torbidità causata dalle particelle in sospensione non deve superare i 1000 NTU (18).
In linea generale hanno dimensioni che vanno da 1 micron a qualche decina di micron al massimo.
Questa frazione risulta essere quella più interessante dal punto di vista enologico in quanto dispone dei componenti più nobili delle fecce; possiede principalmente cellule di lievito che possono rilasciare al vino composti positivi, non possiede quindi sali tartarici o residui vegetali negativi per il vino.

1.3 Casi particolari

La definizione di fecce totali e fecce fini, potrebbe non essere completamento valida nei casi in cui ci si imbatta in vinificazioni da uve colpite da Bortytis cinerea oppure da chiarificazioni pre fermentative importanti per quanto riguarda i vini bianchi.

1.3.1 Vini ottenuti da uve botritizzate

Durante annate particolari, con condizioni meteo sfavorevoli o con gestioni agronomiche non adeguate si potrebbe essere costretti a vinificare uve con presenza di muffa grigia. In queste condizioni, al termine della fermentazione alcolica, ci potrebbero essere problemi di chiarifica in quanto pectine e glucani mantengono in sospensione molte particelle anche grossolane.
La definizione di fecce totali e fecce fini in questo caso risulta non essere più valida in quanto, passate le 24 ore per la divisione delle due frazioni, il vino resta molto sporco e particelle anche superiori a qualche decina di micron non precipitano.
Per dividere le particelle grossolane da quelle più nobili e di interesse enologico sarà quindi necessario l'utilizzo di enzimi glucanasi per idrolizzare i glucani. Questa operazione risulta essere costosa in quanto il prezzo degli enzimi potrebbe essere rilevante; in base all'obiettivo enologico andranno fatte le adeguate valutazioni.

1.3.2 Utilizzo delle fecce totali per l'affinamento dei vini bianchi

Una classica vinificazione in bianco, a differenza della vinificazione in rosso, prevede la chiarifica del mosto per eliminare la frazione più grossolana di particelle ottenute dalla pressatura dell'uva/grappoli; questa chiarifica può essere più o meno spinta a seconda del risultato che si vuole ottenere, tenendo conto anche del possibile depauperamento delle sostanze nutritive ed aromatiche del mosto.
Nel caso in cui si opti per una chiarifica importante, al termine della fermentazione alcolica saranno presenti fecce relativamente fini utilizzabili per l'affinamento sur lies di quel vino; grazie all'iniziale chiarifica, in questo caso abbastanza invasiva , saranno state eliminate sostanze quali residui di fitofarmaci, acidi grassi insaturi e polisaccaridi insolubili prima della fermentazione.

1.4 Qualità delle fecce

Le fecce sono una grande opportunità per l'affinamento del vino e quindi per il suo miglioramento delle caratteristiche organolettiche; tuttavia, se non gestite in maniera adeguata potrebbe peggiorare la qualità del vino.
Per ottenere fecce di qualità bisogna partire dall'inizio della loro origine: la fermentazione.
L'andamento della fermentazione alcolica è fondamentale per la qualità delle fecce; il processo fermentativo deve essere gestito in maniera precisa in quanto lieviti sottoposti a stress causati da carenze di APA e ossigeno comporterà la produzione di composti solforati altamente sgradevoli e difficili da eliminare.
Analisi precise sul numero di cellule di lievito all'interno di ogni singola vasca in fermentazione permette di dosare con precisione il quantitativo di nutrimento per il lievito, per garantirne così uno sviluppo lineare e sano, assicurando una produzione di fecce di qualità.
Fecce ottenute da vini con fermentazioni difficoltose e con produzione di composti solforati saranno più inclini a sviluppare anch'esse composti solforati durante

l'affinamento(17).

1.5 Tecniche di rimescolamento delle fecce

Per la buona riuscita di un affinamento sulle fecce il rimescolamento delle lies con la massa di vino è fondamentale (18).
La frequenza di rimescolamento varia in base all'intensità di rilascio di mannoproteine che si vuole ottenere ed al tempo in cui si vuole lasciare le fecce a contatto con il vino. In linea generale nel periodo iniziale di affinamento il rimescolamento sarà più frequente, per andare poi a ridursi con le settimane/mesi successivi. In ogni caso non devono presentarsi lunghi periodi in cui la massa fecciosa resta compatta sul fondo del contenitore.
In un affinamento in acciaio le fecce generalmente vengono lasciate a contatto con il vino per alcuni mesi. Il rimescolamento delle fecce viene effettuato con l'utilizzo di un agitatore elettrico che, infilato all'interno nello scarico parziale permette di rimescolare la massa fecciosa; l'operazione compiuta tramite questo strumento risulta semplice e veloce. Utilizzando barrique come contenitori di affinamento le operazioni di battonage vanno fatte manualmente con l'utilizzo di uno strumento specifico che presenta alla sua estremità una curva capace di raggiungere anche le estremità della barrique; un'altra tipologia di utensile per il battonage è composta da un asta metallica con all'estremità una o più catene che, facendole roteare e strofinare sulle fecce ne permettono un buon rimescolamento (5).
La tecnica di battonage manuale in barrique presenta alcune difficoltà, c'è bisogno di una corretta gestualità ed esperienza per effettuare un rimescolamento adeguato. Nel dettaglio per eseguire la tecnica del battonage si procede nel seguente modo : il bastone metallico va fatto muovere con movimenti sia dall'alto al basso sia con movimenti ondeggianti sulla superficie interna della barrique (5). Gli angoli del contenitore risultano essere quelli più difficili da raggiungere; un mancato rimescolamento di questa porzione fecciosa potrebbe causare problematiche di riduzione.

Foto dell'operazione del battonage presso l'azienda Parusso di Cuneo, Piemonte (11).

Capitolo 2

Affinamento in barrique e in acciaio

L'utilizzo di diversi contenitori per l'affinamento dei vini sulle fecce è un fattore determinante in quando le diverse caratteristiche che possiedono i contenitori in legno e in acciaio inossidabile sono differenti.
La scelta del contenitore più adatto va fatta in base ai risultati che si vogliono ottenere (volumi da trattare, tempo di permanenza sulle fecce), alle attrezzature di cantina a disposizione ed eventualmente alla presenza o meno di un adeguato numero di personale.

2.1 Affinamento in barrique

L'affinamento sulle fecce in barrique viene maggiormente utilizzato per la produzione di vini bianchi di elevata qualità.
Le doghe del legno consentono uno scambio gassoso tra esterno ed interno del contenitore, che varia in base alla grana del legno. Questa micro-ossigenazione del vino e quindi anche delle fecce previene effetti di riduzione potenzialmente causati dalle fecce (fortemente riducenti) e quindi di odori sgradevoli (17)(20).
La micro-ossigenazione che viene attuata naturalmente nella barrique non implica la poca attenzione e controllo della formazione di sostanze solforate; le fecce vanno mantenute costantemente in movimento e in sospensione nel vino mediante battonage periodici. Il rimescolamento della massa fecciosa è indispensabile per la liberazione delle mannoproteine nel vino.
Nel caso in cui le fecce non venissero rimescolate alla massa si creerebbero due frazioni distinte all'interno del fusto: le caratteristiche chimiche quali pH delle distinte fasi favorirebbe, da parte della frazione solida (fecce) lo svilupparsi di odori solforati e non positivi per il vino a causa del potere riduttivo delle fecce.
Avendo fasi distinte all'interno della barrique si potrebbero sviluppare microrganismi indesiderati, data la ricchezza di nutrienti delle fecce.

2.1.2 Pulizia e sanitizzazione delle barrique

La pulizia delle barrique prima e dopo l'utilizzo deve essere accurata e precisa; come illustrato in precedenza le fecce contengono molti componenti ideali allo sviluppo di batteri ed altri lieviti quali *Brettanomyces bruxellensis spp*. che potrebbero colonizzare facilmente la barrique scolma o non lavata correttamente; il lievito *Brettanomyces bruxellensis spp*. risulta essere una vera piaga durante l'utilizzo di contenitori in legno in quanto, una volta che ha intaccato la superficie del legno, risulta praticamente impossibile eliminarlo completamente pur utilizzando solfitazioni importanti e lavaggi accurati. Il lievito *Brettanomyces bruxellensis spp*. è responsabile della produzione di composti dall'odore sgradevole come cuoio bagnato e odore di sudore di cavallo.

La pulizia delle barrique viene effettuata solitamente con l'utilizzo di acqua calda (80°C/85°C) e specifici detergenti per la pulizia di contenitori in legno (4) . La pulizia dei fusti viene effettuata con specifici strumenti chiamati lavabarrique che presentano alla loro estremità una testina rotante che permette di eliminare i residui incrostati sulle pareti del contenitore (12). L'utilizzo di acqua calda, pur eliminando la maggior parte dei microrganismi presenti all'interno del fusto talvolta non è sufficiente, si ricorre quindi all'utilizzo di vapore e ozono per raggiungere gli spazi interni più angusti del contenitore.
Nel caso in cui la barrique, una volta lavata, non venga per un periodo utilizzata, si ricorre alla solfitazione del fusto con dischi di zolfo per mantenere la pulizia e la sterilità.

Sistema a spruzzo per la pulizia delle barrique; questo strumento viene utilizzato con un'idopulitrice ad acqua calda(12).

2.2 Affinamento in acciaio/contenitori inerti

L'affinamento sulle fecce in contenitori di acciaio/contenitori inerti sta prendendo sempre più piede nell'enologia moderna in quanto non necessita di specifici contenitori dedicati esclusivamente a questa operazione.

Tuttavia, l'affinamento in contenitore inerte non presenta gli stessi vantaggi rispetto all'affinamento sur lies in fusti di legno (barrique principalmente).
Optando per questa tipologia di affinamento è necessario innanzitutto conservare nel vino esclusivamente le fecce più fini che potrebbero sviluppare in maniera minore odori di ridotto.
Il rischio di sviluppo di sostanze solforate nel vino è causato dal potere ossidoriduttivo limitato, le riduzioni sono molto più probabili rispetto alle barrique.
Mantenere in sospensione le fecce all'interno di una vasca in acciaio è semplice grazie all'utilizzo di agitatori anche programmabili, assicurandosi un periodico e puntuale rimescolamento delle lies; questa operazione presenta alcuni limiti in quanto il flusso dell'agitatore crea un cono di fecce sul fondo della vasca non rimescolando correttamente tutta la feccia. Va prestata massima attenzione ai depositi che si trovano all'interno del condotto dello scarico totale della vasca in cui le fecce possono restare ferme per molto tempo e problemi di riduzione sono molto frequenti: un periodico controllo manuale risulta essere l'unica soluzione possibile.
Seppur presenta alcuni limiti, affinamento sulle fecce in contenitori di acciaio permette di trattare grandi quantità di vino ottenendo risultati soddisfacenti.

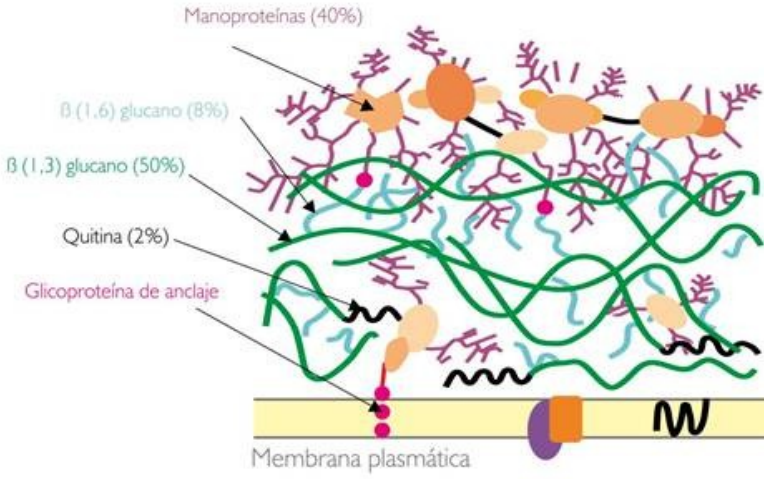
Capitolo 3

La parete cellulare

La parete cellulare ha l'importante compito di protezione e mantenimento della forma della cellula. La parete è formata da β Glucani, mannoproteine e chitina (1). Questi composti si trovano in quantità diversa a seconda della specie di lievito e a seconda dell'età e delle condizioni nutritive/ambientali in cui si trova la cellula.

Struttura delle mannoproteine

L'affinamento sur lies è il metodo più efficace per rilasciare le sostanze nobili della parete cellulare nel vino, grazie alla lisi della stessa, permettendo così il rilascio di mannoproteine (8).
Le mannoproteine si trovano sullo strato più esterno della parete cellulare ed hanno lo scopo di limitare la permeabilità della parete (tra lo strato periplasmatico e l'ambiente esterno); sono polisaccaridi formati da mannosio (per il 90%) più proteine (per il 10%) e presentano legami covalenti con lo strato più interno della cellula costituito da β Glucani che fungono alle mannoproteina da cementante (7).
Le mannoproteine biologicamente possiedono una funzione strutturale (rigidità) e possono avere una funzione enzimatica (invertasi) (15); idrolizzano il saccarosio in glucosio e fruttosio utilizzabile dalla cellula per le funzioni metaboliche (2).



Rappresentazione schematica della conformazione della parete cellulare del lievito *Saccharomyces Spp.*

I β Glucani (assieme alle proteasi A vacuolari) durante il processo di conservazione delle fecce a contatto del vino presentano una funzione autolitica della parete cellulare rilasciando le mannoproteine nel mezzo.

Capitolo 4

Proprietà delle mannoproteine

Le mannoproteine vengono utilizzate in enologia per i numerosi benefici che apportano al vino finito; possiedono affinità di stabilizzazione ed aromatiche(8).
Le mannoproteine possono comportare al vino (6)(7):
-stabilità tartarica
-stabilità proteica
-stabilità del colore
-stabilità della spuma/perlage (per quanto riguarda i vini spumanti)
-interazione con i composti aromatici
-incidenza sulla fermentazione malolattica
-Rimozione delle Ocratossine
Oltre agli aspetti positivi apportati al vino questi polisaccaridi potrebbero comportare problematiche di tipo pratico nelle operazioni di cantina; infatti, possono essere responsabili di problematiche di filtrabilità dei vini.

4.1 Stabilità tartarica

Le precipitazioni tartariche sono una delle maggiori problematiche della stabilità dei vini soprattutto dopo l'imbottigliamento e l'invecchiamento in bottiglia. Questa problematica è diffusa soprattutto nei vini biologici in cui il disciplinare per la produzione biologica certificata consente solo l'utilizzo di acido metatartarico, stabilizzazione a freddo e mannoproteine per la stabilizzazione tartarica.
Le mannoproteine in questo ambito sono molto efficaci.
Teoricamente i polisaccaridi fortemente glicosilati (90% di mannosio) presentano un'azione stabilizzante già con dosi di 12-13 mg/hl tuttavia una tale glicosilazione risulta difficile da ottenere e molto costosa dal punto di vista economico. Tuttavia, anche con gradi di glicosilazione minori si possono ottenere buoni risultati; infatti questa proprietà stabilizzante delle mannoproteine è ormai consolidata da anni.

4.2 Stabilità proteica

La stabilità proteica è un altro aspetto fondamentale dell'enologia, infatti le precipitazioni tartariche, seppur abbastanza rare, modificano il vino in maniera irreversibile e non vendibile al pubblico.
Le mannoproteine nel processo di stabilizzanti proteici possiedono un ruolo di protezione, impediscono l'aggregazione delle micelle proteiche.
Grazie a questo effetto inibitore si può proteggere il vino da precipitazione proteica,

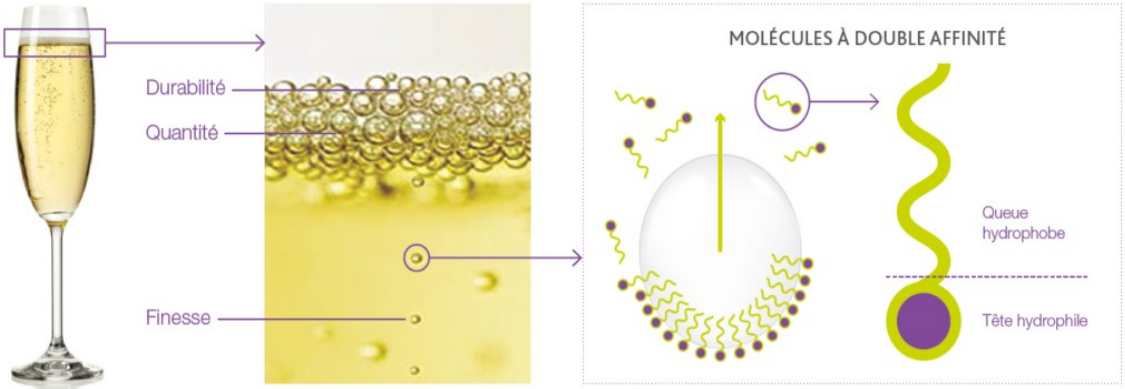
diminuendo il contenuto di bentonite da utilizzare riducendo le problematiche e svantaggi che essa può portare al vino.

4.3 Stabilità del colore

Un ruolo importante delle mannoproteine è la stabilità del colore che apporta al vino; questo effetto avviene grazie al legame che si forma tra le mannoproteine e le sostanze coloranti del vino come antociani. Inoltre con il processo del battonage si aumenta il grado di combinazione tra tannini ed antociani.

4.4 Stabilità della spuma/perlage

Il perlage e lo strato superiore di schiuma all'interno del bicchiere sono fattori determinanti per quanto riguarda l'analisi visiva per uno spumante di qualità; una volta versato lo spumante all'interno del bicchiere è fondamentale il mantenimento delle caratteristiche estetiche (schiuma e perlage) e sensoriali del vino (perlage). Le mannoproteine permettono di mantenere stabile la schiuma all'interno del bicchiere in quanto la CO2 viene trattenuta dallo strato di polisaccaridi che incontra risalendo sulla superficie del liquido.
Le mannoproteine risultano essere anfipatiche; creano uno strato esterno alla bolla in cui le teste del composto che sono polari sono orientate verso l'esterno (vino) mentre le code apolari sono orientate verso l'interno (cioè verso il gas). Questo fenomeno rallenta drasticamente la rottura delle bollicine verso l'esterno mantenendole unite e compatte (3).
Dato il processo produttivo per quanto riguarda gli spumanti metodo classico risulta più semplice e naturale la liberazione delle mannoproteine nel vino grazie ai lunghi affinamenti sulle fecce che permettono la lisi delle cellule.
Al contrario negli spumanti ottenuti con metodo Martinotti il contatto del vino con i lieviti è limitato a pochi mesi o addirittura a poche settimane; in questo caso i preparati commerciali di mannoproteine vengono largamente utilizzati per sopperire alla naturale lisi delle cellule del lievito.



Rappresentazione della proprietà delle mannoproteine nella protezione del perlage di un vino spumante.

4.5 Interazione con i composti aromatici

I composti aromatici, il bouquet aromatico di un vino, che esso sia bianco o rosso è fondamentale per il suo gradimento e per la sua qualità. I composti aromatico sono generalmente molto volatili e con le operazioni enologiche come chiarifiche, travasi e filtrazioni vengono persi, impoverendo quindi il vino del suo patrimonio organolettico.
Le mannoproteine dal punto di vista del miglioramento organolettico di un vino giocano un ruolo importante: per quanto riguarda la morbidezza questi polisaccaridi hanno la proprietà di legarsi ai polifenoli del vino come, ad esempio, i tannini rendendoli più morbidi in bocca; la saliva quindi non si lega direttamente ai tannini limitando la sensazione di astringenza. Gli aromi sono composti volatili e quindi instabili, le mannoproteine interagiscono con alcuni di questi come l'acetato di isoamile (aroma di banana), esteri (aroma di frutta: pera, mela, banana, pesca), si legano a questi aromi e li stabilizzano/bloccano; in questo modo gli aromi saranno molto meno volatili e si manterranno come in un magazzino.

4.6 Incidenza sulla fermentazione malolattica

Alcuni studi hanno osservato che all'aumentare del contenuto di mannoproteine diminuisce la durata della fermentazione malolattica.
Questo fatto può avere più di una spiegazione:
Alcuni studi affermano che questo fenomeno sia dovuto alla caratteristica delle mannoproteine di adsorbire gli acidi grassi a media catena che normalmente inibirebbe lo sviluppo di batteri lattici.
Un altra teoria afferma che grazie alla presenza di polisaccaridi nel vino i batteri trovino un ambiente migliore per il loro sviluppo: risultano maggiori le quantità di amminoacidi, polipeptidi e glucosio.

4.7 Rimozione delle Ocratossine

Nella produzione di vini da uve che presentano muffa nobile, si incorre nella liberazione nel vino di Ocratossina A, una micotossina tossica per l'uomo, potenzialmente cancerogena che deve quindi essere presente in quantità minime o addirittura assente. Il limite legali (13) di Ocratossina A nel vino secondo il regolamento CE 123/2005 è pari a 2 microgrammi per litro (9).
Solitamente questa tossina, se presente in quantità eccessive, viene eliminata tramite apposite chiarifiche; tuttavina le mannoproteine possono limitare la quantità di Ocratossina A, adsorbendone una notevole quantità (fino al 90%) rendendo così il vino idoneo alla commercializzazione (14).
Si è notato che le mannoproteine si legano alle micotossine facendole precipitare.

Capitolo 5

Modalità di rilascio delle mannoproteine nel vino

Le mannoproteine vengono rilasciate nel vino grazie all'agitazione costante e periodica delle fecce con le varie tecniche prima illustrate (capitolo 1 paragrafo 1.5) ma un ruolo fondamentale nel loro rilascio viene svolto dalle condizioni chimiche del vino.
Il ceppo di lievito e il suo sviluppo influisce fortemente sulla liberazione di mannoproteine; probabilmente ciò è dovuto dalla presenza di β-glucanasi parietali e proteasi A vacuolare, enzimi implicati alla lisi delle pareti cellulari. Gli enzimi glucanasi sono i principali agenti di lisi della parete dei lieviti con la liberazione delle mannoproteine.
Durante la vinificazione le mannoproteine posso essere rilasciate/aggiunte in vari momenti(8):
-Durante la fermentazione alcolica:
Il rilascio di mannoproteine in questa fase avviene naturalmente e non necessita alcuna operazione specifica; il naturale movimento tumultuoso della fermentazione alcolica mantiene in movimento, oltre ai lieviti vivi, anche le cellule di lievito morte che rilasciano mannoproteine. Il rilascio di questi specifici polisaccaridi in questa fase è limitato.
-Dopo la fermentazione alcolica/affinamento:
Per ottenere un risultato soddisfacente per quanto riguarda le stabilità e per un miglioramento organolettico, il periodo di affinamento del vino risulta essere il momento migliore in quanto vi è un maggior rilascio di polisaccaridi parietali.

5.1 L'autolisi

Durante il processo di maturazione delle fecce i lieviti ormai morti subiscono l'autolisi che comporta il rilascio nel vino di sostanze appartenenti alla parete cellulare come polisaccaridi e quindi mannoproteine.
L'enzima maggiormente coinvolto nel processo autolitico è la β Glucanasi che può essere presente naturalmente nella cellula oppure può essere aggiunto al vino da preparati commerciali.
L'autolisi della cellulla può avvenire in tempi diversi a seconda delle condizioni in cui si trova il vino, tuttavia nei primi 4 mesi di conservazione c'è una maggiore attività enzimatica da parte delle β-Glucanasi.
Le β-Glucanasi catalizzano la degradazione dei glucani permettendo la liberazione di mannoproteine legate con legame covalente ai glucani.
Fattori come pH e temperatura influenzano il processo autolitico in quanto, al variare di questi fattori, varia l'attività degli enzimi naturalente presenti sulla parete e nella cellula responsabili della degradazione (16).
Al diminuire del pH si avrà una maggiore velocità di autolisi.
La temperatura gioca un ruolo fondamentale nell'attività degli enzimi; all'aumentare della temperatura l'attività enzimatica aumenta entro certi limiti. Nel range 4/40°C c'è la maggior attività dell'enzima, tuttavia le condizioni di mantenimento del vino non permettono di far

raggiungere la maggior attività possibile degli enzimi. Secondo alcuni studi si è notato che all'aumentare della temperatura di 10°C risulta esserci un'aumento di circa il 6/7% nella velocità dell'autolisi della parete.
Durante questo processo autolitico non vengono liberate solamente mannoproteine ma anche polipeptidi, acidi nucleici, vengono rilasciate proteine (responsabili del rilascio di tioli volatili) e citoplasma della cellula (responsabile di sensazioni di sapidità e profumo di crosta di pane/lievito). (16)

Capitolo 6

Prodotti commerciali a base di mannoproteine

Precedentemente sono state illustrate le caratteristiche e le proprietà positive per il vino delle mannoproteine; da molto tempo si studiano questi polisaccaridi e viste le potenzialità, numerose aziende produttrici di prodotti enologici hanno messo appunto formulati contenenti queste sostanze.
Grazie a questi prodotti l'effetto delle mannoproteine può essere esteso ad uno spettro più ampio di cantine, in quanto questi preparati evitano le potenziali problematiche dell'invecchiamento sulle fecce naturali e garantiscono un trattamento di volumi anche molto grandi di vino.
I prodotti che si trovano in commercio a base di mannoproteine possono essere puri o coformulati ad altre sostanze o prodotti per migliorere il loro effetto.
Per quanto riguarda il trattamento di vini fermi, ad esempio, possiamo prendere in esame una nota azienda di prodotti per l'enologia, la Oenofrance con il formulato "MANNOFLUX". Questo prodotto liquido viene impiegato nella fase finale della vinificazione e nel periodo di preparazione del vino all'imbottigliamento. A differenza di altri prodotti, che si possono trovare in commercio, Mannoflux è in formulazione liquida, garantendo una maggiore efficacia del prodotto in quanto non viene essiccato assicurando una maggiore effetto sul vino. Questo prodotto può essere impiegato con dosi molto basse nel caso in cui lo si voglia utilizzare in pre imbottiglimento, con dosi di 3/20 ml/hl oppure a dosaggi molto più alti, 20/80 ml/hl, nel caso lo si voglia utilizzare durante il processo di invecchiamento del vino (10).
Un altra azienda che produce prodotti enologici, la Lallemand produce dei preparati a base di mannoproteine come ad esempio "MANNOLEES BLANC". Questo prodotto risulta essere 100% solubile in acqua e dev'essere utilizzato a dosi che variano da 5 a 30 g/hl. Mannolees Blanc è stato studiato appositamente per i vini bianchi, per incrementare e mantenere la freschezza, piacevolezza e morbidezza degli stessi e garantire un mionor carattere di ossidato nel lungo periodo.
Un vino trattato con questo prodotto è stato messo a confronto con lo stesso vino non trattato con Mannolees Blanc; nel grafico seguente si possono notare le migliori caratteristiche sensoriali in seguito all'aggiunta del prodotto.

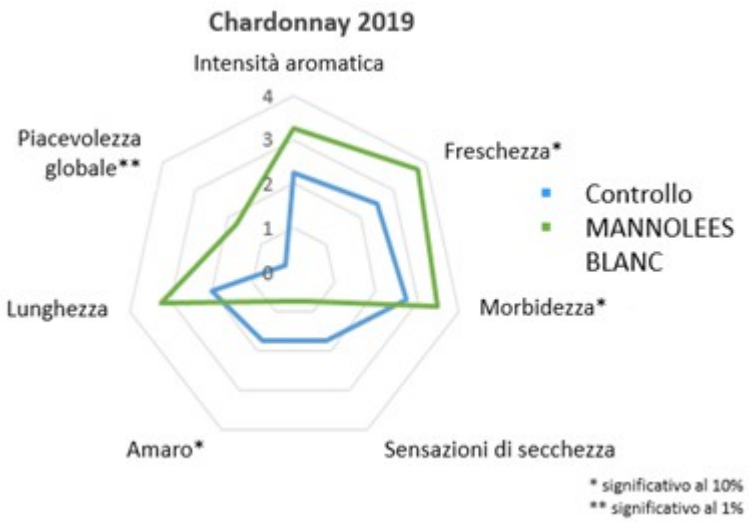


Grafico in riferimento all'analisi sensoriale di due campioni di vino: uno trattato con il prodotto a base di mannoproteine e l'altro non trattato con questo formulato. Numerose altre aziende come Enartis, Oeno, Laffort producono formulati a base di mannoproteine per il trattamento dei vini.

Conclusione

Le fecce di fermentazione, sopratutto le fecce fini, risultano avere una grande potenzialità nella produzione di vini di elevata qualità; sopratutto nella zona della Borgogna questa pratica è consolidata ed affermata da molto tempo, essa garantisce la produzione di vini eccelsi conosciuti in tutto il mondo per la loro qualità e dai prezzi elevati. Utilizzando adeguate tecniche enologiche quali rimescolamenti (battonage) frequenti effettuati manualmente o meccanicamente si riesce a liberare nel vino le mannoproteine, che possono essere presenti in quantità più o meno elevate a seconda delle condizioni di vita del lievito e della successiva conservazione del vino sulle fecce; questi polisaccaridi vengono liberati grazie all'autolisi dei lieviti ed il ruolo fondamentale di alcuni enzimi. La scelta del contenitore in cui viene effettuato l'invecchiamento sulle fecce non è da ritenersi indifferente in quanto il potere riducente delle fecce potrebbe comportare alcune problematiche dal punto di vista sensoriale.
Le mannoproteine possiedono molteplici caratteristiche positive che apportano al vino; forniscono caratteristiche positive dal punto di vista organolettico e sensoriale con ammorbidimento di tannini e miglioramento della frazione aromatica e per quanto riguarda gli spumanti migliorano sensibilmente il perlage; dal punto di vista chimico fisico migliorano sensibilmente la stabilità tartarica, proteica e del colore. Per quanto riguarda le caratteristiche microbiologiche possono migliorare la fermentazione malolattica e limitare la presenza di ocratossina.
Oltre al naturale rilascio delle mannoproteine per autolisi del lievito, si può ricorrere a prodotti commerciali per incrementare il contenuto in mannoproteine del vino per ottenere risultati similari ad un classico invecchiamento “sur lies”; i formulati che si trovano in commercio sono di varie tipologie e formulazioni a seconda del risultato che si vuole ottenere.

BIBLIOGRAFIA

(1)CRC Biotek , *Ecostabil, biostabilizzante strutturale, cromatico ed aromatico per l'affinamento dei vini* https://www.crcbiotek.it/pdf/mannoproteine/ECOSTABIL.pdf , ultima consultazione: 3/6/2023

(2)*L'importanza delle mannoproteine liquide,* 4 agosto 2022, agrovin.com https://www.agrovin.com/it/limportanza-delle-mannoproteine-liquide/, ultima consultazione :3/6/2023

(3)Enartis news, *COME MIGLIORARE LA QUALITÀ DELLA SPUMA DEI VINI SPUMANTI,* novembre 2021, enartis.com ,https://www.enartis.com/wp-content/uploads/2021/11/Enartis_Newsletter_Foam_Sparkling_IT.pdf , ultima consultazione: 15/6/2023

(4) Scheda tecnica https://www.enartis.com/datasheets/TECHNICAL-DATA-SHEET/IT/TDS-IT-SecoBrett.pdf ultima consultazione: 28/5/2023

(5)Roberto Gatti, *La tecnica del battonage,* 29 novembre 2011, winetaste.it https://www.winetaste.it/la-tecnica-del-batonnage/ ultima consultazione: 28/5/2023

(6)*Mannoproteine:utilizzi in enologia per affinare il vino*,9/9/2021, infowine.it https://www.infowine.com/it/novit %C3%A0/mannoproteine_utilizzi_in_enologia_per_affinare_il_vino_sc_20010.htm , ultima consultazione: 15/6/2023

(7) MANNOPROTEINE STATO DELL'ARTE: struttura molecolare ed effetti enologici,Settembre 2019,assoenologi.it https://www.assoenologi.it/wp-content/uploads/2019/09/assogiovani_settembre2019.pdf (pdf mannoproteine) Ultima consultazione :20/6/2023

(8)*Mannoproteine: utilizzi in enologia per affinare il vino,*25 febbraio 2022, vigneviniequalita.edagricole.it, https://vigneviniequalita.edagricole.it/notizie-dalle-aziende/mannoproteine-vino-utilizzi-in-enologia-per-affinare-vino/ ultima consultazione:18/5/2023

(9)Caridi, Sidari, *MIGLIORAMENTO DELLA SALUBRITÀ DEI VINI MEDIANTE IMPIEGO DI LIEVITI SELEZIONATI PER LA DIVERSA ATTIVITÀ ADSORBENTE* , 2007, infowine.com https://www.infowine.com/intranet/libretti/libretto4391-01-1.pdf

(10)Scheda tecnica https://www.oenofrance.it/wp-content/uploads/2017/11/MANNOFLUX_ST_rev06_OFI.pdf ultima consultazione: 25/6/2023

(11) FOTO https://www.civiltadelbere.com/parusso-in-principio-fu-lossigeno/

(12) FOTO https://www.imbottigliamento.it/2017/03/27/sistema-spruzzo-la-pulizia-interna-tini-botti-legno/

(13)*Ocratossina A nel vino: limiti e metodi analitici,*27/5/2022*,* food.r-biopharm.com https://food.r-biopharm.com/it/news/ocratossina-a-nel-vino-limiti-e-metodi-analitici/ ultima consultazione:15/6/2023

(14) Giovanni Suzzi, RosannaTofalo, settembre 2018, *Microbiologia enologica,* 2°edizione, Edagricole, pp 27

(15) Giovanni Suzzi, RosannaTofalo, settembre 2018, *Microbiologia enologica,* 2°edizione, Edagricole, pp 25

(16)Esperienze di affinamento di vini bianchi "sur lies", UNISI, http://www3.unisi.it/did/taiv/materiale/distefano2.pdf

(17) Simone Lavezzaro, 2010,*Caratteristiche e gestione enologica delle fecce*,Vitenda, XV, pp 300-301

(18)Delteil, *Lavorare con le fecce: elementi chiave per l'affinamento del vino,*pp 1,2,3,4

(19) P. RibÈreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. DonËche, A. Lonvaud, T*rattato di Enologia Microbiologia del vino Vinificazioni,* agosto 2017, 4° edizione,Edagricole, pp 489

(20)P. RibÈreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. DonËche, A. Lonvaud, T*rattato di Enologia Microbiologia del vino Vinificazioni,* agosto 2017, 4° edizione,Edagricole, pp 491