

ASPETTI TECNOLOGICI, QUALITATIVI E MICROBIOLOGICI DELL'APPLICAZIONE DELLA MICROFILTRAZIONE TANGENZIALE E DELLA FLOTTAZIONE NELLA VINIFICAZIONE DEL MOSCATO

V. GERBI - J. L. MINATI - G. ZEPPA - C. TORTIA

Dipartimento Valorizzazione e Protezione Risorse Agroforestali - Settore Microbiologia
e Industrie Agrarie - Università di Torino

INTRODUZIONE

Numerose pubblicazioni negli ultimi anni hanno segnalato gli interessanti risultati applicativi di nuove tecnologie di separazione solido - liquido nel settore enologico.

In Francia ed in Italia sono state sperimentate applicazioni della filtrazione tangenziale, come sistema alternativo alla filtrazione tradizionale, nell'illimpidimento dei mosti e nella stabilizzazione dei vini (Ferrarini, 1990; Antonelli *et al.*, 1991; Berger, 1991; Gautier, 1991; Irrman, 1992; Tarodo de la Fuente, 1992; Delfini *et al.*, 1994).

Si tratta di tecniche di separazione che utilizzano membrane di diversi materiali e struttura costruttiva. Il flusso del prodotto da filtrare è parallelo alla superficie filtrante, mentre il liquido filtrato esce in direzione normale ad essa. Il prodotto da filtrare viene ricircolato lungo gli organi filtranti provocando, se la velocità è sufficientemente elevata e la geometria idonea a creare turbolenze nel flusso, una rimozione delle particelle solide dalla superficie filtrante che evita, o perlomeno ritarda, i fenomeni di intasamento. In tali condizioni sarebbe possibile prescindere nella scelta della porosità del filtro dalla ricchezza in solidi sospesi del mosto o del vino da filtrare, sottoponendolo direttamente a filtrazione tangenziale, ottenendo con una sola operazione l'illimpidimento e la stabilità biologica, se la porosità delle membrane è idonea a garantire il trattenimento delle cellule microbiche.

La porosità delle membrane viene espressa in termini di *cut-off*, o taglio molecolare; per le membrane da ultrafiltrazione è compresa generalmente tra 1000 e 500.000 Dalton (approssimativamente tra 0,001 e 0,1 μm), mentre per quelle da microfiltrazione è indicata in μm (0,1-0,2-0,45-1-3) con riferimento al diametro dei pori più grandi presenti nella membrana.

L'ipotesi di sottoporre il mosto ad un unico processo di filtrazione risulta di particolare interesse per il Moscato che, tradizionalmente, viene conservato a lungo con il ricorso al freddo ed a ripetute filtrazioni con filtri ad alluvionaggio o a cartoni.

Nella pratica le esperienze già pubblicate hanno permesso di escludere la possibilità di sottoporre a filtrazione tangenziale, con portate ragionevolmente convenienti, mosti con percentuali di solidi sospesi superiori all'1%, almeno per quelle membrane le cui geometrie costruttive prevedono canali di passaggio del liquido da filtrare dell'ordine di 1 mm (Ferrarini *et al.*, 1991).

Nel ciclo tradizionale di vinificazione in bianco del Moscato la separazione dei solidi sospesi più grossolani avviene con un processo di decantazione statica, con l'ausilio del freddo e di chiarificanti organici e minerali. Il processo, necessariamente discontinuo, richiede soste di circa 12 ore durante le quali la temperatura deve mantenersi sufficientemente bassa, circa 10°C, per impedire il manifestarsi della fermentazione alcolica.

Di recente per la separazione dei solidi in sospensione è stata proposta la tecnica della flottazione (Ferrarini, Zironi e Buiatti, 1991; Ferrarini *et al*, *loc. cit.*; Trousscau e Chapron, 1991). Questa si basa sulla introduzione nel mosto da chiarificare di microbolle d'aria che aderendo alle particelle dei solidi sospesi non cariche elettricamente ne causano la risalita in superficie. L'impiego contemporaneo di chiarificanti organici e minerali permette la neutralizzazione della carica della maggior parte delle particelle sospese nei mosti, l'ingrossamento delle medesime, l'inglobamento delle bolle d'aria, con conseguente miglior trascinarsi in superficie.

L'adozione di sistemi di allontanamento automatico delle fecce flottate rende il sistema continuo (fig. 1).

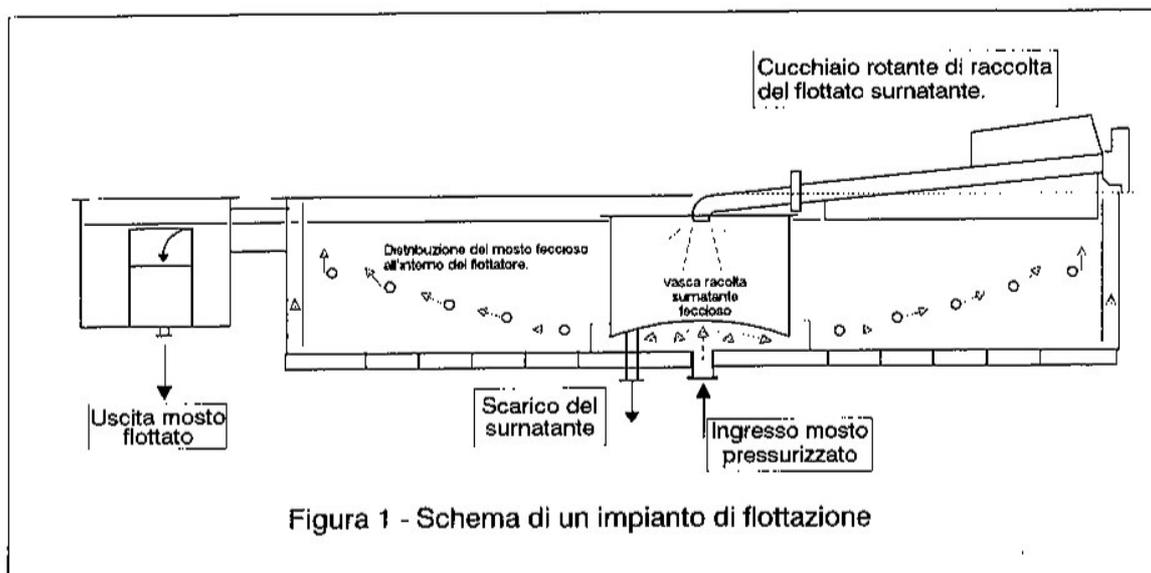


Figura 1 - Schema di un impianto di flottazione

Il mosto appena ottenuto per pressatura viene trattato con enzimi pectolitici per diminuirne la viscosità, segue una sosta per agevolare l'azione dell'enzima. L'aggiunta dei chiarificanti avviene in linea, quindi il mosto viene pressurizzato a circa 5-6 bar per 1-2 min. e lasciato espandere nella vasca di flottazione, che nella maggior parte dei casi è di forma cilindrica. Le fecce si separano in superficie e vengono asportate con dispositivi meccanici o per aspirazione. Il mosto limpido stramazza da una corona circolare, ricavata con un'intercapedine nella parte più esterna del flottatore e collegata con il fondo recipiente contenente il mosto limpido.

Per la pressurizzazione possono essere utilizzati gas inerti, come l'azoto, o semplicemente dell'aria compressa. La forte ossigenazione del mosto ottenibile nel secondo caso, causata dalla sovrappressione che aumenta la solubilità dell'ossigeno, permetterebbe di conseguire vantaggi di stabilizzazione nei confronti della frazione polifenolica, già evidenziati da esperienze su uve non aromatiche (Arfelli, Piva e Simoni, 1991).

SCOPO DEL LAVORO

La ricerca si è articolata su due anni di lavoro (1992 e 1993) e si proponeva di verificare, mediante la sperimentazione su impianti pilota di microfiltrazione tangenziale, l'applicabilità di questa nuova tecnologia alle peculiari condizioni operative della produzione del Moscato.

In particolare si intendeva valutare il comportamento di diversi tipi di membrana filtrante operando su mosti pretrattati solo con chiarificanti, filtrati con filtri sgrassanti o flottati.

In considerazione della mancanza in Piemonte di esperienze sull'impiego della flottazione, la ricerca ha inteso raccogliere anche elementi di giudizio sull'applicabilità di tale tecnica nella vinificazione del Moscato, sia dal punto di vista tecnologico e qualitativo che microbiologico.

MATERIALI E METODI

Nel corso delle prove effettuate presso i diversi stabilimenti sono stati inseriti gli impianti pilota nel normale flusso di lavorazione, operando sull'intero flusso di mosto con la flottazione, o su una parte di esso con la microfiltrazione tangenziale (fig. 2).

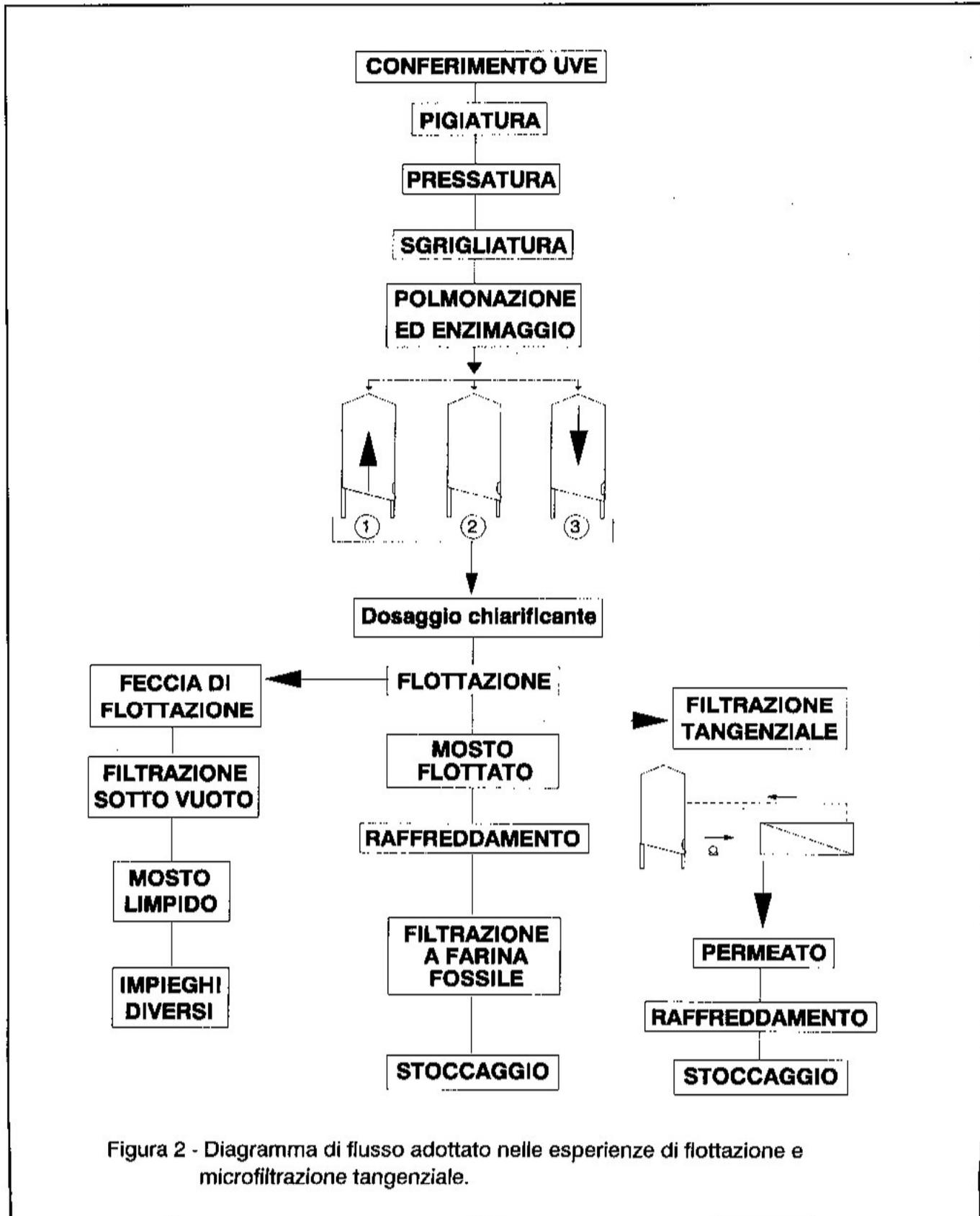


Figura 2 - Diagramma di flusso adottato nelle esperienze di flottazione e microfiltrazione tangenziale.

Per la descrizione delle cantine di vinificazione presso le quali si è operato e delle attrezzature sperimentali adottate si rimanda alla dettagliata relazione presentata da G. Barbero per la Piemonte AS.PRO.VIT.

Per agevolare la comprensione del presente lavoro è necessario però ricordare le principali caratteristiche degli impianti pilota o industriali che hanno costituito oggetto dei rilievi sperimentali.

Sistemi di microfiltrazione

Impianto sperimentale fornito dalla Soc. ABL di Castagnito (CN), costituito da un elemento filtrante in ceramica di 0,2 m², porosità 0,5 µm e 0,3 µm.

Impianto pilota della ditta VASON di Pedemonte di San Pietro in Cariano (VR), costituito da tre coppie di moduli a fibre cave per una superficie filtrante totale di circa 15 m². Una coppia di moduli è dotata di membrana filtrante in polisulfone Romicon con un *cut-off* di 500.000 Dalton, una seconda di membrana in polisulfone idrofilo Amicon con porosità dichiarata di 0,1 µm, la terza di membrana in polietere-sulfone idrofilo Flow con porosità dichiarata di 0,2 µm.

L'impianto è dotato di pompa centrifuga di alimentazione della potenza di 11,25 KW in grado di garantire una portata di riciclo di 180 hl/h (foto 1).

Impianto pilota della Ditta MILLIPORE, Vimodrone (MI), costituito da quattro elementi in serie di microfiltrazione in materiale ceramico. Ciascun elemento contiene 22 cartucce da microfiltrazione per un totale di 3 m². La superficie filtrante totale è quindi di 12 m²: due moduli hanno una porosità dichiarata di 0,2 µm, uno di 0,45 µm ed uno di 1 µm. Un sistema di valvole rende possibile prelevare separatamente i filtrati dei diversi elementi di filtrazione. Una pompa centrifuga con potenza installata di 7,5 KW assicura il riciclo necessario di 350 hl/h (foto 2).

Impianto pilota della Ditta SARTORIUS, Firenze, denominato Sartoflow 10, costituito da elementi a membrane piane in polipropilene per un totale di 7 m² di superficie filtrante. La porosità dichiarata delle membrane è di 0,2 µm ed il sistema prevede un prefiltro di 50 µm di porosità. L'impianto è dotato di rubinetto preleva campioni e di un sistema di valvole che consentono il lavaggio rapido in controcorrente senza svuotare il serbatoio di alimentazione. La pompa di riciclo assicura una portata di 70 hl/h (foto 3).

Impianti di flottazione

Impianto di flottazione della JU.CLA.S.-VELO, di tipo industriale, con potenzialità nominale di 300 hl/h (foto 4).

Impianto pilota di flottazione della JU.CLA.S.-VELO con potenzialità nominale di 100 hl/h.

Impianto pilota di flottazione della ditta PADOVAN, con potenzialità nominale di 100 hl/h (foto 5).

Impianto di flottazione della Perdomini S.p.A., denominato Flot 100, con potenzialità di 100 hl/h (foto 6).

Parametri di processo per la microfiltrazione

Nel corso delle diverse prove sono state rilevate le portate di riciclo relativamente ai singoli moduli ed all'intero impianto, le differenze di pressione con cui erano alimentati i diversi moduli, le portate di filtrato e la temperatura del filtrato e del riciclo. Per tali scopi sono stati impiegati gli strumenti di misura in dotazione agli impianti pilota quando disponibili, mentre si è fatto ricorso a misure volumetriche e cronometriche per i moduli non accessoriati.

Nelle prove di maggiore rilevanza per le quantità filtrate, sui mosti prima e dopo la microfiltrazione sono stati rilevati gli indici di filtrabilità e il V_{max} , utilizzando una apparecchiatura standard per la filtrazione operante a 2 bar di sovrappressione, con membrane di diametro 25 mm e porosità 0,65 μm .

Parametri di processo per la flottazione

Le ricerche già pubblicate sulla flottazione, anche se riferite a mosti diversi dal Moscato, sono concordi nel sottolineare l'importanza del trattamento enzimatico preliminare ai fini di una ottimale separazione delle fecce per flottazione. Infatti la diminuzione di viscosità consentita dal trattamento pectolitico agevola la risalita dei flocculi adesi alle bolle di gas.

Preliminarmente alle prove di flottazione della vendemmia 1993 sono state svolte una serie di esperienze per valutare le dosi necessarie di enzimi pectolitici e chiarificanti ai fini della flottazione.

I risultati sono stati rilevati simulando la flottazione mediante un piccolo apparecchio pressurizzabile da 2 litri, che ha dimostrato di fornire indicazioni perfettamente aderenti alla realtà operativa, misurando per ciascuna prova la torbidità e il volume percentuale di fecce separate.

Sono state misurate in continuo, od ove non possibile a intervalli ravvicinati, le caratteristiche di torbidità del mosto mediante misure nefelometriche impiegando apparecchi Hach o Velp: i risultati sono stati espressi in NTU con riferimento a degli standard contenenti sospensioni a concentrazione nota di silice colloidale.

La percentuale di solidi sedimentabili sui mosti grezzi o trattati è stata determinata per centrifugazione, in provette graduate, a 3000 r.p.m. per 5 min.

Parametri analitici

Le indagini sulle variazioni compositive dei mosti sono state effettuate utilizzando i Metodi Ufficiali C.E.E. per i parametri più tradizionali (alcol, acidità totale, pH, ceneri).

La determinazione del contenuto totale in colloidali è stata effettuata per via gravimetrica, previa precipitazione con alcol secondo la metodica indicata da Usseglio-Tomasset e Castino (1975).

Il quadro acido e il tenore in zuccheri sono stati valutati utilizzando una metodica H.P.L.C. con colonna a scambio ionico e rivelatori UV ed RI, secondo quanto indicato da Gerbi e Tortia (1991).

L'azoto totale ed ammoniacale sono stati dosati, rispettivamente, mediante rivelatore TCD e per misura conduttimetrica mediante elettrodo specifico.

Le indagini sui principali composti volatili caratteristici dell'aroma dei mosti di Moscato sono state effettuate per gas-cromatografia in colonna capillare previa estrazione su resina C18 dei terpeni liberi e di quelli legati secondo la metodica suggerita da Di Stefano (1991).

Il tenore in catechine dei mosti è stato determinato secondo Castino (1988).

Il controllo della carica microbica di lieviti e batteri è stata effettuata mediante conteggio delle U.F.C., con il metodo per diluizione e disseminazione dei mosti grezzi o flottati e per filtrazione su membrana per i mosti microfiltrati. Per i lieviti è stato utilizzato come substrato colturale YPG agar, mentre per i batteri Mt/b agarizzato (Delfini, 1983) in presenza di pimaricina.

RISULTATI E LORO DISCUSSIONE

Microfiltrazione tangenziale - Conseguenze sulla composizione del mosto

Nelle tabelle da 1 a 5 sono riportati i dati medi rilevati in alcune delle prove più significative condotte con diverse membrane di microfiltrazione e con mosti di Moscato grezzi o pretrattati per filtrazione o flottazione.

Le analisi effettuate consentono alcune considerazioni di carattere generale sulla composizione dei mosti trattati.

In primo luogo i macrocostituenti del mosto (zuccheri, acidi, ceneri) non subiscono alcuna variazione rispetto al mosto da trattare, quale che sia il tipo di membrana impiegato.

Nessuna delle membrane provate provoca una diminuzione del tenore in azoto totale e ammoniacale, quindi si deve escludere un'attività stabilizzante nei confronti delle sostanze proteiche, d'altro canto è pure esclusa qualsiasi diminuzione di fermentescibilità dei mosti per sottrazione di sostanze azotate utilizzabili dai lieviti. Per quanto riguarda i componenti minori del mosto i risultati hanno confermato la scarsa influenza della microfiltrazione (porosità > 0,1 µm) sulla loro concentrazione (Peri, Riva, Decio, 1988; Marignetti *et al.*, 1986; Zironi *et al.*, 1987; Zironi *et al.*, 1990).

1a	TQ	PsI	PsII	PsIII	RTN
Torbidità (NTU)	0.60	0.15	0.11	0.16	0.70
Colloidi totali (mg/l)	189	15	96	84	231
Azoto totale (g/l)	0.20	0.24	0.23	0.23	0.18
Azoto ammoniacale (mg/l)	24	27	26	25	32
pH	3.09	3.07	3.05	3.02	2.97
Acidità totale (meq/l)	66	67	67	67	68
Acido tartarico (g/l)	4.21	4.66	4.96	4.88	5.11
Acido malico (g/l)	2.45	2.36	2.46	2.43	2.38
Ceneri (g/l)	2.27	2.16	2.19	2.19	2.21
Alc. ceneri (meq/l)	27.5	28.8	29.1	28.8	29.1
Glucosio (g/l)	79.45	77.45	78.25	77.50	78.50
Fruttosio (g/l)	94.55	91.70	91.97	92.02	92.90
Colore (E a 420nm)	0.334	0.266	0.326	0.313	0.345
Catechine (mg/l)	<1	<1	<1	<1	<1
Leucoantociani (mg/l)	11	9	9	9	8
Polif. totali (mg/l ac. gall.)	188	185	191	182	199
Lieviti (U.F.C./ml)	300	<1	<1	<1	4000
Batteri (U.F.C./ml)	1000	<1	<1	<1	4000

1b	PsI	PsII	PsIII
ΔP min. (bar)	0.8	0.8	0.8
ΔP max. (bar)	1.3	1.3	1.3
Portata riciclo min. (l/m ² /h)	667	667	667
Portata riciclo max. (l/m ² /h)	1760	1760	1760
Temperatura minima (°C)	5	5	5
Temperatura massima (°C)	11	11	11
Portata permeato min. (l/m ² /h)	18	40	50
Portata permeato max. (l/m ² /h)	22	70	62

Tab. 1 - Parametri medi chimico-fisici e microbiologici (a) e tecnologici (b) rilevati nel corso di prove svolte ad Acqui Terme (AL) con mosto di Moscato prefiltrato e conservato a bassa temperatura. **TQ**= mosto da trattare prefiltrato, **PsI**= fibre cave in polisulfone 500.000 D, **PsII**= fibre cave in polisulfone idrofilo 0,1 µm, **PsIII**= fibre cave in polietere-sulfone idrofilo 0,2µm, **RTN**= retentato a fine prova..

2a	TQ	MF 0.2	MF 1	RTN
Torbidità (NTU)	>200	6	6	>200
Colloidi totali (mg/l)	395	78	56	599
Azoto totale (g/l)	0.32	0.22	0.22	0.48
Azoto ammon. (mg/l)	17	19	19	15
Gradi refr. (°Brix)	16.4	16.7	16.5	16.9
Glucosio (g/l)	80.20	79.20	78.70	78.70
Fruttosio (g/l)	85.50	84.50	83.90	84.00
pH	3.51	3.54	3.49	3.61
Acidità totale (meq/l)	65	71	74	71
Acido citrico (g/l)	0.29	0.31	0.33	0.3
Acido tartarico (g/l)	5.26	5.49	5.55	5.58
Acido malico (g/l)	3.35	3.4	3.42	3.4
Ceneri (g/l)	2.66	2.62	2.53	3.39
Alc. ceneri (meq/l)	33.3	33.3	32.6	36.4
Potassio (mg/l)	1190	1191	1216	1319
Colore (E a 420nm)	0.346	0.400	0.363	0.319
Catechine (mg/l)	<1	<1	<1	<1
Leucoantociani (mg/l)	15	15	12	13
Polif. totali (mg/l ac. gall.)	209	198	216	214
Lieviti (U.F.C./ml)	10*10E6	2	3	29*10E10
Batteri (U.F.C./ml)	50*10E2	<1	<1	1*10E5

2b	MF 0.2	MF 1
ΔP min. (bar)	3.2	2.5
ΔP max. (bar)	3.5	3.4
Portata riciclo min. (l/m ² /h)	3167	2833
Portata riciclo max. (l/m ² /h)	3333	3333
Temperatura min. (°C)	24	26
Temperatura max. (°C)	27	31
Portata permeato min. (l/m ² /h)	103	59
Portata permeato max. (l/m ² /h)	300	146

Tab. 2 - Parametri medi chimico-fisici e microbiologici (a) e tecnologici (b) rilevati nel corso di prove svolte a Diano d'Alba (CN) con mosto di Moscato non pretrattato. **TQ**= mosto da trattare grezzo, **MF 0,2**= membrana ceramica 0,2 μm, **MF 1**= membrana ceramica 1 μm, **RTN**= retentato.

3a	TQ	TQ Inoc	PsI	PsII	PsIII	STF	RTN
Alcol (%vol)	0.51	0.55	0.64	0.64	0.58	0.51	0.58
Indice di filtrazione	n.f.	n.f.	51	45	46	39	n.f.
Volume max.	n.f.	n.f.	3686	4489	3739	4765	n.f.
Torbidità (NTU)	0.64	14.40	0.22	0.21	0.25	0.34	74.10
Colloidi totali (mg/l)	187	215	41	103	138	143	421
Azoto totale (g/l)	0.38	0.40	0.26	0.23	0.25	0.25	0.22
Azoto ammon. (mg/l)	30	28	32	30	28	27	32
pH	3.21	3.23	3.25	3.26	3.26	3.36	3.25
Acidità totale (meq/l)	72	71	70	71	71	70	70
Acido citrico (g/l)	0.33	0.32	0.31	0.32	0.31	0.30	0.31
Acido tartarico (g/l)	3.40	3.50	3.43	3.45	3.42	3.36	3.44
Acido malico (g/l)	3.20	3.07	3.02	3.04	3.03	2.96	3.03
Ceneri (g/l)	2.01	2.02	2.08	2.06	2.18	2.00	2.54
Alc. ceneri (meq/l)	26.5	25.5	25.0	26.0	25.6	25.7	27.0
Potassio (mg/l)	720	660	630	720	690	790	720
Colore (E a 420nm)	0.184	0.177	0.176	0.165	0.171	0.199	0.178
Catechine (mg/l)	2	2	2	2	2	2	2
Polif. tot. (mg/l ac. gallico)	114	104	112	113	104	105	104
Lieviti (U.F.C./ml)	200*10E2	4*10E6	<1	480	45	<1	16*10E6
Batteri (U.F.C./ml)	4000	2800	15	3	<1	<1	1*10E5

3b	Ps I	Ps II	Ps III	STF
ΔP min. (bar)	1.1	1.1	1.1	2.6
ΔP max. (bar)	1.3	1.3	1.3	3.4
Portata riciclo min. (l/m ² /h)	1200	1200	1200	571
Portata riciclo max. (l/m ² /h)	1400	1400	1400	1214
Temperatura min. (°C)	3	3	3	4.5
Temperatura max. (°C)	11	11	11	11
Portata permeato min. (l/m ² /h)	28	48	64	69
Portata permeato max. (l/m ² /h)	50	140	140	480

Tab. 3 - Parametri medi chimico-fisici e microbiologici (a) e tecnologici (b) rilevati nel corso di prove svolte a Diano d'Alba (CN) con mosti di Moscato prefiltrati e inoculati con lieviti. **TQ**= mosto da trattare prefiltrato, **TQ Inoc.**= mosto tal quale aggiunto di lieviti secchi attivi, **PsI**= fibre cave in polisulfone 500.000 D, **PsII**= fibre cave in polisulfone idrofilo 0,1 μ m, **PsIII**= fibre cave in polietersulfone idrofilo 0,1 μ m, **STF**= membrana piana in polipropilene 0,2 μ m, **RTN**= retentato a fine prova, n.f.= non filtra.

4a	TQ	PsI	STF	FF
Temperatura (°C)	21	21	30	17
Sol. sedimentabile (% vol)	0.25	0	0	0
Indice di filtrazione	n.f.	5	3.5	14.5
Volume max.	n.f.	5440	6050	2573
Torbidità (NTU)	27	0.31	0.25	0.55
Colloidi totali (mg/l)	172	65	153	168
pH	3.20	3.17	3.20	3.19
Acidità totale (meq/l)	96	93	92	90
Acido citrico (g/l)	0.37	0.35	0.35	0.30
Acido tartarico (g/l)	4.67	4.66	4.38	4.17
Acido malico (g/l)	3.01	2.94	2.91	2.98
Azoto ammon. (mg/l)	33	28	28	33
Azoto totale (g/l)	0.34	0.31	0.31	0.34
Colore (E a 420nm)	0.422	0.272	0.399	0.293
Leucoantociani (mg/l)	24	20	22	20
Catechine (mg/l)	2	2	2	2
Polif. tot. (mg/l ac. gallico)	143	133	134	127
Lieviti (U.F.C./ml)	1.9*10E6	1	8	465*10E2
Batteri (U.F.C./ml)	68.5*10E4	1	200	75*10E2

4b	PsI	PsIII	STF	FF
ΔP min. (bar)	1	1	2.3	1.8
ΔP max. (bar)	1,8	1.8	2.3	3.2
Portata riciclo min. (l/m ² /h)	390	390	500	n.d.
Portata riciclo max. (l/m ² /h)	1330	1330	1000	n.d.
Temperatura min.(°C)	21	21	27.5	4
Temperatura max.(°C)	21	21	44	6
Portata permeato min. (l/m ² /h)	10	28	13	800
Portata permeato max. (l/m ² /h)	60	126	93	1000

Tab. 4 - Parametri medi chimico-fisici e microbiologici (a) e tecnologici (b) rilevati nel corso di prove svolte a S. Stefano Belbo (CN) con mosti di Moscato pretrattati mediante flottazioni. **TQ**= mosto flottato da microfiltrare. **PsI**= fibre cave in polisulfone 500.000 D. **PsIII**= fibre cave in polieteresulfone idrofilo 0,2 μm, **STF**= membrana piana in polipropilene 0,2 μm, **FF**= mosto flottato e filtrato su farina fossile, n.f.= non filtrato, n.d.= non determinato.

5a	TQ	STF	FF
Sol. sedimentabili (% vol)	0.3	0	0
Indice di filtrazione	n.f.	7	17
Volume max.	n.f.	6450	3850
Colloidi totali (mg/l)	215	175	209
pH	3.29	3.30	3.30
Acidità totale (meq/l)	87	85	86
Colore (E a 420nm)	0.636	0.385	0.420
Catechine (mg/l)	<1	<1	<1
Polif. tot. (mg/l ac. gallico)	148	130	135
Lieviti (U.F.C./ml)	4.5*10E5	20	1.3*10E4
Batteri (U.F.C./ml)	1*10E4	13	2*10E4

5b	STF	FF
ΔP min. (bar)	3.2	2
ΔP max. (bar)	3.4	3
Portata riciclo media (l/m ² /h)	700	n.d.
Temperatura min. (°C)	22	3
Temperatura max. (°C)	48	5
Portata permeato min. (l/m ² /h)	11.4	400
Portata permeato max. (l/m ² /h)	30	800

Tab. 5 - Valori medi dei parametri chimico-fisici e microbiologici (a) e tecnologici (b) rilevati nel corso delle prove di microfiltrazione svolte a Castelbolognone (AT) con mosti di Moscato pretrattati mediante flottazione. **TQ**= mosto flottato da microfiltrare, **STF**= mosto microfiltrato, membrana piana in polipropilene 0,2 μ m, **FF**= mosto filtrato con filtro a farina fossile, n.f.= non filtrato, n.d.= non determinato.

Il colore dei mosti microfiltrati tangenzialmente subisce modeste diminuzioni, paragonabili a quelle conseguibili con sistemi di filtrazione tradizionali, se le dimensioni dei pori non sono inferiori ai 0,1 μ m, piú consistenti i cali con la membrana da 500.000 Dalton, indicata con la sigla Psl nelle tabelle. Va tuttavia sottolineato che il sistema di riciclo dell'alimentazione, imposto dal flusso tangenziale, può causare leggeri imbrunimenti del prodotto filtrato quando il serbatoio di alimentazione sia di piccole dimensioni e non si pongano in essere protezioni dall'ossidazione.

La microfiltrazione induce una diminuzione del patrimonio colloidale dei mosti paragonabile a quella ottenibile con una filtrazione tradizionale. Fa eccezione per il maggiore asporto ancora la membrana da 500.000 Dalton il cui campo di azione è considerabile piú vicino alla ultrafiltrazione. E' necessario precisare in merito alla determinazione dei colloidi totali che il metodo adottato, per precipitazione con alcol in ambiente acido (Usseglio-Tomasset e Castino, *loc. cit.*), fornisce il valore del contenuto totale in colloidi, sia di natura polisaccaridica che pectica. I primi costituiscono circa la metà del patrimonio colloidale del mosto, ma la frazione a piú alto peso molecolare, sebbe-

ne non sia la più abbondante, esercita il maggior effetto di intasamento nei confronti dei materiali filtranti (Belleville *et al.*, 1991; Castino, 1989). E' quindi chiaro che i valori riportati nelle tabelle hanno un'importanza puramente comparativa e non sono necessariamente correlabili con un residuo potere colmatante dei mosti trattati.

Si può tuttavia osservare come il calo di colloidi totali in seguito a microfiltrazione sia stato più consistente quando si sono trattati mosti in conservazione, verosimilmente già impoveriti di pectine per azione degli enzimi naturali, rispetto a quando si sono trattati mosti freschi. Ciò sembrerebbe indicare una più specifica azione delle membrane da microfiltrazione nei confronti dei colloidi polisaccaridici di elevato peso molecolare.

Relativamente al comportamento dei diversi tipi di membrana si deve evidenziare la minor sottrazione di colloidi, paragonabile a quella registrata con i filtri a farina fossile, ottenuta con le membrane di polipropilene in configurazione piana in tutte le condizioni operative.

Il contenuto in terpeni liberi e legati, composti fondamentali per l'aroma del Moscato, non subisce variazioni di rilievo in seguito alla microfiltrazione tangenziale (tab. 6).

I moduli in ceramica fanno registrare qualche maggiore perdita in terpeni liberi, ma si ritiene di poter imputare tale calo alla elevata portata di riciclo con cui vengono alimentati i moduli ed al conseguente maggiore sbattimento del mosto nel serbatoio polmone. In effetti il lume di scorrimento maggiore dei moduli ceramici garantisce minori pericoli di occlusione accidentale, ma richiede portate di riciclo mediamente più elevate.

La ritenzione delle cellule microbiche operata dalle membrane di microfiltrazione può ritenersi perfetta, anche nel caso in cui le cellule siano molto numerose perché appositamente inoculate (tab. 3): infatti la presenza sporadica di cellule nei permeati è spiegabile facilmente con reinquinamenti ambientali, mentre l'accumulo di cellule nel retentato è pressoché proporzionale alla riduzione di volume.

Nella gestione degli impianti di microfiltrazione deve essere considerata la possibilità che, in seguito alla rottura di uno degli innumerevoli elementi filtranti, possa verificarsi il passaggio di liquido non filtrato nel permeato. Il monitoraggio della carica microbica si rivela in questi casi un prezioso strumento di diagnosi, come è stato nel caso del modulo indicato come PsII in tab. 3 e come PMII in foto 10.

Aspetti tecnologici (rilevi su impianti pilota)

Nella tab. 7 sono raccolti i dati medi dei principali parametri tecnologici raccolti nei due anni di prove con i sei tipi di membrana provati, confrontati con i dati medi ottenuti sugli stessi mosti con filtri a farina fossile ad alluvionaggio continuo.

Si può osservare come le portate di filtrato minime siano dell'ordine di 1/25 rispetto a quelle della filtrazione tradizionale. Questo dato potrebbe essere considerato ancora soddisfacente se rapportato alle caratteristiche di limpidezza e di stabilità biologica impartite al mosto dalla microfiltrazione tangenziale.

Occorre tuttavia considerare che nel corso della filtrazione tangenziale si assiste generalmente all'inizio del ciclo ad un repentino abbassamento della portata, in seguito alla formazione dello strato di polarizzazione sulla membrana, che si stabilizza quando i fenomeni convettivi e diffusivi si equivalgono mantenendo costante lo spessore del gel sulla membrana. Come si può osservare nella fig. 3 lo stato stazionario è molto vicino alla portata minima, mentre nella filtrazione tradizionale il calo di portata è più progressivo e di minore entità.

I dati di portata registrati nelle numerose prove sono assai variabili ed a spiegare certi valori estremamente bassi (20-30 l/m²/h) non sono valse la determinazione dei solidi sospesi, della carica microbica o dei colloidi totali. La differente ricchezza in colloidi polisaccaridici potrebbe essere chiamata in causa in base ai risultati di altri sperimentatori (Belleville *et al.*, *loc. cit.*).

Normalmente a porosità inferiori del mezzo filtrante corrispondono portate ridotte. Hanno fatto

Frazione libera

1	TQ	PsI	PsII	PsIII	RTN
Alcoli C6	1452	1302	1456	1556	1640
Linalolo	250	272	297	275	299
α -terpineolo	29	35	30	36	38
Nerolo	51	54	58	55	65
Geraniolo	82	80	118	90	108
Terpeni totali	412	441	503	456	510

2	TQ	STFI	STFF	RTN
Alcoli C6	1896	1848	1857	1785
Linalolo	442	469	476	431
α -terpineolo	118	59	55	60
Nerolo	128	101	106	85
Geraniolo	95	101	106	75
Terpeni totali	783	730	743	651

3	TQ	MF 0,2 I	MF 0,2 F	RTN
Alcoli C6	1796	1994	1740	1444
Linalolo	325	314	274	312
α -terpineolo	37	32	47	18
Nerolo	111	96	134	200
Geraniolo	143	40	31	143
Terpeni totali	616	482	486	673

Frazione legata

1	TQ	PsI	PsII	PsIII	RTN
Linalolo	41	39	50	37	34
α -terpineolo	43	35	65	39	44
Nerolo	244	196	250	183	197
Geraniolo	456	366	436	382	404
Terpeni totali	784	636	801	641	679

2	TQ	STFI	STFF	RTN
Linalolo	66	64	65	67
α -terpineolo	82	56	74	75
Nerolo	446	388	458	443
Geraniolo	736	682	813	724
Terpeni totali	1330	1190	1410	1309

3	TQ	MF 0,2 I	MF 0,2 F	RTN
Linalolo	59	31	22	48
α -terpineolo	58	60	59	42
Nerolo	359	243	189	378
Geraniolo	603	476	342	652
Terpeni totali	1079	810	612	1120

Tab. 6 - Contenuto ($\mu\text{g/l}$) in alcoli C₆ ed in terpeni (liberi e legati) di mosti di Moscato, rilevato nel corso di tre prove (1, 2 e 3) di microfiltrazione con membrane diverse. **TQ**= mosto da trattare grezzo o prefiltrato, **PsI**= fibre cave in polisulfone 500.000 D, **PsII**= fibre cave in polisulfone idrofilo 0,1 μm , **PsIII**= fibre cave in polietersulfone idrofilo 0,2 μm , **STF**= membrana piana in polipropilene 0,2 μm , (**I**= inizio prova, **F**= fine prova), **MF 0,2**= membrana ceramica 0,2 μm , (**I**= inizio prova, **F**= fine prova), **RTN**= retentato.

Membrane	Polisulfone			Ceramica		Polipropilene	Farina fossile
	PsI	PsII	PsIII	MF 0,2	MF 1	STF	FF
ΔP minimo (bar)	1.0	1.0	1.0	3.2	2.5	3.0	1.9
ΔP massimo (bar)	1.8	1.5	1.5	3.5	3.4	3.4	3.1
Portata media riciclo ($l/m^2/h$)	1300	1300	1300	3200	3200	750	n.d.
Portata permeato min. ($l/m^2/h$)	15	44	47	70	60	24	700
Portata permeato max. ($l/m^2/h$)	43	105	116	300	150	140	1100

Tab. 7 - Media dei principali parametri tecnologici riscontrati con diversi tipi di membrana su impianti pilota provati nel biennio di sperimentazione effettuata sulla microfiltrazione di mosto di Moscato. **PsI**= fibre cave in polisulfone 500.000 D, **PsII**= fibre cave in polisulfone idrofilo 0,1 μm , **PsIII**= fibre cave in polieteresulfone idrofilo 0,2 μm , **MF 0,2**= membrana ceramica 0,2 μm , **MF 1**= membrana ceramica 1 μm , **STF**= membrana piana in polipropilene 0,2 μm , **FF**= filtrazione con filtro ad alluvionaggio a farina fossile, n.d.= non determinato.

eccezione nel nostro caso i moduli ceramici, dove quello di porosità inferiore, 0,2 μm , ha mostrato una maggiore portata di permeato. Il fenomeno è probabilmente spiegato dalla minor ruvidezza superficiale di tale modulo che offre un minore appiglio alle particelle solide e riduce l'ispessimento dello strato limite, con conseguente minore differenza di concentrazione dei soluti tra il gel di polarizzazione e la soluzione circolante.

Le dimensioni delle particelle costituenti il torbido devono essere compatibili con quelle dei lumi di scorrimento delle membrane per evitare disastrosi fenomeni di occlusione dei canalicoli e forti cali di portata del riciclo (foto 7, 8).

Risulta quindi indispensabile che i mosti di Moscato destinati alla microfiltrazione tangenziale abbiano subito almeno un pretrattamento per l'allontanamento delle particelle grossolane, mentre non risulta indispensabile sottoporre il mosto ad una preventiva filtrazione.

Il mosto derivante dalla flottazione, che presenta 0,3-0,5% di solidi sospesi, si è dimostrato idoneo alla microfiltrazione tangenziale, a condizione che sia stato preventivamente sottoposto ad una sgrigliatura che allontani vinaccioli e frammenti vegetali grossolani.

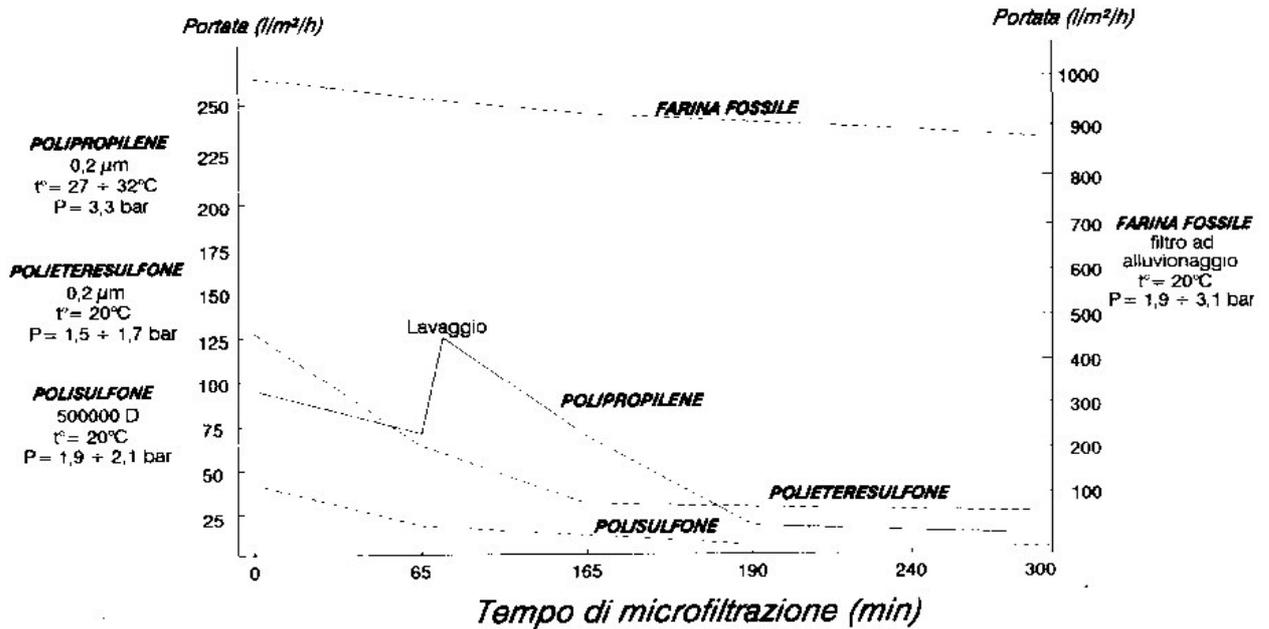
Gli innalzamenti di temperatura registrati nel corso della microfiltrazione tangenziale sono dovuti al riciclo a cui è sottoposta l'alimentazione. La loro entità è condizionata dalla portata della pompa, ma anche dalle dimensioni del serbatoio di riciclo: a dimensioni ridotte, come nel caso del filtro Sartorius, corrispondono più forti aumenti di temperatura. Il progressivo riscaldamento, diminuendo la viscosità del mosto, si oppone parzialmente alla riduzione di portata conseguente alla colmatazione del mezzo filtrante, ma se si raggiungono temperature eccessive, superiori ai 25 °C, vengono favorite la proliferazione dei lieviti e dei batteri e la perdita di composti volatili del mosto, soprattutto nelle ultime fasi della filtrazione, quando l'elevata concentrazione del retentato in cellule e colloidali provoca un rallentamento della produzione di permeato.

Negli impianti di dimensione industriale il problema viene affrontato prevedendo il condizionamento termico del riciclo mediante scambiatori o aumentando le dimensioni del serbatoio per il riciclo.

Per quanto riguarda i diversi materiali messi a confronto si può osservare che i moduli tubolari ceramici richiedono portate di riciclo superiori per effetto delle maggiori dimensioni dei lumi di passaggio (foto 9), ma hanno permesso di ottenere flussi di permeato mediamente superiori agli altri materiali e soffrono meno la presenza di particelle grossolane in sospensione. Per contro il loro costo iniziale è decisamente superiore a quello delle membrane polimeriche.

Le differenze di pressione applicate sono risultate circa la metà per i moduli a fibra cava rispetto ai tubolari ceramici ed alle membrane piane in polipropilene. Tale condizione è consigliata dall'assenza di strutture longitudinali di supporto nel caso delle fibre cave, quindi dalla necessità di evitare

Mosto di Moscato flottato



Mosto di Moscato grezzo

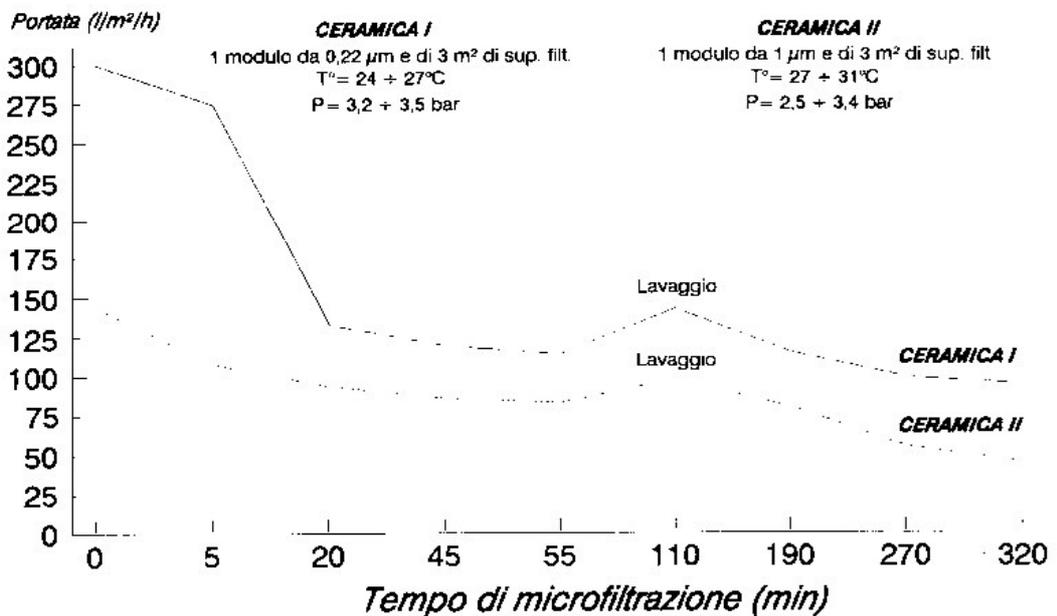


Figura 3 - Esempi di andamento delle portate con diversi moduli di microfiltrazione di impianti pilota e con un filtro ad alluvionaggio di farina fossile.

sovrappressioni che potrebbero deformare le fibre e comprometterne la regolarità della struttura. Per le stesse ragioni per questo tipo di moduli il lavaggio in controcorrente va praticato con prudenza. In questo senso le fibre cave appaiono più fragili, per contro la maggiore semplicità depona a loro favore per il minore costo iniziale.

Nelle prove da noi condotte i moduli in polipropilene hanno fatto registrare, rispetto ai moduli in polisulfone, permeabilità leggermente superiori, a parità di mosto di alimentazione. Tale condizione è probabilmente dovuta in parte alle qualità intrinseche del materiale, ma trova anche spiegazione in due particolari costruttivi dell'impianto pilota: l'adozione di un prefiltro a cartuccia da 50 µm, in grado di salvaguardare dall'intasamento i lumi di passaggio, ed una valvola temporizzata pneumatica che, invertendo il senso del flusso di alimentazione ad intervalli regolari, permette un miglioramento dei fenomeni di diffusione che diminuiscono lo spessore dello strato limite. Negli impianti a livello industriale di tipo tubolare un effetto analogo è ottenuto mediante il cosiddetto *back-pulse*, che consiste in un repentino riflusso in controcorrente del liquido permeato attraverso il setto filtrante, con conseguente rimozione del gel di polarizzazione.

Flottazione - Aspetti enologici

Le prove preliminari condotte su piccola scala hanno permesso di confermare anche per il Moscato il ruolo determinante dell'enzima pectolitico sulle possibilità di illimpidimento del mosto per flottazione: sono risultati necessari almeno 2 g/hl ed un tempo di sosta non inferiore alle 2 ore per ottenere una separazione sufficiente delle fecce.

Nella tab. 8 sono raccolti una serie di dati sulla composizione chimico-fisica e microbiologica di mosti sottoposti a flottazione nel corso di prove diverse, a livello industriale, nelle due annate di sperimentazione.

Si può osservare che, come era da attendersi, non si verificano variazioni a carico dei principali componenti del mosto in soluzione.

	A		B		C		D		E	
	GE	FL	GE	FL	GE	FL	GE	FL	GE	FL
Temperatura (C)	20.7	21	19	19	20	20	21	21	11	12.5
Solidi sed. (% vol)	5.70	0.25	6.25	0.10	3.50	0.50	4.00	0.30	7.00	1.00
Torbidity (NTU)	>200	27	>200	24	149	49	>200	27	>200	50
Colloidi tot. (mg/l)	269	172	287	211	238	217	224	209	282	218
pH	3.23	3.20	3.18	3.19	3.19	3.18	3.27	3.25	3.33	3.36
Ac. totale (meq/l)	100	96	93	94	129	121	94	92	88	87
Ac. citrico (g/l)	0.36	0.37	0.30	0.30	0.41	0.41	0.27	0.27	0.27	0.27
Ac. tartarico (g/l)	4.45	4.67	4.32	4.32	4.06	4.06	3.80	3.80	3.30	3.30
Ac. malico (g/l)	3.01	3.01	2.80	2.80	3.07	3.07	3.47	3.31	3.20	3.20
N ₂ ammon. (mg/l)	23	33	29	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
N ₂ totale (mg/l)	350	340	300	240	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Colore (E a 420nm)	0.369	0.422	0.326	0.401	n.d.	n.d.	0.328	0.445	0.420	0.690
Leucoantoc. (mg/l)	42	24	27	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Catechine (mg/l)	<1	<1	<1	<1	n.d.	n.d.	2.0	<1	4.0	1.3
Polif. tot. (mg/l)	147	143	132	120	n.d.	n.d.	148	138	176	159
Lieviti (U.F.C./ml)	8*10E6	17*10F5	6.5*10E6	1.8*10E6	3*10E6	1*10E6	9.3*10E6	1.1*10E6	1.3*10E6	1*10F5
Batteri (U.F.C./ml)	16*10E5	6*10E5	25*10E5	92*10E4	2*10E6	1.5*10E6	5*10E5	1.5*10E5	6*10E4	2*10E4

Tab. 8 - Parametri chimico-fisici e microbiologici medi rilevati su mosti di Moscato grezzi enzimati (GE) e flottati (FL) nel corso di diverse prove di flottazione. A e B= prove svolte a S. Stefano Belbo (CN), impianto VASON, C= prove svolte a Cancelli (AT), impianto PADOVAN, D= prove svolte a Castelbologione (AT) su mosto prodotto a temperatura ambiente, impianto PERDOMINI, E= prove svolte a Castelbologione (AT) su mosto prodotto con macerazione a freddo, impianto PERDOMINI, n.d.= non determinato.

L'asportazione di solidi in sospensione è molto rilevante consentendone la riduzione di oltre il 90%. La limpidezza dei mosti ottenuti è risultata compresa tra i 20 e i 50 NTU, valori soddisfacenti e paragonabili solo a quelli ottenuti normalmente con la centrifugazione del mosto grezzo seguita da defecazione statica a freddo.

La diminuzione di colloidali totali durante la flottazione è risultata variabile, comunque dell'ordine del 10-40%, entità paragonabile a quella dovuta all'effetto dei chiarificanti impiegati. I prelievi effettuati hanno infatti riguardato il mosto immediatamente prima della flottazione, quando l'enzima pectolitico ha già svolto la sua azione, ed il mosto flottato all'uscita dell'impianto. I mosti grezzi non trattati nei nostri rilievi hanno fatto registrare mediamente contenuti in colloidali totali di 470 mg/l. L'enzima pectolitico ed il tempo di sosta, dalle due alle tre ore a temperatura ambiente, determinano quindi un calo di circa il 50% dei colloidali totali a cui si aggiunge l'effetto della flottazione. I livelli raggiunti non sono comunque diversi da quelli dei mosti del ciclo di lavorazione tradizionale allo stesso grado di limpidezza.

Considerazioni particolari devono essere fatte per il colore dei mosti. Si osservano infatti aumenti della densità ottica in seguito alla flottazione, quindi i mosti imbruniscono, ma contemporaneamente si osserva una diminuzione del contenuto in catechine e leucoantociani. Tale situazione risulta particolarmente evidente nella prova E, in cui sono stati trattati mosti ottenuti per macerazione a freddo e successiva torchiatura meccanica, che risultavano pertanto più dotati di catechine. Questi risultati confermano l'attività stabilizzante della flottazione, se eseguita con aria, nei riguardi delle frazioni fenoliche maggiormente ossidabili (Arfelli, Piva e Simoni, *loc. cit.*). Per le stesse ragioni risulta sconsigliabile il ricorso alla solfitazione durante la fase di enzimaggio, tranne nel caso in cui gravi alterazioni delle uve, o prolungate soste a causa di inconvenienti tecnici, facciano temere l'insorgere di precoci fenomeni di fermentazione, che impedirebbero totalmente la flottazione dei mosti.

Sulla base delle nostre prove si osserva che il mosto, non protetto dalla anidride solforosa, inizia ad imbrunire già durante la fase di sosta per l'enzimaggio ed inscurisce ulteriormente dopo l'insufflazione di aria per la flottazione. Successivamente però, soprattutto se interviene la fermentazione, il mosto perde per precipitazione le sostanze brune polimerizzate assumendo colorazioni normali e maggiormente stabili (foto 11).

Relativamente all'applicazione della flottazione ai mosti criomacerati occorre precisare che l'azione dell'enzima pectolitico è risultata notevolmente ostacolata dalla bassa temperatura del mosto.

Con mosti appena pressati, sottoposti a sgrigliatura, che si trovavano a temperature intorno ai 10° C sono state necessarie 5-6 ore di sosta e dosi superiori di enzima (3 g/hl) per ottenere una limpidezza accettabile del mosto.

Anche i componenti volatili del mosto, determinati prima e dopo la flottazione, non hanno fatto registrare variazioni di rilievo (tab. 9).

Componenti	Frazione libera		Frazione legata	
	GE	FL	GE	FL
Alcoli C6	1618	1855	n.d.	n.d.
Linalolo	372	428	121	123
α -terpineolo	36	26	24	73
Nerolo	11	10	6	4
Geraniolo	210	152	18	14
Terpeni totali	629	616	169	214

Tab. 9 - Medie delle concentrazioni (μ g/l) dei principali componenti volatili del Moscato registrate in cinque cicli di flottazione. GE= mosto grezzo enzimato, FL= mosto flottato, n.d.= non determinato.

In seguito alla flottazione la carica di lieviti viene abbattuta di un ordine 10 e quella batterica di circa un terzo, consentendo la disponibilità di mosti facilmente filtrabili o conservabili a freddo per un ragionevole lasso di tempo (fig. 4 e 5).

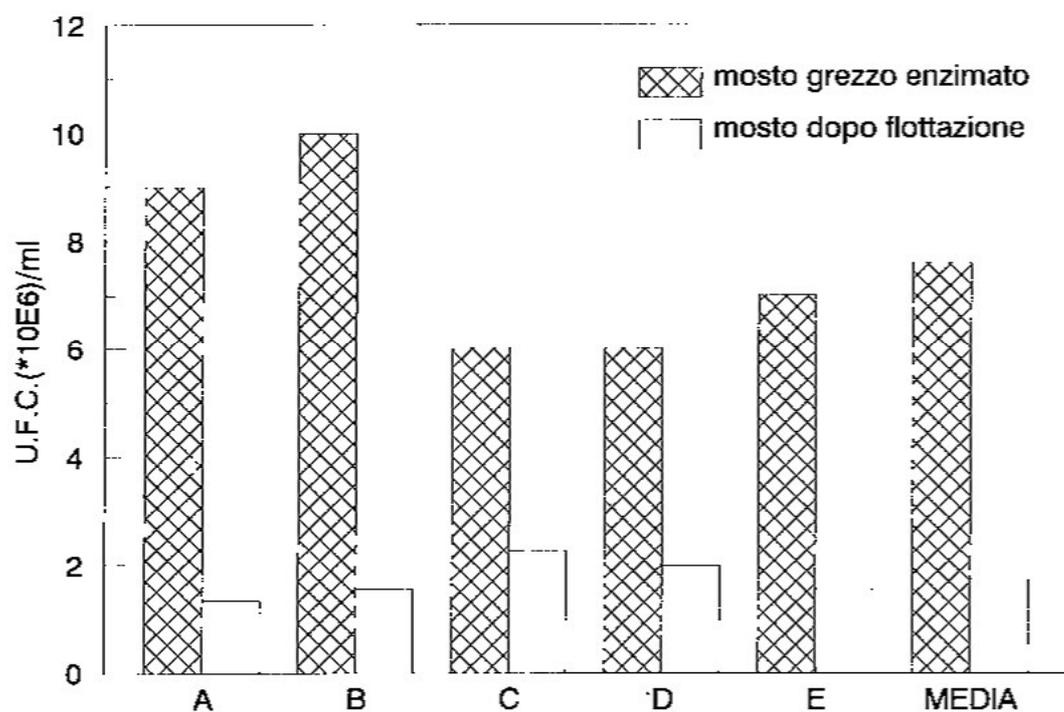


Figura 4 - Abbattimento della carica lieviforme indotto dalla flottazione; dati medi di cinque cicli di lavorazione.

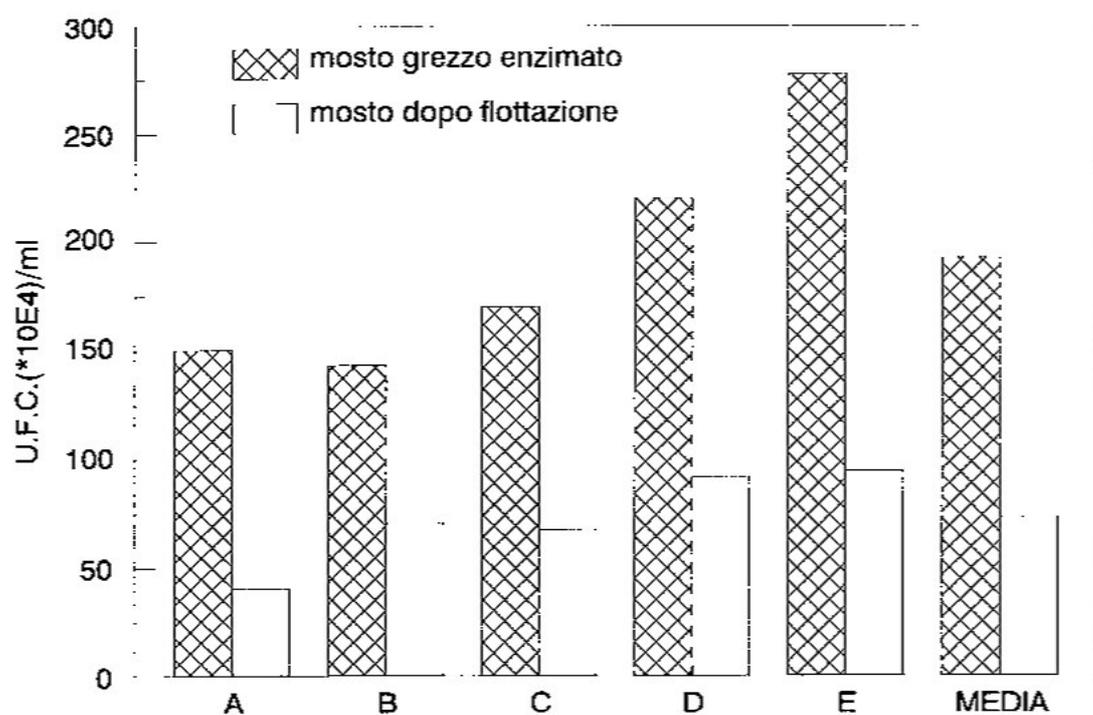


Figura 5 - Abbattimento della carica batterica indotto dalla flottazione; dati medi di cinque cicli di lavorazione.

CONCLUSIONI

Microfiltrazione

Sulla base dei risultati ottenuti nel confronto tra i materiali attualmente più diffusi, si può affermare la sostanziale idoneità dei polisulfoni, della ceramica e del polipropilene. Quest'ultimo ha denotato permeabilità leggermente superiori, grazie anche ad una migliore tecnologia dell'impianto, ed un maggiore rispetto del patrimonio colloidale del mosto. I moduli ceramici sopportano pressioni maggiori, anche in controcorrente, mentre i moduli in polisulfone presentano maggiore semplicità costruttiva e di manutenzione.

Il pretrattamento dei mosti per eliminare le particelle grossolane in sospensione risulta assolutamente indispensabile per le configurazioni, come le fibre cave o le membrane piane, in cui i lumi di passaggio dell'alimentazione hanno dimensioni ridotte. Le membrane tubolari ceramiche, disponendo di canalicoli che possono raggiungere anche gli 0.5 cm, presentano meno problemi e si prestano a lavorare anche mosti piuttosto sporchi.

In considerazione della necessità di disporre per la microfiltrazione tangenziale di mosti con solidi sospesi ridotti (0,5%) ed a temperatura ambiente, i mosti flottati si prestano egregiamente allo scopo.

Nella scelta di impianti e materiali è bene orientarsi verso quelli per i quali è possibile il lavaggio, una tantum, in controcorrente, in quanto il solo lavaggio in equicorrente, anche ricorrendo a detersivi, non è in grado di ripristinare la permeabilità iniziale. E' opportuno inoltre che sia previsto il condizionamento termico del mosto in riciclo per evitare perdite di composti volatili ed eccessivi imbrunimenti del mosto.

Si può affermare che le caratteristiche di porosità più adatte alla microfiltrazione del Moscato sono quelle in grado di eliminare totalmente la microflora del mosto, senza depauperare eccessivamente il mosto in costituenti volatili e colloidali. Saranno quindi da evitare polimeri con porosità nominale inferiore a 0,1 μm .

Sulla base esclusivamente dei dati tecnologici, è innegabile che le portate ottenibili con la microfiltrazione tangenziale siano assai ridotte rispetto a quella tradizionale e che un aumento di superficie filtrante, tale da compensare le perdite di portata, non sia facilmente sostenibile dal punto di vista economico. Rimane comunque chiaro che la microfiltrazione, pur consentendo di avere una qualità del prodotto che si differenzia da quella ottenibile con qualsiasi altro metodo di filtrazione, presenta tempi di lavoro e consumi energetici molto più elevati della filtrazione ad alluvionaggio. Il suo impiego in cantina deve essere limitato per ora alla produzione di prodotti particolari, che richiedono la totale asportazione dei lieviti e la sterilità del filtrato, senza il ricorso all'anidride solforosa.

Tuttavia il nostro giudizio sul possibile sviluppo futuro della microfiltrazione tangenziale, fatte salve le riserve di tipo economico, è favorevole sulla base, essenzialmente, di tre considerazioni.

In primo luogo, la riduzione della carica microbica è praticamente totale, per cui è ipotizzabile, operando in condizioni igieniche ottimali, di poter enormemente allungare i tempi tra una filtrazione e l'altra, compensando quindi il maggior tempo impiegato per la filtrazione.

La tecnologia delle membrane, ormai a punto per quanto riguarda il rispetto del prodotto, evolve rapidamente e saranno probabilmente disponibili a breve scadenza configurazioni meno soggette allo sporcamento.

L'ultima considerazione è di carattere ecologico e riguarda le sempre maggiori difficoltà che si incontreranno per lo smaltimento dei coadiuvanti di filtrazione esauriti. La riduzione dell'impiego delle farine fossili presenta anche vantaggi per il miglioramento degli ambienti di lavoro.

Flottazione

Dal punto di vista tecnologico e della qualità dei mosti il giudizio sulla flottazione risulta positivo in quanto non si evidenziano conseguenze negative nei confronti della composizione del mosto, anzi l'ossidazione preliminare consente di conseguire una stabilità cromatica superiore senza ricor-

rere all'anidride solforosa. Ciò consente di porre la vinificazione in bianco in un'ottica moderna che preveda un ricorso sempre più ridotto all'antisettico più utilizzato in enologia. Anche la riduzione della microflora dei mosti risulta soddisfacente e superiore a quella ottenuta con la più lenta ed onerosa defecazione a freddo.

Si può avanzare qualche riserva nel caso dei mosti derivati da criomacerazione per i quali si rendono necessarie soste di enzimaggio più lunghe del normale con qualche disagio per l'organizzazione del lavoro. Va detto però che i mosti criomacerati, grazie alla bassa carica microbica, possono sopportare un allungamento delle soste. Occorre comunque accertare preliminarmente che il preparato pectolitico impiegato sia in grado di agire alla temperatura prescelta.

La funzionalità degli impianti di flottazione osservati nelle nostre prove è risultata soddisfacente, la gestione è abbastanza semplice, sebbene qualche impianto presenti maggiori difficoltà in fase di avviamento per un imperfetto controllo della pressurizzazione.

Dal punto di vista della gestione dell'impianto, occorre prevedere, per utilizzare il flottatore, un adeguato stoccaggio di mosto che tenga conto dei tempi di enzimaggio descritti in precedenza e della capacità di lavoro del flottatore.

A titolo di esempio, ipotizzando di flottare 100 hl/ora, e supponendo un tempo di enzimaggio di 2 ore, occorre prevedere una disponibilità di tre recipienti da 200 hl. Di questi, uno alimenta il flottatore (1), un secondo sarà in fase di sosta/enzimaggio (2), mentre il terzo sarà in fase di riempimento o a disposizione per le necessarie operazioni di lavaggio (3) (fig. 2).

La pulizia dei recipienti di stoccaggio è assolutamente indispensabile onde prevenire il manifestarsi della fermentazione che impedirebbe totalmente la flottazione.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano per la preziosa collaborazione fornita nel corso della sperimentazione gli enologi:

- Lorenzo Barbero
- Mario Berchio
- Osvaldo Brondolo
- Claudio Manera
- Antonio Marocco

Si ringraziano inoltre le ditte che hanno messo a disposizione gli impianti ed i loro tecnici che cortesemente hanno collaborato.

Un ringraziamento particolare al dott. Ruggero Tragni per la preziosa collaborazione.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONELLI A., ARFELLI G., PALLOTTA U. - 1991 - Innovazioni di processo nell'enologia italiana. *Atti Accad. Ital. Vite e Vino*, 43, 371-398.
- ARFELLI G., PIVA A., SIMONI M. - 1991 - Ossigenazione preventiva del mosto. Aspetti chimici, biochimici e tecnologici. Atti Convegno «*Innovazioni tecnologiche in enologia*». Faenza, 24 aprile.
- BELLEVILLE M.P., BRILLOUET J.M., TARODO DE LA FUENTE B., SAULNIER L., MOUTOUNET M. - 1991 - Differential roles of red wine colloids in the fouling of a cross-flow microfiltration alumina membrane. *Vitic. Enol. Sci.*, 46, 100-107.
- BERGER J.L. - 1991 - Essai du filtre tangentiel Romicon: application en conditions pratiques sur différents types de vin du Beaujolais. *Revue des Oenologues*, 61, 25-30.
- CASTINO M. - 1988 - La determinazione delle catechine nei mosti e nei vini bianchi. *P. News*, 3, 6-7.
- CASTINO M. - 1989 - Recenti acquisizioni sulla struttura e sull'evoluzione dei polisaccaridi dei mosti e dei vini. *Vignevini*, 16, 10, 33-36.
- DELFINI C. - 1983 - Studio sull'attività biologica della schizoflora lattica nei mosti e nei vini - 1° contributo: isolamento e identificazione tassonomica di stipiti di batteri lattici dotati dell'attitudine a svolgere la fermentazione malolattica nei vini acidi. *Vignevini*, 10, 10, 67-74.
- DELFINI C., CASTINO M., RAVAGLIA S., LANATI D. - 1994 - Esperimenti di microfiltrazione tangenziale. Influenza sulle caratteristiche sensoriali e grado di sterilizzazione ottenibile. *Vignevini*, 21, 9, 57-61.
- DI STEFANO R. - 1991 - Proposition d'une méthode de préparation de l'échantillon pour la détermination des terpènes libres et glycosides des raisins et des vins. *Bull. O.I.V.*, 64, 721/722, 219-223.
- FERRARINI R. - 1990 - Applicazione della microfiltrazione tangenziale con membrane a fibra cava nell'industria enologica. *L'Enotecnico*, 26, 10, 67-78.
- FERRARINI R., ZIRONI R., BUIATTI S. - 1991 - Prime esperienze di applicazione della flottazione nei processi di chiarifica ed illimpidimento dei mosti d'uva. *Vignevini*, 18, 6, 29-32.
- FERRARINI R., ZIRONI R., BUIATTI S., CELLOTTI E. - 1991 - Studio delle applicazioni della flottazione nella chiarifica e nella stabilizzazione dei mosti d'uva e dei vini. Nota I. Effetti sulla composizione dei mosti e dei vini. *Vignevini*, 18, 11, 63-67.
- FERRARINI R., ZIRONI R., AMATI A. - 1991 - Studio di un processo innovativo di filtrazione tangenziale dei mosti. *Vignevini*, 18, 12, 57-61.
- GAUTIER B. - 1991 - Filtration tangentielle, essais industriels sur le vin. *Revue des Oenologues*, 60, 31-32.
- GERBI V., TORTIA C. - 1991 - Monitoraggio di zuccheri, etanolo, glicerolo e acidi principali nel corso di fermentazioni alcoliche mediante H.P.L.C.. Atti della Giornata di Studio «*La tecnica*

H.P.L.C. come strumento di studio e di controllo qualità in enologia». Piacenza, 1 marzo 1991.

IRRMANN R. - 1992 - La microfiltration tangentielle. 2: application en oenologie. *Rev. Fr. Oenol.*, 32, 137, 17-19.

MARIGNETTI N., ZIRONI R., CANEPA P., MUNARI S., AMATI A. - 1986 - Trattamento di mosti d'uva su membrane ultrafiltranti. *Vignevini*, 13, 4, 49-55.

PERI C., RIVA M., DECIO P. - 1988 - Crossflow membrane filtration of wines: comparison of performance of Ultrafiltration, Microfiltration and intermediate cut-off membranes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 39, 2, 162-168.

TARODO DE LA FUENTE B. - 1992 - La microfiltration tangentielle. 1: principes. *Rev. Fr. Oenol.*, 32, 137, 9-16.

TROUSSEAU M., CHAPRON P. - 1991 - L'application de la flottation au débouillage des mûts. *Revue des Oenologues*, 60, 37-40.

USSEGLIO TOMASSET L., CASTINO M. - 1975 - I colloidi solubili di natura glucidica dei mosti e dei vini. *Riv. Vitic. Enol.*, 28, 328-339.

ZIRONI R., MARIGNETTI N., CANEPA P., MUNARI S., AMATI A. - 1987 - Trattamento di vini su membrane ultrafiltranti. *Vignevini* 14, 5, 35-42.

ZIRONI R., MARIGNETTI N., BUIATTI S., AMATI A. - 1990 - Prove di stabilizzazione tartarica di succhi d'uva mediante ultrafiltrazione. *Vignevini*, 17, 1/2, 57-61.