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

Titolo tesi

FILTRAZIONE E RECUPERO FECCE ENOLOGICHE

CANDIDATO

Edoardo Paulone

RELATORE

Prof. Marco Mastrandrea

CORRELATORE

Prof. Julia Gomes

Anno scolastico 2022 - 2023

INDICE

INTRODUZIONE.....2
LA TORBIDITA'..... 5
-Come si misura la torbidità.....5
PRINCIPI DELLA FILTRAZIONE..... 6
COME PREVEDERE IL COMPORTAMENTO DELLA FILTRAZIONE.....8
LA DETERMINAZIONE DEL TENORE IN MATERIA SOLIDA.....9
LA FORMAZIONE E LA COMPOSIZIONE DELLA FECCIA.....10
-Formazione della feccia..... 10
-Composizione della feccia.....11
-L'incidenza della feccia sul mosto..... 12
IL FILTRO ROTATIVO SOTTOVUOTO..... 14
-Come è composto il filtro.....14
-Funzionamento del filtro rotativo sottovuoto..... 14
LA FARINA FOSSILE.....17
-Definizione..... 17
-Dove viene utilizzata..... 17
-Perchè viene utilizzata la farina fossile?..... 17
-Vantaggi e svantaggi.....18
RILASCIO DI METALLI PESANTI DA PARTE DELLE FARINE FOSSILI..... 18
-Metalli pesanti e la salute umana.....19
-Rilascio nel tempo di metalli pesanti..... 19
-L'influenza del pH.....21
-Risultati sui campioni di vini rossi.....21
-Risultati su campioni di vini bianchi.....22
-Lavaggio delle farine fossili.....23
-Limiti legali..... 23
-Analisi quantitativa dei metalli del vino tramite spettrofotometria di assorbimento atomico. 24
-Come si calcola la quantità di metalli pesanti..... 24
CONCLUSIONI..... 25
-Ricapitolando..... 25
- Tecnica di filtrazione da utilizzare in funzione dell'obiettivo enologico.....25
BIBLIOGRAFIA..... 28

INTRODUZIONE

La filtrazione è una operazione fisico-meccanica questa consiste nella separazione delle sostanze allo stato solido, che sono in sospensione, in dispersione e allo stato colloidale nel fluido. Mediante un passaggio attraverso dei mezzi filtranti che trattengono le particelle allo stato solido sulla loro superficie filtrante questa prende il nome di filtrazione di superficie. Se il filtraggio avviene all'interno del filtro la filtrazione prende il nome di filtrazione di profondità, se invece per la filtrazione si usa un pannello che ha la funzione di filtrazione questa prenderà il nome di filtrazione di superficie. Il liquido che passerà all'interno del filtro, che viene filtrato all'uscita del filtro prenderà il nome di filtrato. Invece tutti quei solidi che vengono trattenuti dal mezzo filtrante al suo interno prendono il nome di retentato. Durante la filtrazione c'è una resistenza del mezzo filtrante a questa bisogna aggiungere un'altra resistenza opposta dalle particelle solide che durante la filtrazione creano un deposito di particelle che cresce gradualmente. Questi solidi che si depositano iniziano a deformarsi al punto da provocare una progressiva riduzione della permeabilità del filtro rallentando così la filtrazione fino a provocare l'arresto. Questo fenomeno viene definito colmataggio. Durante la filtrazione le particelle vengono fermate nella superficie del mezzo filtrante si può definire che viene fatto un setacciamento, questo perché le particelle hanno un diametro maggiore di quello dei pori del filtro.

Ci sono diverse categorie di filtrazioni la prima di queste e la filtrazione di superficie, in questa categoria rientra la filtrazione fatto con un filtro tangenziale nella quale viene fatta una filtrazione per vino con un alto contenuto di solidi in sospensione, questi solidi vanno a fermarsi nelle

membrane del filtro queste membrane hanno dei pori abbastanza grandi quindi il filtrato potrebbe ancora presentare dei solidi in sospensione. Un'altra filtrazione di superficie e quella effettuata con un filtro rotativo sottovuoto questo filtro attraverso un pannello fatto di farina fossile riesce a filtrare dei liquidi con molti solidi in sospensione, riuscendo a filtrare anche la feccia vinaria che solitamente sarebbe uno scarto della vinificazione.

La seconda categoria di filtrazione e quella di profondità questa è adatta per il trattamento di vini che hanno già un ridotto contenuto di parti solide sospese, queste filtrazioni sono adatte per vini che al loro interno hanno particelle molto fini (un diametro inferiore a 0,1 micrometri).

La filtrazione con deposito è una tecnica utilizzata principalmente per prodotti con una percentuale elevata di sostanze solide in sospensione. Nella filtrazione con deposito si hanno contemporaneamente un'azione di ritenzione di superficie e ritenzione di profondità. In questa tecnica di filtrazione il prodotto da filtrare attraversa un supporto filtrante come teli, cartoni, pannelli di farina fossile sul quale si accumulano le particelle formando un deposito di spessore crescente.

Le operazioni di illimpidimento si possono distinguere in:

-Filtrazione (1-100 micrometri)

-Microfiltrazione (0,1-1 micrometri)

-Ultrafiltrazione (0,01-0,1 micrometri)

- Nanofiltrazione (0,001-0,01 micrometri)

I primi due tipi di filtrazione si usano maggiormente in campo enologico, dato che con una buona filtrazione si ottengono vini con un'ottima limpidezza e con una microfiltrazione si riesce a ottenere un'ottima stabilità. Esistono poi

numerosi tipi di filtrazione in funzione dei diversi supporti filtranti e si distinguono in:

-filtrazione con prepannello formato per alluvionaggio continuo

-filtrazione con strati filtranti

-filtrazione su membrana

-filtrazione tangenziale su membrana

Tutte le filtrazioni che sono state citate vengono usate per vini che hanno solidi in sospensioni, invece se l'enotecnico vuole recuperare un prodotto di scarto come la feccia deve avere a disposizione un filtro rotativo sottovuoto, questo filtro ha un pannello fatto con farina fossile, e un filtro ad alluvionaggio continuo, si riescono a filtrare fecce con molto materiale solido questo consente di recuperare grandi quantità di mosto che solitamente andrebbe scartato.

Tutte le filtrazioni hanno un effetto sulla composizione chimica dei vini, alcune hanno un'incidenza debole, altre invece hanno un'incidenza più marcata. Tuttavia se esse sono realizzati in condizioni e tecniche soddisfacenti non hanno alcuna incidenza organolettica. Numerosi studi dimostrano che la filtrazione può far diminuire il tenore di alcuni composti e condurre a modificazioni transitorie di alcuni colloidi. Per poter stabilire se la filtrazione ha sortito risultati negativi o positivi sul vino è bene conservarne dei campioni per alcuni giorni. Arriagada-Carezzana et al. (2005) hanno condotto uno studio sugli effetti della filtrazione (caratteristiche fisico-chimiche e organolettiche) su vini di Cabernet-Sauvignon con membrane PVDF di 0,65 µm. I risultati dimostrano che c'è un effetto significativo su alcuni composti chimici (si abbassa il tenore dei tannini del 4,8% e degli antociani del 2,4%). Per quanto riguarda i composti aromatici si assiste a una significativa diminuzione di 12 composti su 120.

LA TORBIDITA'

Le particelle solide responsabili della torbidità presenti nel liquido che deve essere filtrato, possono essere classificati in:

- Particelle solide che sono in dispersione colloidale che comprendono: gomme mucillagini, pectine, sostanze tanniche, coloranti, pectine, fosfati, solfuri ecc… Si tratta di macromolecole o di aggregati di molecole presenti allo stato sol o gel ad elevata azione calmante.
- Particelle solide in sospensione costituite da colloidi flocculanti, ad elevato potere colmatante, microrganismi (batteri, lieviti, muffe) di medio potere colmatante, precipitati salini (sali acidi organici e/o minerali) e residui di lavorazioni precedenti (farina fossile, carboni attivi) sono poco colmatanti.

-Come si misura la torbidità

La torbidità del vino deve essere misurata con il turbidimetro, questo è uno strumento che sfrutta la riflessione della luce da parte delle particelle in sospensione nel liquido. La torbidità viene espressa in FTU (Formazin Turbidity Units) o in NTU (Nephelometric Turbidity Units).

PRINCIPI DELLA FILTRAZIONE

Si possono distinguere diverse tecniche di filtrazione: filtrazione con “terra” e filtrazione “senza terra” e filtrazione frontale o filtrazione tangenziale. Nel caso della filtrazione con l’impiego di terre (filtri a piastre compresi), la filtrazione si compie in profondità mediante un passaggio attraverso una parete porosa, e il supporto filtrante ritiene le particelle solide. Consideriamo che le terre di filtrazione devono essere recuperate per limitare l’impatto ecologico (fig. 4)

Una filtrazione senza adiuvanti (filtrazione su membrana-cartuccia o su membrane a fibre cave), la filtrazione si compie per ritenzione sterica alla superficie della membrana (fig.1). Infine possiamo distinguere la filtrazione frontale (che consiste nel far passare il fluido da filtrare perpendicolarmente alla superficie del filtro), e la filtrazione tangenziale (consiste nel far passare il fluido tangenzialmente alla superficie del filtro(fig.3) Più precisamente si utilizza:

1. La filtrazione su prepannelli di diatomee formati per alluvionaggio continuo
2. La filtrazione su piastre di cellulosa o su moduli lenticolari; si tratta di cartoni permeabili costituiti da fibre di cellulosa nelle quali sono incorporati delle componenti granulose (diatomee, perliti, resine cationiche, ecc…)
3. La filtrazione su membrane di polimeri sintetici a pori calibrati
4. La filtrazione tangenziale su membrane minerali o organiche; il flusso parallelo alla superficie filtrante limita il colmataggio. Questa si contrappone alla filtrazione classica dove il flusso è trasversale.

L'illimpidimento perfetto del vino grezzo non può essere ottenuto in una sola operazione ; solo la filtrazione tangenziale permette di ottenere tale risultato. Se la filtrazione viene fatta su un supporto stretto conduce ad un colmataggio rapido, con un supporto poco stretto le particelle vengono trattenute in maniera insufficiente.

▲ (fig.1) Filtro a cartoni

▲ (fig.2) Filtro rotativo sottovuoto

▲ (fig.3) Filtro a tangenziale

▲ (fig.4) Filtro a farina

COME PREVEDERE IL COMPORTAMENTO DELLA FILTRAZIONE

In funzione della concentrazione dei diversi composti si realizzerà la filtrazione nelle migliori condizioni (viene definito rischio colmataggio). Il flusso di un liquido non colmatante circolante attraverso i pori di un mezzo filtrante e regolato dalla legge di Poiseuille:

$$q=\frac{dV}{dT} = K \times \frac{(S \times P)}{E}$$

Questa legge serve per calcolare la portata del filtro all'istante (q) bisogna avere K che è una costante caratteristica del mezzo filtrante proporzionale alla potenza 4 del diametro dei pori, al loro numero per unità di superficie e inversamente proporzionale alla viscosità del liquido. S è la superficie del letto filtrante ed E ne rappresenta lo spessore, mentre P indica la pressione di filtrazione. Questa legge esprime la proporzionalità esistente tra il flusso e la superficie, da una parte, e la pressione dall'altra nel contempo indica che il flusso è inversamente proporzionale allo spessore del filtro. Questa legge viene giustificata dalla teoria (Serrano, 1981) che dice che il comportamento della filtrazione di una sospensione poco concentrata (come il vino) obbedisca a questa legge in funzione della natura del filtro.

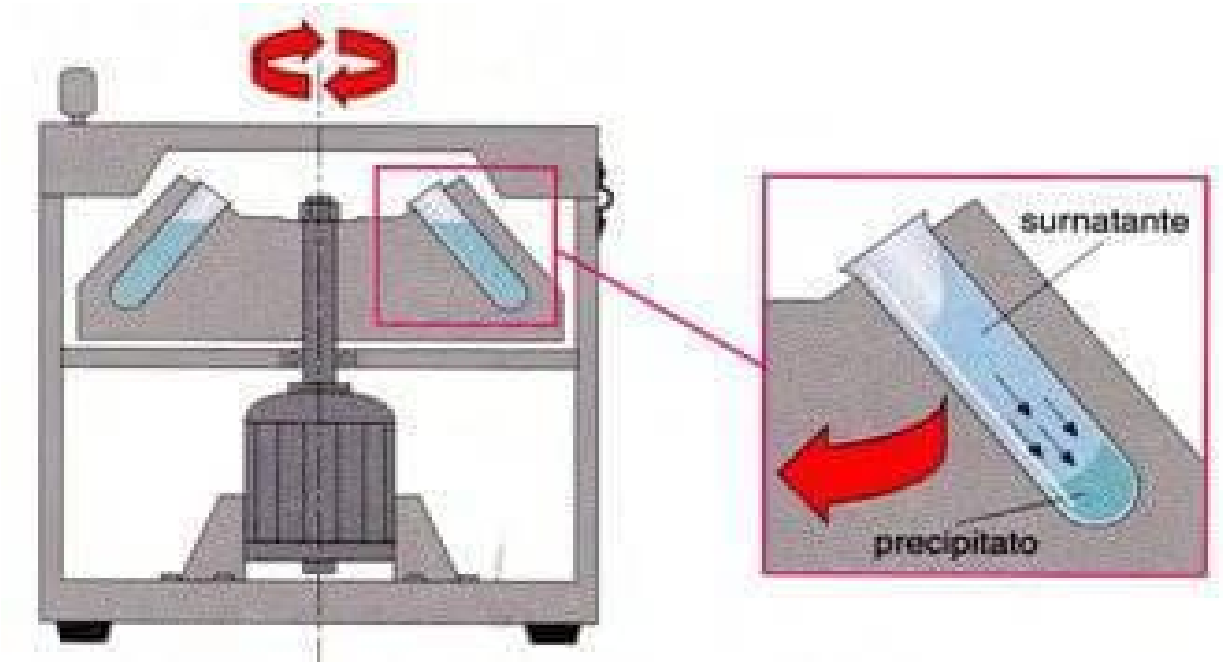
Per questa legge esiste un modello matematico che traduce l'evoluzione del volume filtrato in funzione del tempo a pressione costante.

LA DETERMINAZIONE DEL TENORE IN MATERIA SOLIDA.

Questo tenore trova la quantità di particelle in peso o in volume (espresso in percentuale di volume totale) presenti nel vino. Queste particelle possono essere separate in diversi modi:

- Per centrifugazione.
- Per filtrazione su membrane in fibre di vetro.
- Per filtrazione su membrane di 0,45 µm che trattengono le materie colloidali.
- Per evaporazione a secco per determinare la totalità della materia secca.

In enologia il metodo che viene maggiormente utilizzato e per centrifugazione a 3.000 giri al minuto per 5 minuti in una provetta speciale che è già graduata in percentuale del volume totale. Questo procedimento viene soprattutto utilizzato per i mosti bianchi, depositi di fecce.



▲ (fig.6) Centrifuga per determinazione sostanze solide

LA FORMAZIONE E LA COMPOSIZIONE DELLA FECCIA.

-Formazione della feccia

Appena l'uva arriva in cantina subirà le prime lavorazioni: pigiadiraspatura, pressatura in questo modo si otterrà il mosto che verrà messo in vasca a temperatura controllata. Un paio d'ore dopo il mosto si separerà in due parti:

-Mosto chiaro

-Fecce

Le fecce si presentano come strati successivi di colore diverso: bruno verdastro nella parte inferiore del deposito, da verde a beige chiaro nella parte superiore. Si possono distinguere anche le fecce <<pesanti>> che vanno a formare il primo deposito e le fecce <<leggere>> che si depositano più lentamente.

La quantità delle fecce che si formano nel corso dell'estrazione del succo e la rapidità del loro deposito dipendono da più varianti:

- tipologia di vitigno
- sanità delle uve
- maturità delle uve
- condizioni di lavorazioni dell'uva (pigiatura, sgrondatura, pressatura)

I processi di estrazione dei mosti presentano un'influenza fondamentale nella formazione delle fecce. I mosti più limpidi sono ottenuti con pressature lente, discontinue e con il numero minimo di rivoltamenti della vinaccia.

-Composizione della feccia

La struttura fisica delle fecce e la loro composizione chimica restano poco conosciute. Si ammette che siano formate da particelle di dimensioni molto eterogenee, inferiori a 2mm. Generalmente si ritiene (alexandre et al., 1994) che contengono soprattutto dei polisaccaridi insolubili (cellulosa, emicellulosa, materie pectiche) e che queste siano relativamente povere in composti azotati , essenzialmente delle proteine insolubili inutilizzabili dai lieviti.

Composizione delle fecce (in%)	
Polisaccaridi neutri totali	71,9
Azoto totale	2,6
Ceneri	5,5
Polisaccaridi acidi	5,2
Lipidi	7,8
Totale	93

Contengono anche dei sali minerali e una proporzione non trascurabile di lipidi, proveniente si crede dalle membrane cellulari. Questa frazione lipidica contiene una quantità un pò più elevata di acidi grassi insaturi rispetto a quella degli acidi grassi saturi.

Composizione della fecce in acidi grassi totali (in%)	
Acido laurico	8,3
Acido palmitico	25,0

Acido palmitoleico	5,5
Acido stearico	22,2
Acido oleico	22,2
Acido linoleico	25,0

-L'incidenza della feccia sul mosto

La produzione di vini che hanno un contenuto troppo elevato di feccia in sospensione risultano essere erbacei, pesanti con sapori amari ma allo stesso tempo più colorati in quanto ricchi in composti fenolici. Questi vini alla fine della fermentazione presentano dei difetti olfattivi di riduzione, che possono essere più o meno facili da togliere.

Al contrario il carattere fruttato del vitigno appare appare più netto e stabile in vini derivanti da mosti che hanno subito un illimpidimento.

I vini provenienti da mosti sfecciati possiedono dei tenori inferiori in alcoli superiori e sono più ricchi in esteri etilici degli acidi grassi e in acetati di alcoli superiori il cui aroma è più gradevole.

Prima della fermentazione i mosti contengono essenzialmente le aldeidi a C6 formate per ossidazione enzimatica degli acidi linolenico e linoleico, al momento della trasformazione in succo dell'uva.

Questi composti che sono poco solubili nel mosto restano parzialmente associati alle particelle della feccia, durante la fermentazione alcolica, vengono ridotti per via enzimatica negli alcoli corrispondenti ad opera dei lieviti e passano in soluzione nel vino. Ecco come si spiega come l'eliminazione delle fecce del mosto concorra alla diminuzione degli aromi erbacei dei vini bianchi e come l'influenza della sfecciatura sia tanto più evidente quando il trattamento meccanico subito nell'ammostatura sia stato brutale e quando la maturità dell'uva sia stata insufficiente.

Essendo consapevoli che la feccia porta a un peggioramento delle qualità future del vino l'enotecnico effettua una sfecciatura questo però porta a una grossa perdita di prodotto questo significa anche una perdita di denaro perché nella feccia scartata c'è ancora una grande quantità di mosto che si può recuperare.

Non possiamo prevedere quanto prodotto si andrà a scartare in linea generale su un mosto che è stato fatto decantare naturalmente, su 100kg di mosto ci sarà uno scarto di 3-4 kg di feccia, se il mosto ha subito una flottazione questa perdita sarà ancora maggiore.

Per aziende piccole o di medie dimensioni che accettano questo scarto così da produrre un vino di alta qualità invece nelle aziende più grandi o addirittura nelle industrie anche queste piccole perdite possono incidere notevolmente sul fatturato dell'azienda.

Per riuscire a risolvere questo inconveniente la tecnologia è arrivata in soccorso portando un macchinario che filtra le fecce e ne ricava mosto, questo è il filtro rotativo sottovuoto.

IL FILTRO ROTATIVO SOTTOVUOTO

-Come è composto il filtro

Il filtro rotativo sotto vuoto è costituito da:

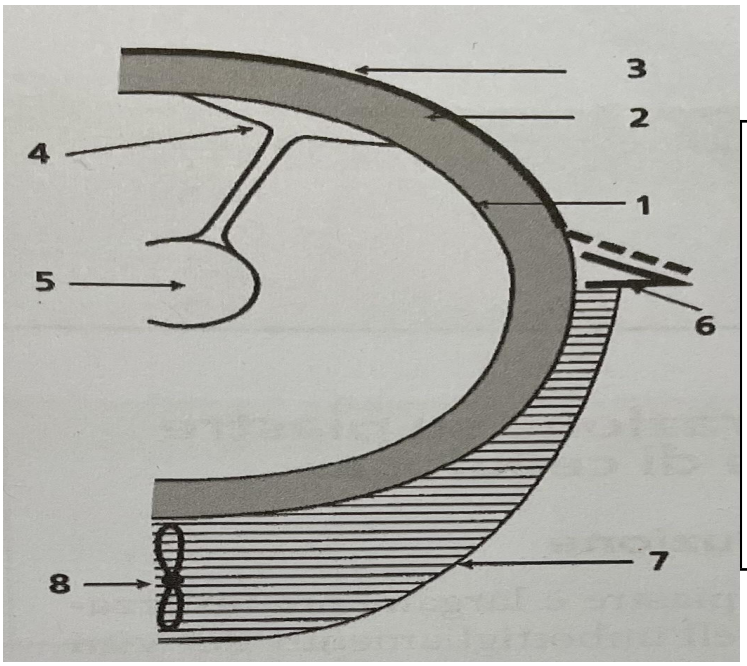
- vasca per aggiunta del coadiuvante
- pompe per trasferimento liquido
- pannello di controllo
- pompa per il vuoto
- cassetto con agitatore
- -tamburo rotante
- vaglio perforato con tela

-Funzionamento del filtro rotativo sottovuoto

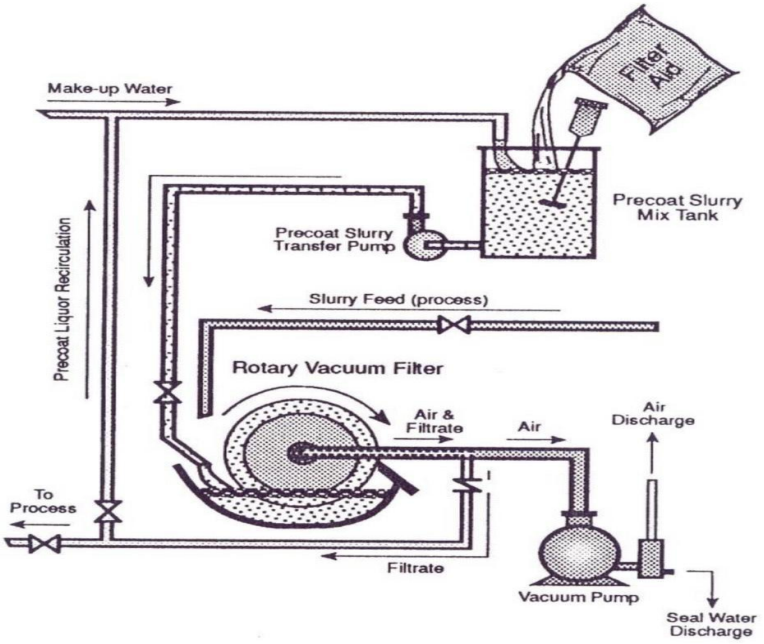
1) La prima operazione prima dell'avvio della filtrazione è la preparazione del letto filtrante, questa fase consiste nel riempiento di una vasca di contenimento con acqua e codiuvante di filtrazione, (diatomee, perliti ecc…) il coadiuvante sarà aggiunto gradualmente, grazie all'ausilio di un agitatore il composto sarà tenuto in agitazione.
2) Una volta che il letto filtrante si sarà creato in maniera omogenea (è importante che il letto filtrante sia omogeneo su tutto il filtro perchè

senno la filtrazione non sarà efficace), si possono aprire le valvole per far entrare la feccia, questa ricadrà nella cassetto di raccolta posto sotto il tamburo filtrante, mescolandosi con già la presente la farina fossile.

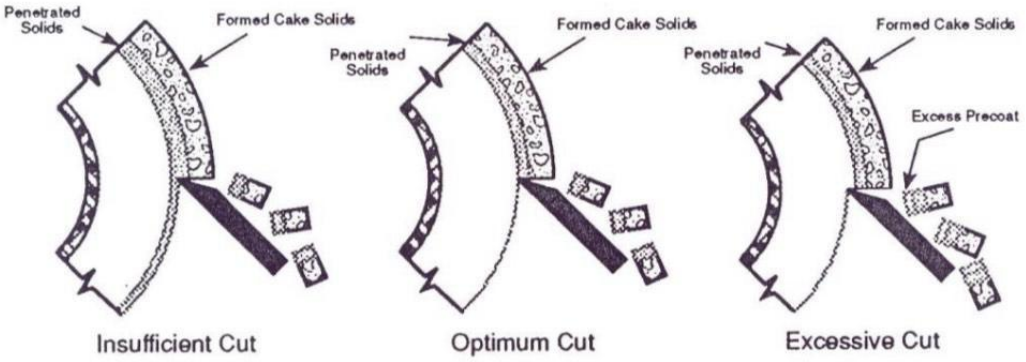
3) La filtrazione adesso è iniziata, però bisogna regolare ancora la velocità dei giri del tamburo così che riesca a filtrare nel modo corretto (non c'è un numero preciso della velocità questo lo deciderà l'operatore presente), poi si regola la lama di taglio (fig. 3) che deve rigenerare il letto filtrante così da eliminare lo strato che è entrato in contatto con la feccia e quindi quello più inquinato se il taglio della torta non è abbastanza spesso il filtro si bloccherà viceversa se è troppo spesso il filtro non assorbirà le impurità che entreranno.
4) Una volta che sarà finita l 'operazione di filtrazione bisognerà lavare accertamento il filtro, per questo motivo ci sono degli ugelli che laveranno loro il filtro.



(fig.7) 1: supporto di tessuto metallico 2:strato filtrante, di diatomee e perliti utilizzate come coadiuvante; 3: pellico delle impurezze arrestate; 4: ventose di aspirazione disposte su tutta la superficie; 5: asse e uscita del liquido filtrato; 6: coltello raschiatore regolabile; 7: serbatoio contenente il liquido da filtrare; 8: agitatore per mantenere le diatomee in sospensione.



▲ (fig.8) Schema funzionamento filtro rotativo sottovuoto



▲ (fig.9) Taglio strato filtrante

LA FARINA FOSSILE

-Definizione

Con il termine farine fossili si fa riferimento a un tipo di roccia silicea sedimentaria che trae origine dalle alghe della famiglia delle diatomee, di cui ne è il residuo fossile.
Di origine quindi organica e provenienti da ambienti lacustri o marini, hanno a seconda della loro collocazione geografica elevate percentuali di diossido di silicio e carbonato di calcio. Conosciuta anche con altri nomi, quali terra diatomacea, diatomite, sabbia di diatomee, conosce molte applicazioni di tipo industriale e non, di seguito ne vedremo le principali.

-Dove viene utilizzata

La farina fossile viene utilizzata in diversi settori agroalimentari:

- Settore enologico
- Centri di depurazioni delle acque
- Nel settore della cosmetico
- Settore agricolo

-Perchè viene utilizzata la farina fossile?

Il principale scopo dell'utilizzo della farina fossile è per la sua caratteristica di trattenere impurità che sono presenti in una soluzione liquida, infatti viene utilizzata nel settore enologico per il filtraggio di vini, fecce, mosti. Viene utilizzata anche per la filtrazione di acque degli acquedotti, si usa anche in campo agricolo soprattutto nel biologico dove viene sparsa nelle coltivazione per creare una superficie di protezione delle scottature della superficie fogliare.

La scelta dell'utilizzo della farina fossile è molto semplice ma molto importante, perché questa è molto economica.

-Vantaggi e svantaggi

Tra i vantaggi della farina fossile abbiamo:

- alto livello di chiarifica grazie alla perfetta distribuzione della granulometria,
- ottima capacità di assorbimento della feccia,
- formazione veloce del pannello filtrante,
- economica.

Gli svantaggi della farina fossile sono:

- un alto costo di smaltimento in quanto è considerato un rifiuto speciale che deve essere trattato in maniera particolare,
- il rischio di rilasciare nel vino determinati metalli pesanti contenuti al suo interno e nocivi alla salute umana.

RILASCIO DI METALLI PESANTI DA PARTE DELLE FARINE FOSSILI

-L'origine dei metalli pesanti nel vino è legata:
All'assorbimento di oligoelementi della pianta (fino a 1 mg/l); alla contaminazione da fitofarmaci; per contaminazione da attrezzature o elementi di contatto durante le fasi di lavorazione; contaminazione da additivi e prodotti enologici di dubbia provenienza (acido metatartarico, acido citrico, bentonite, ecc..). Con l'uso del filtro rotativo sottovuoto c'è un rilascio di metalli pesanti contenuti nella farina fossile che si disperdono nel mosto e di

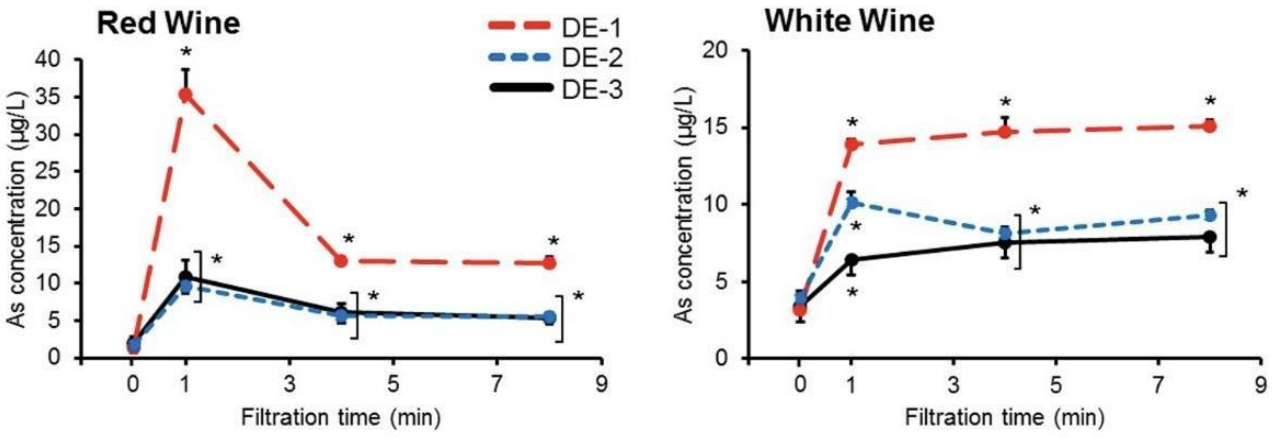
conseguenza (se questo non viene trattato con specifici prodotti) finiranno nel vino.

-Metalli pesanti e la salute umana

L'esposizione alimentare cronica a quantità elevate di metalli pesanti come arsenico (As), piombo (Pb) e cadmio (Cd) rappresenta un rischio per la salute pubblica, e questi elementi sono costantemente presenti in vari alimenti. La tossicità dell'arsenico dipende dal suo stato chimico, con l'arsenico inorganico (iAs) che presenta una tossicità maggiore rispetto alle forme organiche.
Sono state testate varie farine fossili (DE) alimentari, evidenziando che tutte contenevano arsenico, oltre a piccole quantità di piombo e cadmio. Dopo il loro uso per la filtrazione di vino in laboratorio, è stato osservato che uno dei campioni di farina aumenta l'arsenico da 3,7 a 7,9 volte rispetto ai campioni non filtrati.
Per diminuire la quantità di arsenico che viene rilasciata nel mosto e nel vino bisogna:
-Diminuire il contatto tra farina fossile e vino/mosto (aumentando la velocità di filtrazione)
-Una alterazione di ph influenza il rilascio di arsenico
-Il lavaggio con acqua delle farine fossili prima del loro utilizzo

-Rilascio nel tempo di metalli pesanti

Esempio	As(mg/kg)	CD(mg/kg)	Pb(mg/kg)	dim. particelle	permeabilità
DE-1	5,4	N:D	0,1	20.9	0,25
DE-2	2,6	0,02	0,2	20.9	0,5
DE-3	2,1	0,03	0,1	20.9	0,25



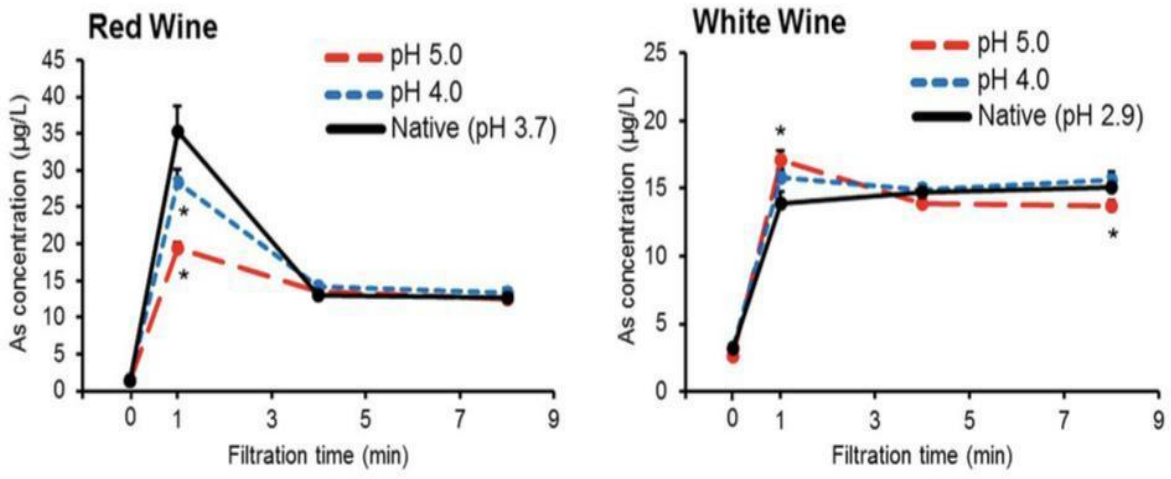
▲ (Graf.1)Rilascio dei metalli pesanti nel tempo

-In un recente studio hanno dimostrato il rilascio di metalli pesanti da parte della farina fossile (J. Agric. et al., 2019) in questo caso sono stati presi tre differenti campioni di farina fossile (DE-1;DE-2;DE-3). Nella prima tabella si possono notare i quantitativi delle diverse farine fossili, i contenuti di metalli pesanti sono stati resi pubblici dalle aziende produttrici.

Con questa prova effettuata in laboratorio si è notato che già nel primo minuto di filtrazione c'è stato un significativo rilascio di metalli pesanti, questo rilascio ha avuto il suo picco massimo nei primi minuti di filtrazione, poi si nota che il rilascio dei metalli è diminuito ed è rimasto costante fino alla fine della filtrazione.

	pH
Vino bianco	2,9
Vino rosso	3,7

-L’influenza del pH



▲ (Grafico 2) L'influenza del pH nel rilascio di metalli pesanti

Un’altro aspetto fondamentale che bisogna tener conto è il pH del vino o del mosto che andremmo a filtrare infatti il pH è un fattore che va a determinare il rilascio dei metalli pesanti. Degli studi hanno verificato questo (J. Agric. et al., 2019) in laboratorio è stata effettuata una filtrazione con farina fossile di diversi vini tre campioni di vini rossi con pH differenti e tre vini bianchi con ph differenti, una volta avviata la filtrazione controllata ovvero che veniva controllato il rilascio di metalli pesanti istantaneamente alla filtrazione così da vedere quando vengono rilasciati la maggior parte di metalli e in che concentrazioni.

-Risultati sui campioni di vini rossi

Nei tre campioni di vini rossi si è notato:

- Nel campione con un pH di 5 il rilascio di metalli pesanti è stato contenuto senza avere dei picchi troppo elevati dove al primo minuto di filtrazione c’è stato un picco di 20 µg/L con il passare dei secondi questo

rilascio è notevolmente calato fino ad arrivare a 15 μg/L per poi rimanere costante.

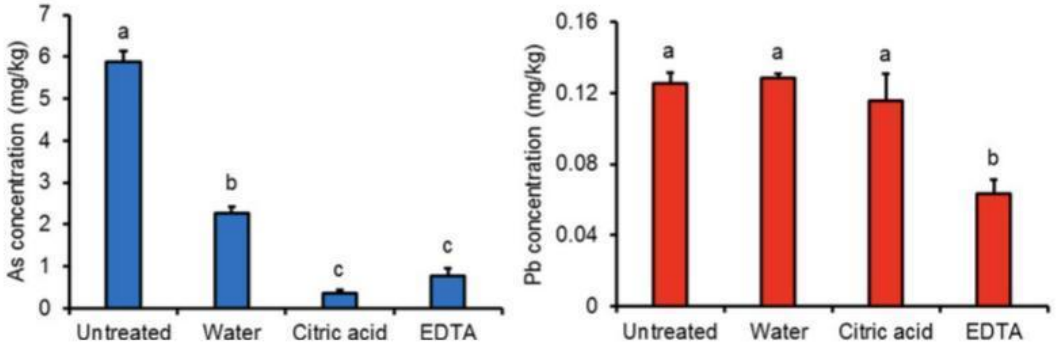
- Nel campione con un pH 4 il rilascio di metalli pesanti è stato considerevole perché nel primo minuto di filtrazione il rilascio di As è stato di 27/28 μg/L per poi calare molto lentamente (rispetto al campione precedente) fino ad arrivare al quarto minuto dove si è stabilizzato a 16 μg/L.
- Nel terzo campione con un vino di pH di 3,7 il rilascio di metalli pesanti è stato molto elevato nel primo minuto dove il rilascio di metalli pesanti è arrivato a 36 μg/L per poi calare fino a 14μg/L.

-Risultati su campioni di vini bianchi

Nei tre campioni di vini bianchi si è notato:

- Nel primo campione di vino a pH 5 il picco di rilascio di metalli pesanti è arrivato a 17 μg/L per poi calare e rimanere costante a 14 μg/L
- Nel secondo campione si è verificato un fenomeno diverso rispetto gli altri campioni ovvero nel primo minuto di filtrazione il rilascio di metalli pesanti è arrivato a 15 μg/L però poi invece di calare è aumentato leggermente per poi rimanere costante a 16 μg/L
- Nel terzo campione si è verificato lo stesso fenomeno del secondo ovvero il rilascio di metalli pesanti nel primo minuto era di 14 μg/l poi è aumentato per rimanere costante a 15 μg/L

-Lavaggio delle farine fossili



▲ (Grafico 3) Effetto dei trattamenti di lavaggio sulle concentrazioni di arsenico inorganico (iAs) e piombo (Pb) nel coadiuvante di filtrazione a base di terra di diatomee (DE-1).

È interessante notare che un solo lavaggio con acqua ($p < 0,05$) ha ridotto significativamente la concentrazione di iAs in DE-1 del 61 ± 3%, mentre il trattamento con una soluzione di acido citrico (pH 2,7) e una soluzione EDTA (pH 8,0) ha portato a riduzioni del 94 ± 1 e 87 ± 3%, rispettivamente. Solo il lavaggio con EDTA ha determinato una riduzione significativa delle concentrazioni di Pb (50 ± 6%, $p < 0,05$).

-Limiti legali

I vini destinati al diretto consumo non devono contenere piu' di:

-0,2 mg/l di arsenico;
-80 mg/l di acido borico;
-0,01 mg/l di cadmio;
-1 g/l di acido citrico;
-1 mg/l di rame;
-10 mg/l di dietilen glicole;
-10 mg/l di etilen glicole;
-15 mg/l di malvidin diglucoside;
-5 µg/l di natamicina;
-10 µg/l di vinilpirrolidone;
-10 µg/l di vinilimidazolo;

-25 µg/l di pirrolidone;
-150 µg/l di imidazolo;
-150 mg/l di propilen glicole, ad eccezione dei vini spumanti e dei vini frizzanti per i quali tale limite e' di 300 mg/l;
-0,1 mg/l di argento;
-5 mg/l di zinco.

-Analisi quantitativa dei metalli del vino tramite spettrofotometria di assorbimento atomico

-Come si calcola la quantità di metalli pesanti

Per calcolare la quantità di metalli pesanti che sono presenti nel vino dopo le varie lavorazioni bisogna utilizzare lo spettrofotometro. Lo spettrofotometro è un apparecchio utilizzato per determinare la concentrazione di assorbanza, o densità ottica, nella materia; in generale, questo dispositivo serve a catturare l'intensità di radiazione che un qualsiasi materiale è in grado di assorbire.
In altre parole, tramite lo spettrofotometro è possibile calcolare i parametri con cui una sostanza assorbe la luce, per rilevare con precisione la composizione di una determinata sostanza. Lo spettrofotometro riesce a calcolare la quantità di un singolo elemento e non di tutti quanti, per questo bisogna fare più analisi così da trovare ogni singola quantità di ogni elemento (nel nostro caso dei metalli pesanti) per poi valutare singolarmente la quantità di elementi e nel caso superassero i valori massimi legali, agire per diminuirli se possibile.

← (fig.10) Spettrofotometro ad assorbimento atomico

CONCLUSIONI

-Ricapitolando

Come detto in precedenza esistono diverse tecniche di filtrazione, la filtrazione su prepannelli di diatomee formati per alluvionaggio continuo, filtrazione su piastre di cellulosa o su moduli lenticolari; si tratta di cartoni permeabili costituiti da fibre di cellulosa nelle quali sono incorporati delle componenti granulose (diatomee, perliti, resine cationiche, ecc…), filtrazione su membrane di polimeri sintetici a pori calibrati, la filtrazione tangenziale su membrane minerali o organiche; il flusso parallelo alla superficie filtrante limita il colmataggio. Questa si contrappone alla filtrazione classica dove il flusso è trasversale.

- Tecnica di filtrazione da utilizzare in funzione dell'obiettivo enologico.

Ogni tecnica di filtrazione deve essere adeguata per l'obiettivo enologico desiderato, ovvero non si può utilizzare in pre-imbottigliamento una tecnica di filtrazione ad alluvionaggio continuo. Nello specifico:

-La filtrazione ad alluvionaggio continuo, usualmente mediante filtri rotativi a tamburo, permette di effettuare la filtrazione in continuo per liquidi molto torbidi. Infatti, questo tipo di apparecchiature è utilizzato su mosto e su fecce, non viene utilizzato per filtrare vini già limpidi visto che non ha un grosso potere filtrante (non riesce a creare una situazione di sterilità del vino), un'altro svantaggio è perchè va a influenzare il vino rilasciando sostanze indesiderate come metalli pesanti (perchè la superficie filtrante e fatta da farina fossile) i quali possono creare problemi nel vino e anche in bottiglia.
-Nei filtri a piastra il vino passa attraverso delle piastre prefabbricate, delle quali esiste una gamma di spessore e di natura diversi.

Si distinguono le piastre in: chiarificanti se hanno un notevole effetto di ritenzione, a grande resa con pori di dimensioni elevate si utilizzano per l'azione sgrossante e usualmente prima dell'impiego delle piastre chiarificanti, piastre sterilizzanti se bloccano i microrganismi e sono quindi utilizzate per le azioni finitrici.
I vantaggi di tali filtri sono evidenti: notevole superficie filtrante, a volume ridotto viene trattata una grande quantità di vino, hanno una grande flessibilità di impiego.
-I filtri a membrane, oggi generalmente cartucce di membrana pieghettate e alloggiate in un involucro chiuso, permettono di fermare le particelle di diametro maggiore mediante setacciatura e quindi svolgendo un'azione profonda per adsorbimento di particelle dello spessore della membrana. Questi sono filtri sterilizzanti e non semplicemente chiarificanti, sopportano anche forti variazioni di pressione fino ad un bar.
Per assicurare una filtrazione sterilizzante è indispensabile controllare bene l'apparecchiatura ed in particolare: verificare l'integrità della membrana attraverso vari test, tra cui il punto di bolla e determinare il volume massimo della colmatura.
È necessario ricordare che il costo della microfiltrazione è abbastanza elevato per cui è assolutamente conveniente preparare i vini con delle filtrazioni di sgrossatura preventive.
Le membrane sono rigenerabili mediante la circolazione controcorrente di acqua surriscaldata, con una pressione e una portata almeno uguali a quelle della filtrazione.
Lavorando in questo modo si ottiene non solo un prodotto povero di microrganismi, ma realmente sterile, ovvero arrivando a produrre vini con meno di dieci microrganismi per litro.
-Nella vinificazione in bianco il filtro tangenziale essere utilizzato dopo la fase di flottazione o decantazione statica del mosto. La filtrazione tangenziale può essere effettuata subito dopo la chiarifica e prima della fase di stabilizzazione tartarica sostituendo i sistemi tradizionali di filtrazione con farina fossile e con cartoni. Un altro utilizzo è per la produzione di vini con residuo zuccherino per fermare la fermentazione alcolica e per la produzione di vini biologici.
Nella vinificazione in rosso il filtro tangenziale è utilizzato prima o dopo la fermentazione malolattica, oppure dopo la maturazione. In entrambe le

tipologie di vinificazione, la filtrazione tangenziale si utilizza prima dell'imbottigliamento. Va sempre più affermandosi infatti la sostituzione della filtrazione con farina fossile e con cartoni. Con l'uso della farina fossile si ha un rilascio nel vino di notevoli quantità di metalli pesanti, questa vanno a influenzare il vino in maniera negativa perché possono portare a problemi di cass, inoltre le farine fossili rilasciano notevoli quantità di arsenico che è tossico per l'uomo per questo motivo bisogna tener controllato il vino e assicurarsi che le quantità di metalli pesanti soprattutto quelli tossici siano al di sotto dei limiti legali così da assicurarsi di avere un prodotto sicuro. La soluzione migliore sarebbe quella di evitare l'uso di farine fossile usando un altro tipo di filtro (ad esempio un filtro a piastre) nel caso che venga utilizzato un filtro rotativo sottovuoto per filtrare le fecce si può farne a meno se le fecce venissero utilizzate (solo le fecce nobili).

Per questo motivo l'enologo o l'enotecnico devo prestare la massima attenzione in cantina così da fornire un prodotto di eccellenza e soprattutto sicuro.

BIBLIOGRAFIA

-P.Ribèreau-Gayon, Y. Glories, A.Maujean, D.Dubourdiu. 2012 Traitè d'enologie. 2. *Chemie du vin- Stabilisation et traitements* 6. ed. edagrocole Milano 2021. 533 pag.

- P.Ribèreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donèche, A. Lonvaud. 2012 *Traitè d'oenologie. 1. Microbiologie du vin - Vinifications* 6. ed. edagricole Milano 2021. 584 pag.

-Benjamin W. Redan, Joseph E. Jablonski, Catherine Halverson, James Jaganathan,
Md. Abdul Mabud, and Lauren S. Jackson, 2019, *Factors Affecting Transfer of the Heavy Metals Arsenic, Lead, and Cadmium from Diatomaceous-Earth Filter Aids to Alcoholic Beverages during Laboratory-Scale Filtration,* Journal agricultural and food chemistry, Vol. 76, pp. 2670-2678

-2019, *Vino, prove scientifiche e legalità, assoenologi giovani* https://www.assoenologi.it/assogiovani/organigramma-comitato-dei-giovani-di-assoenologi/

-2017, Analisi quantitativa dei metalli nel vino tramite spettrofotometro di assorbimento atomico, Università di Trieste, https://moodle2.units.it/pluginfile.php/279520/mod_resource/content/1/7_Metalli_Vino_GFAAS.pdf

-2001, *Synthèse bibliographique sur la filtration des vins, Institut Français de la Vigne et du Vin – Pôle Sud-Ouest - V'Innopôle*

-Gene Haug, Eagle-Picher Minerals, Inc, (1999) *Aspects of Rotary Vacuum Filter Design & Performance, American Filtration and Separation Society which was held in Boston.*

-IFV Sud-Ouest (2003), *SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA FILTRATION DES VINS*