

Carmela Conidi, Rosanna Morelli, Alfredo Cassano

Istituto per la Tecnologia delle Membrane, CNR-ITM, via P. Bucci, 17/C, I-87036 Rende (Cosenza), Italia

c.conidi@itm.cnr.it

Introduzione

I frutti rossi sono tra le più importanti fonti alimentari di polifenoli, come antociani, flavonoli, acidi idrossicinnamici. Numerosi studi in «*vitro*» hanno riportato che la loro assunzione è utile nella prevenzione e difesa di diverse patologie, come il cancro, le malattie cardiache e il diabete di tipo 2. Dato l'ampio spettro di funzioni biologiche di questi frutti, l'interesse dei ricercatori si è rivolto negli ultimi anni allo sviluppo di tecnologie sostenibili per la produzione di succhi a base di frutti rossi arricchiti in composti bioattivi ad alto profilo organolettico e nutrizionale.

Succo di melograno

Il succo di melograno è stato preliminarmente chiarificato mediante UF con membrane polimeriche capillari. Nello stadio successivo il succo chiarificato è stato sottoposto ad un frazionamento/concentrazione con una membrana polimerica di materiale composito e con taglio molecolare di 2 kDa (Desal GK) sino ad un fattore di riduzione del peso pari a 5 unità. La modalità operativa della diafiltrazione è stata altresì studiata per migliorare il grado di separazione della componente polifenolica rispetto agli zuccheri.

Tab. 1: Analisi dei polifenoli, TAA e dei solidi solubili totali nei campioni provenienti dal processo di frazionamento/concentrazione del succo di melograno

Tipo di campione	Polifenoli (mg GAE/L)	TAA (mM Trolox)	Solidi solubili totali (*° Brix)
Feed UF (150 kDa)	2636.8 ± 12.8	27.5 ± 6.8	17.03 ± 0.28
Permeato UF (feed UF 2 kDa)	2453.2 ± 15.3	27.3 ± 9.15	14.36 ± 0.52
Retentato UF (2 kDa)	376.10 ± 0.01	118.3 ± 15.6	21.73 ± 0.75
Permeato UF (2 kDa)	4962.8 ± 0.05	6.25 ± 4.12	11.23 ± 0.05
Retentato UF (2 kDa) diafiltrazione	5922.5 ± 15.8	146.24 ± 4.12	9.43 ± 0.75
Permeato UF (2 kDa) diafiltrazione	234.6 ± 0.05	2.67 ± 0.42	5.33 ± 0.05

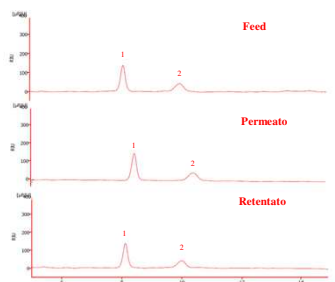
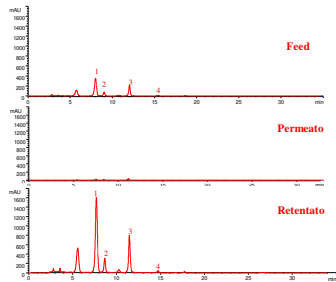


Fig. 1: Profilo cromatografico degli antociani nei campioni provenienti dal trattamento del succo di melograno con membrana Desal GK. Picchi: 1 cianidina-3,5-diglucoside; 2 delphinidina-3-glucoside; 3 cianidina-3-glucoside; 4 pelargonidina-3-glucoside

Fig. 2: Profilo cromatografico degli zuccheri nei campioni provenienti dal trattamento del succo di melograno con membrana Desal GK. Picchi: 1 fruttosio; 2 glucosio

In Figura 3 è riportato il bilancio di massa del processo di frazionamento a membrana al fine di quantificare i composti biologicamente attivi e gli zuccheri recuperati nelle diverse frazioni di permeato e retentato. Il bilancio è stato stimato per un volume iniziale di succo chiarificato pari a 1000 L. In base al fattore di riduzione del volume finale del processo, sono stati ottenuti circa 200 L di soluzione concentrata. In queste condizioni le rese in polifenoli e antociani nella corrente del retentato sono state, rispettivamente, dell'84,8% e del 90,7%. Con il processo di diafiltrazione l'efficienza del recupero del glucosio e del fruttosio è stata aumentata fino al 90% e al 93%.

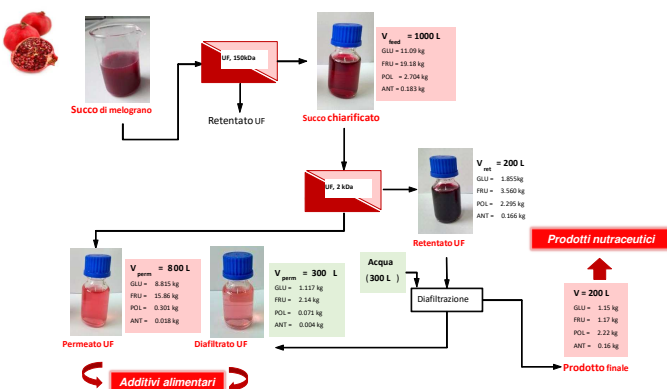


Fig. 3: Sistema integrato a membrana per la produzione di succhi rossi concentrati ad alto profilo organolettico e nutrizionale

Obiettivi

Sono stati studiati processi di separazione a membrana per la concentrazione di composti antiossidanti da succo di melograno e da un blend di succhi di arancia rossa, ficodindia e melograno. Operazioni come l'ultrafiltrazione (UF), la nanofiltrazione (NF) e la distillazione osmotica (DO) sono state integrate tra loro al fine di individuare un processo sostenibile per la produzione di frazioni bioattive di potenziale interesse per l'industria nutraceutica, farmaceutica e cosmetica.

Succo a base di frutti rossi

Il succo a base di frutti rossi (blend di arancia rossa, ficodindia e melograno) con un contenuto iniziale di 13 °Brix, è stato chiarificato mediante UF e successivamente pre-concentrato mediante NF sino a 33 °Brix. Il processo finale di DO ha permesso di ottenere, operando a temperatura ambiente, un succo con una concentrazione finale in solidi solubili pari a 60 °Brix (Fig. 4).

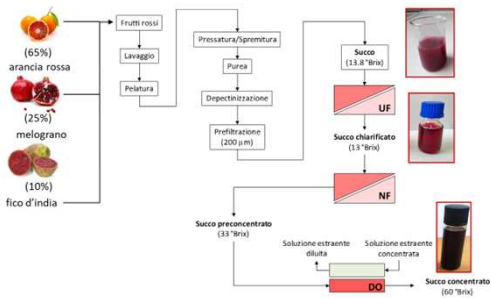


Fig. 4: Sistema integrato a membrana per la produzione di succhi rossi concentrati ad alto profilo organolettico e nutrizionale

Dai risultati ottenuti è emerso che il succo concentrato a 60 °Brix preserva tutti i composti antiossidanti del succo chiarificato ed è la frazione più attiva nei diversi studi in «*vitro*». Questa frazione mostra un'attività antiossidante pari a 11.5 mM di Trolox e attività inibitoria nei confronti degli enzimi α -amilasi e lipasi pancreatici, con valori di IC50, rispettivamente pari a 241.6 e 44.4 μ g/ml.

Tab. 2: Attività inibitoria enzimatica IC50 (μ g/mL) nei confronti dell' α -amilasi e lipasi pancreatici

Tipo di campione	Lipasi	α -Amilasi
Feed UF (13.8 °Brix)	48.82 ± 1.28 ^a	304.06 ± 3.61 ^a
Permeato UF (feed NF, 13 °Brix)	46.35 ± 1.16 ^a	288.31 ± 2.76 ^a
Retentato NF (feed DO, 33 °Brix)	49.41 ± 0.67 ^a	258.16 ± 1.74 ^a
Retentato DO (1) (50 °Brix)	44.80 ± 1.23 ^a	252.62 ± 2.25 ^a
Retentato DO (2) (60 °Brix)	44.36 ± 0.85 ^a	214.65 ± 2.03 ^a

I dati sono espressi come media \pm S.D. (n=3). Asterisco è stato usato come controllo positivo nell' α -amilasi test (valori di IC₅₀ di 50.18 \pm 1.32 mg/mL), orlistan nel test della lipasi (valori di IC₅₀ di 37.15 \pm 1.17 mg/mL). Sign. significa che la differenza tra gli estratti sono state valutate mediante analisi della varianza (ANOVA) completata con Tukey test. **p < 0.01. I valori medi nella stessa colonna con differenti lettere differiscono significativamente.

Tab. 3: Analisi dei polifenoli, dei flavonoidi e degli antociani nei campioni provenienti dal processo UF-NF-DO

Tipo di campione	Polifenoli (mg GAE/L)	Flavonoidi (ppm)	Antociani (ppm)
Feed MF	1370.20 \pm 27.27 ^a	422.31 \pm 11.80 ^a	407.99 \pm 66.74 ^a
Permeato UF (feed NF)	1341.96 \pm 46.72 ^a	413.33 \pm 13.81 ^a	362.51 \pm 15.37 ^a
Retentato NF (feed DO) ^a	1331.76 \pm 53.18 ^a	397.10 \pm 15.27 ^a	318.72 \pm 25.70 ^a
Retentato DO (1) ^a	1321.56 \pm 55.60 ^a	396.81 \pm 6.75 ^a	314.65 \pm 26.99 ^a
Retentato DO (2) ^a	1363.92 \pm 36.47 ^a	400.00 \pm 9.80 ^a	312.61 \pm 24.46 ^a

^aCampioni diluiti a 13 °Brix. I dati sono espressi come media \pm S.D. (n=3). La differenza tra gli estratti sono state valutate mediante analisi della varianza (ANOVA) completata con Tukey test. **p < 0.01. I valori medi nella stessa colonna con differenti lettere differiscono significativamente.

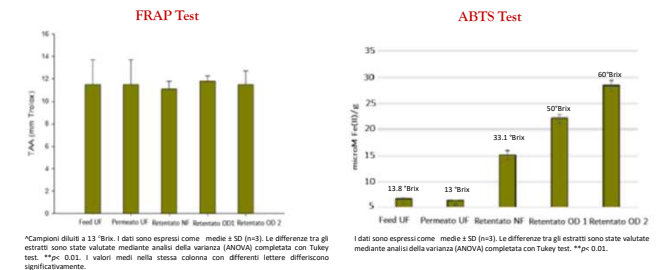


Fig. 5: Attività antiossidante nei campioni di succo provenienti dal processo UF-NF-DO

Tab. 4: Analisi di coloranti naturali (betalaine) nei campioni di succo provenienti dal processo UF-NF-DO (Bc, betacianine; Bx, betaxantine)

Tipo di campione	Bc (mg/L)	Bx (mg/L)
Feed UF	7.54 \pm 0.07 ^b	6.67 \pm 0.09 ^a
Permeato UF (feed NF)	6.85 \pm 0.04 ^a	6.75 \pm 0.14 ^a
Retentato NF (feed DO) ^a	6.67 \pm 0.25 ^a	8.62 \pm 0.21 ^a
Retentato DO (1) ^a	6.58 \pm 0.16 ^a	7.89 \pm 0.17 ^a
Retentato DO (2) ^a	7.40 \pm 0.09 ^b	8.55 \pm 0.13 ^a

^aCampioni diluiti a 13 °Brix. I dati sono espressi come media \pm S.D. (n=3). La differenza tra gli estratti sono state valutate mediante analisi della varianza (ANOVA) completata con Tukey test. **p < 0.01. I valori medi nella stessa colonna con differenti lettere differiscono significativamente.

Conclusioni

L'insieme dei risultati indica come la combinazione di sistemi a membrana permette di ottenere frazioni arricchite in composti bioattivi ad alto valore aggiunto e di potenziale impiego per la formulazione di prodotti nutraceutici e fitonutrienti.