

Sottoprodotti

Caratteristiche chimiche di sansa compostata con sottoprodotti pugliesi

L. D'Andrea, F. Montemurro, D. Ferri, C.Vitti, M. Mastrangelo e M. Mastrorilli

Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA) - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambiente Caldo-Aridi (SCA), Bari

La regione Puglia è uno dei maggiori produttori di olio d'oliva in Italia, con il 37% del prodotto globale, e come conseguenza si ottengono notevoli quantitativi di due tipologie di sottoprodotti: le acque di vegetazione di consistenza liquida e la sansa più o meno solida, in funzione del sistema di estrazione.

La sansa ottenuta dall'estrazione in continuo a due fasi è ricca di sostanze organiche facilmente degradabili, polifenoli, olio non estratto e acidi organici. Tale composizione chimica rende il suo utilizzo tal quale per scopi agronomici non sicuro. Quindi, il processo di compostaggio è necessario per riciclare questo sottoprodotto della filiera olearia.

In questo lavoro sono riportati i risultati di alcuni processi di compostaggio della sansa con altri residui (paglia, letame ovino, letame bovino ecc.) facilmente reperibili sul territorio pugliese, al fine di valorizzare questo sottoprodotto sia nel settore ambientale come biomassa riciclabile e sia nel settore agronomico come fertilizzante e/o ammendante.

Al fine di determinare la percentuale idonea della miscela del compost, sono state determinate le caratteristiche chimiche dei materiali di partenza. Ciascun cumulo così formato è stato sottoposto al processo di compostaggio eseguito *on-farm*. Al termine del processo, quando il compost risultava maturo, sono state determinate le seguenti caratteristiche chimiche: pH, umidità, conducibilità elettrica, Carbonio Organico Totale (TOC), azoto e fosforo totale, rapporto C/N, metalli pesanti (Cu, Ni, Zn, Pb).

I risultati ottenuti, in generale, mostrano una buona composizione in accordo con le legislazioni vigenti in Italia (Decreto n. 217/2006). In particolare il compost con una maggiore percentuale di paglia potrebbe essere utilizzato come ammendante, invece la presenza del letame (ovino o bovino) rende il compost più idoneo come fertilizzante.

Stabilità di emulsioni funzionali O/W addizionate di biofenoli estratti da acque di vegetazione

N. Caporaso, A. Genovese e R. Sacchi

Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II

I biofenoli estratti dalle acque di vegetazione dei frantoi oleari rappresentano un interessante sottoprodotto che, per le sue proprietà antiossidanti, può essere utilizzato per la realizzazione di alimenti funzionali, nonché contribuire a risolvere il problema dello smaltimento di questo reflu. La presente ricerca ha avuto l'obiettivo di utilizzare estratti biofenolici ottenuti da acque di vegetazione mediante processi a membrana, sottoposti a trattamento di *spray-drying* e incapsulati con maltrodestrine quale materiale di *coating*. Sono state prodotte emulsioni modello olio-in-acqua (O/W) in cui sono stati aggiunti gli estratti fenolici, gli isolati delle proteine del siero (WPI) quali emulsionanti naturali e gomma xantano quale addensante, producendo emulsioni al 20% di olio di oliva rettificato. Sono state analizzate le proprietà fisiche (stabilità fisica misurata con l'indice di *creaming*, viscosità e comportamento tixotropico) e parametri ossidativi (ossidazione primaria e secondaria mediante PV e TBARS). I risultati hanno mostrato come il fattore determinante nella stabilità fisica delle emulsioni sia rappresentato dallo xantano, e poca influenza ha esercitato sia la concentrazione di estratti fenolici che di proteine del latte. Contrariamente a quanto atteso, gli estratti fenolici non sembrano possedere elevata attività antiossidante nel ritardare i fenomeni di ossidazione primaria e secondaria dell'olio, anzi ad alte concentrazioni si è assistito ad un'azione pro-ossidante. Probabilmente, un'importante variabile è rappresentata dal materiale di *coating*, che non lascia interagire sufficientemente i biofenoli con la fase continua e con l'interfaccia. Inoltre, le proteine del latte aggiunte quale emulsionante potrebbero interagire con i biofenoli, con conseguente destabilizzazione dell'emulsione e un livello di ossidazione maggiore. In conclusione, nonostante l'interesse suscitato dai biofenoli ottenuti da acque di vegetazione dei frantoi oleari sia notevole, ancora numerosi sono i problemi di carattere pratico da superare per l'applicazione di questi sottoprodotti in emulsioni alimentari. Ulteriori studi sono in corso per lo studio delle caratteristiche organolettiche e del rilascio di aroma da questi modelli, nonché la loro biodisponibilità e attività antiossidante durante il consumo *in vivo*.

Gestione ottimizzata dello spandimento delle acque di vegetazione

V. Pastore, N. Silvestri, F. Carangelo, A.M. Palese e G. Celano

DICEM, Università della Basilicata, Matera

In Italia la filiera olivicola-olearia produce annualmente circa 4.000.000 di tonnellate di acque di vegetazione (AAVV). Attualmente la destinazione principale di questa matrice è il terreno agricolo. D'altra parte in letteratura esistono pareri e risultati discordanti sui rischi e sui benefici connessi all'impiego delle AAVV nei sistemi agricoli. Silvestri *et al.* (2006) hanno proposto una procedura di valutazione del rischio agro-ambientale adeguata alle specifiche ipotesi di spandimento delle AAVV su suoli agricoli. Tale procedura consente di calcolare un indice sintetico di rischio derivante dall'aggregazione pesata delle variabili connesse alla qualità e quantità delle AAVV, alle caratteristiche agricole, climatiche, pedologiche e topografiche del sito destinato alla distribuzione. La procedura è stata formalizzata in un software applicativo denominato ICABAS (Indicatore Compatibilità Ambientale BASilicata). ICABAS è un software multiplatforma (Windows, Macintosh e Linux) realizzato essenzialmente con tecnologie *open-source*, dotato di una documentazione estensiva e chiara che lo rende di facile uso e capace di contenere i costi amministrativi e tecnici. L'approccio GIS consente l'ottimizzazione della gestione della risorsa reflui-oleari a scala territoriale attraverso il processo di *up-scaling* delle indagini puntuali effettuate mediante ICABAS offrendo l'adeguato supporto cartografico mediante l'integrazione degli strati informativi relativi ai moduli ottenuti. Il metodo, applicato ad un comune lucano, ha consentito di indicare le aree più o meno suscettibili all'inquinamento derivante dalla distribuzione delle acque di vegetazione permettendo di suddividere il territorio in aree ricadenti in tre classi di vulnerabilità (bassa-media-alta). I risultati ottenuti, associati ad un aggiornamento continuo e dinamico del database dei piani di spandimento, consentirebbe di fare una programmazione dei piani di gestione delle AAVV. Il metodo proposto può dunque costituire uno strumento utile a disposizione delle Pubbliche Amministrazioni quale sistema di supporto alle decisioni per una più corretta pianificazione della distribuzione delle acque di vegetazione sui campi coltivati nel rispetto dell'ambiente e dell'esercizio dell'attività agricola.

Algatec II: ottimizzazione delle soluzioni di riciclaggio dell'acqua di lavaggio delle olive

M. de la Feld, A. Lorenzo e A. Pizza

ENCO srl - BIOAZUL S.A.

L'Unione Europea è il più importante produttore e consumatore di olio di oliva. L'International Olive Oil Council (IOC) stima una produzione pari a 2,3 tonnellate di olio d'oliva nel 2013/2014 (circa il 90% della produzione mondiale).

Il settore dell'olio di oliva ha una struttura specifica che lo distingue da altri settori agro-industriali (-produttori di olive; -industrializzazione, che comprende il trattamento, l'estrazione (frantoi) ed impianti di raffinazione; -distribuzione). La fase di industrializzazione è quella che presenta i maggiori problemi in termini di inquinamento ambientale e di utilizzo di materie prime. Sistemi di estrazione a due fasi, tre fasi o multifase non riducono il problema dell'eccessivo utilizzo di acqua. Per far fronte ai problemi del settore, cinque PMI provenienti da Spagna (BIOAZUL – BIOT – DESAM), Italia (ENCO) e Germania (ISITEC) stanno lavorando alla messa a punto di un sistema di riciclo e riutilizzo delle acque di lavaggio: ALGATEC II (www.algatec2.eu). Il progetto, co-finanziato nell'ambito del Settimo Programma Quadro, si basa sui promettenti risultati del progetto ALGATEC (FP7-SME-2008). Il sistema è in grado di eliminare, attraverso l'utilizzo di specifici trattamenti: un pretrattamento, un foto-bioreattore (PBR) come nucleo del processo di trattamento delle acque di lavaggio e un post trattamento (filtrazione a membrana sommersa UF1 e nanofiltrazione), la materia organica, l'azoto, il fosforo e altri componenti biodegradabili fortemente inquinanti e rendere l'acqua di nuovo riutilizzabile, così da ridurre il consumo; diminuire gli scarichi inquinanti, riducendo i costi di gestione delle acque reflue ed il loro impatto ambientale.

Spargimento delle acque di vegetazione su oliveto: risultati di 11 anni di esperienze

M.G. Di Serio, B. Lanza e L. Di Giovacchino

Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura CRA-OLI Centro di Ricerca per l'Olivicoltura e l'Industria Olearia Città Sant'Angelo (PE)

Per 11 anni consecutivi sono state effettuate prove di spargimento controllato di differenti quantità di acqua di vegetazione delle olive (AV) su un oliveto ubicato in Abruzzo e coltivato con alberi della varietà Gentile di Chieti, seguendo uno schermo sperimentale randomizzato che prevedeva 3 ripetizioni per ogni tesi. Le parcelle di terreno, contenenti ciascuna 4 giovani alberi, sono state trattate con le seguenti quantità di AV: *a)* 0 litri/mq (controllo); *b)* 5 litri AV/mq; *c)* 10 litri AV/mq; *d)* 30 litri AV/mq. Le parcelle della tesi *a)* sono state normalmente concimate con fertilizzanti chimici (N, P e K); le parcelle delle tesi *b)* e *c)* sono state concimate con fertilizzanti chimici (solo N e P) in quantità pari al 50% della quantità utilizzata nelle parcelle controllo; le parcelle della tesi *d)* non sono state concimate. Dopo la raccolta sono stati prelevati campioni di olive, di olio estratto dalle olive con mezzi meccanici e di terreno sui quali sono state effettuate le opportune analisi. I risultati della pluriennale esperienza hanno mostrato che la produzione media di olive (kg/parcella) è stata sempre superiore, anche se le differenze non sono state significative, nelle parcelle trattate con acqua di vegetazione e non concimate o concimate solo parzialmente e che il contenuto medio di olio delle olive (% su s.s.) è risultato praticamente uguale per tutte le tesi considerate. Gli oli ottenuti dalle parcelle diversamente trattate hanno presentato caratteristiche simili sia nei valori dei parametri della qualità merceologica che in quelli relativi alla composizione delle frazioni saponificabili ed insaponificabili. Le caratteristiche del terreno (pH, sostanza organica, azoto organico) non hanno subito variazioni significative a seguito del diverso trattamento, mentre è stato accertato nel terreno trattato con 30 litri AV/mq un incremento delle sostanze riducenti, certamente dovuto al fenomeno della umificazione delle sostanze fenoliche. I risultati delle analisi microbiologiche, infine, hanno evidenziato un significativo incremento dei valori medi della microflora totale e dell'attività respiratoria dei terreni trattati con AV. I risultati conseguiti consentono di confermare che la pratica dello spargimento controllato delle AV su terreno coltivato determina condizioni favorevoli allo sviluppo delle colture, all'incremento della produttività ed alla fertilizzazione del suolo agricolo e che la stessa si può considerare come un ulteriore trattamento agronomico che realizza il principio dell'agricoltura eco-sostenibile poiché consente: di mantenere o aumentare la produzione quantitativa della coltura arborea; di migliorare le proprietà chimiche e microbiologiche del suolo; di ridurre l'uso dei fertilizzanti chimici ed i relativi costi; di evitare il consumo di energia da fonti non rinnovabili e, quindi, l'emissione di gas serra.

Gestione sostenibile dei sottoprodotti della filiera olivicola-olearia

M. Mastrorilli, F. Montemurro, D. Ferri e L. D'Andrea

Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA) - Unità di Ricerca per i Sistemi Culturali degli Ambiente Caldo-Aridi (SCA) Bari

Le olive giunte al frantoio sono sottoposte alla frantumazione che le riduce in pasta, detta polpa di oliva, dalla quale si separa l'olio dai sottoprodotti. I sottoprodotti dell'estrazione dell'olio sono due: la sansa e le acque di vegetazione. La differenza principale tra di loro è rappresentata dal contenuto in acqua e dalla presenza di componenti lignocellulosici. Le acque di vegetazione provengono dalle acque di lavaggio e da quelle di processo, oltre che dalla frazione acquosa dei succhi della drupa. Esse sono di consistenza liquida, sono di colore scuro, dal marrone al nero, sono caratterizzate da un odore tipico, piuttosto intenso, che ricorda quello della drupa da cui derivano. Lo smaltimento delle acque di vegetazione deve seguire le normative italiane, che prevedono come soluzioni: la depurazione; il trattamento di stabilizzazione; lo spargimento sul terreno.

La sansa è di consistenza più o meno solida, essa può essere conferita ai sansifici per l'estrazione dell'olio di sansa e l'ottenimento della sansa esausta, che è impiegata come combustibile. Con i moderni decanter centrifughi a "due fasi" si ha come refluco la sansa vergine, che è caratterizzata da un alto contenuto di umidità (anche 60%) e per questo motivo è detta "sansa umida". Il loro smaltimento su terreni agricoli segue la stessa legge delle acque di vegetazione. Quindi la sansa può essere utilizzata tal quale oppure può essere compostata con altri materiali organici e poi distribuita in campo.

In questo lavoro sono riportati i risultati ottenuti dall'utilizzo dei sottoprodotti su colture arboree (olivo e ciliegio) e su colture erbacee (frumento e pomodoro), sia per le rese e la qualità di ciascun prodotto e sia l'effetto, per ciascuna prova, di parametri chimici e fisici del suolo.

Le prove sperimentali condotte in pieno campo nel sud Italia indicano la possibilità di utilizzare i sottoprodotti della filiera olivicola-olearia sia come ammendanti e sia come fertilizzanti.

Questo comporta la possibilità di avere benefici sia di natura economica (recupero dei residui) sia di tipo agronomico (aumento della sostanza organica)

Quindi i sottoprodotti se utilizzati secondo le normative vigenti sono da considerarsi non come un rifiuto ma come biomasse riciclabili e ciò porta ad una gestione sostenibile di un materiale che nel bacino del mediterraneo è ampiamente presente.

Studio numerico di un sistema di digestione anaerobico per la sansa di olive e l'acqua di vegetazione

M. Milanese, A. De Risi, A.de Riccardis, W. Romano e D. Laforgia

Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione, Università del Salento

Questo lavoro si propone di sviluppare un sistema di digestione anaerobica, che permetta di recuperare energia dai rifiuti di oliva, risolvendo il problema del loro smaltimento. Per raggiungere questo risultato, i polifenoli, contenuti nelle olive ed inibitori del processo di digestione, devono essere ridotti.

Per questo motivo, è stato studiato un nuovo sistema di digestione anaerobica in grado di trattare l'alta concentrazione di polifenoli. In particolare, questo sistema, costituito da un'unità di miscelazione/lavaggio, un'unità di separazione sansa/acqua (decanter), un'unità di ultrafiltrazione ed un digestore anaerobico, è stato numericamente studiato per valutare le variabili principali della digestione anaerobica in funzione del tempo di ritenzione idraulica (HRT), così come la produzione di biogas per diversi valori del fattore di rendimento della biomassa.

Sono stati sfruttati il modello di Gavala per la digestione anaerobica dei rifiuti dell'industria olivicola e l'algoritmo di Radau per la risoluzione il modello matematico.

Le performance del nuovo sistema di digestione anaerobica della sansa e dell'acqua di vegetazione sono state valutate mediante la produzione di metano, che risulta essere strettamente correlata con l'HRT ed il fattore di resa della biomassa, Y_x . Per valori molto alti di HRT (oltre 100 giorni), la produzione di metano risulta indipendente dalla Y_x mentre, per valori inferiori (30 giorni), il fattore di resa della biomassa può giocare un ruolo fondamentale per incrementare la produzione di metano.

Infine i risultati hanno rivelato che con l'abbattimento dei polifenoli, il potenziale di produzione di metano del sistema aumenta da $7,5 \text{ molCH}_4/\text{kgTSS}$ a $11,7 \text{ molCH}_4/\text{kgTSS}$, con un incremento di circa il 56%, per HRT pari a 30 giorni.

L'impianto studiato numericamente nell'ambito del presente lavoro è stato realizzato presso il CRA-CAR di Lecce e le attività di sperimentazione sono tuttora in corso di svolgimento.

Ottimizzazione della digestione anaerobica di sottoprodotti dell'olivo

E. Perri¹, S. Benalia², C. Benincasa¹, B. Bernardi², A. Parise¹, M. Pellegrino¹, E. Romano², V. Tamburino², E. Urso¹, G. Zappia² e D. A. Zema²

¹ *Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Centro di Ricerca per l'Olivicoltura e l'Industria Olearia (CRA-OLI), Rende (CS)*

² *Dipartimento di AGRARIA, Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Alcuni dei principali possibili sottoprodotti dell'industria olearia ed agrumaria calabrese sono stati utilizzati per uno studio della produzione di metano mediante fermentazione anaerobica, usando come starter digestato zootecnico. In particolare, sono stati effettuati test di digestione anaerobica in batch che hanno permesso di definire il migliore rapporto tra digesto zootecnico e substrato di origine vegetale e le condizioni termiche ottimali per ottenere buone rese in biogas. Il digestato zootecnico proveniva da un vicino impianto industriale di produzione di biogas utilizzando liquame bovino. Le prove sono state condotte sia in condizioni termofile (52°C) che mesofile (37°C), su differenti miscele, le cui matrici erano state caratterizzate chimicamente, la cui composizione è riportata di seguito:

80% digestato zootecnico, 20% sansa esausta;

80% digestato zootecnico, 20% acque di vegetazione da frantoio a 2 fasi;

80% digestato zootecnico, 20% pastazzo di agrumi;

80% digestato zootecnico, 10% acque di vegetazione, 10% pastazzo di agrumi;

70% digestato zootecnico, 20% acque di vegetazione, 10% pastazzo di agrumi.

In generale, la valutazione dei risultati, relativi a tutte le tesi prese in esame, ha permesso di accertare una maggiore resa di biogas prodotto (ml) nelle condizioni mesofile.

Effetti delle acque di vegetazione dei frantoi oleari su piante e semi di olivo in vivaio

G. Russo¹ e L. D'Andrea²

¹*Accademico, Accademia Nazionale dell'Olio e dell'Olio*

²*Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA) - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambiente Caldo-Aridi (SCA), Bari*

In Italia si producono ogni anno da 2,5 a 3 milioni di tonnellate di olive da olio, dal cui processo di molitura, oltre a olio e sansa, si ottengono circa 1,5-1,8 milioni di m³ di acque di vegetazione. Queste ultime pur essendo prodotti naturali sono considerate rifiuti, in quanto sono costituite da composti tossici rappresentati da polifenoli e lipidi, e quindi risulta necessario il loro smaltimento. Escludendo alcune soluzioni tecniche che prevedono l'impiego di attrezzature ed impianti per la depurazione delle acque di vegetazione, il problema dello smaltimento è di natura agronomica e uno dei possibili utilizzi è nel settore vivaistico.

In questa nota si riporta l'effetto dell'uso delle acque di vegetazione dei frantoi oleari su piante e semi di olivo in vivaio.

La prova sperimentale è stata condotta sulla cultivar di olivo "Ogliarola", sia su piante allevate in vaso (20x10x10 cm) riempito di substrato costituito da terriccio commerciale, allevate alla stessa età di un anno e nelle stesse condizioni, sia su semi.

I trattamenti applicati alle piantine e ai semi sono stati quattro confrontati con il testimone, ripetuti cinque volte. I trattamenti si differenziavano per la percentuale di refluo di provenienza da un impianto continuo nella soluzioni preparate: 0% (solo acqua), 25%, 50%, 75%, 100%.

Sulle piantine si sono osservate l'altezza, la lunghezza degli internodi, il numero di foglie e di ramificazioni; mentre sui semi si sono osservate la percentuale di germinazione e il tempo medio di germinazione.

I dati raccolti e sottoposti ad analisi statistica indicano una differenza significativa tra i trattamenti.

I risultati ottenuti mostrano che con alti dosaggi (75%, 100%) si hanno sintomi di tossicità, infatti nelle piantine i valori dei principali parametri misurati risultano i più bassi, mentre nei semi la percentuale di germinazione è bassa con un tempo medio di germinazione molto alto. La tossicità legata ad alta concentrazione dei sali minerali, all'acidità e alla presenza di agenti fitotossici, come per le piante in campo, arreca danno.

In conclusione si può affermare che le acque di vegetazione possono essere utilizzate a basse concentrazioni (25%, 50%) per lo sviluppo delle giovani piantine e nei semi per un maggiore effetto imbibente sulla germinazione.

Quindi lo smaltimento delle acque di vegetazione dei frantoi oleari può essere eseguito in vivaio con effetti positivi solo se le stesse sono usate in basse concentrazioni.

Potenziati applicazioni dei polifenoli dell'oliva nell'industria alimentare

S. Esposito, A. Taticchi, R. Selvaggini, S. Urbani, G. Veneziani, I. Di Maio, B. Sordini e M. Servili

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali
Università di Perugia*

La valorizzazione dei prodotti secondari dell'estrazione meccanica dell'olio vergine di oliva (Acque di Vegetazione (AV)) rappresenta un'enorme opportunità per ridare slancio all'intero settore olivicolo, nonché per favorire la sostenibilità ambientale. Il marcato carattere inquinante delle AV è legato all'elevata concentrazione di composti fenolici in esse contenuti, che infatti sono caratterizzate da spiccate proprietà antimicrobiche e fitotossiche, soprattutto di natura batteriostatica, e che per questo, non possono essere trattate negli impianti di depurazione convenzionali. Allo stesso tempo, questi composti sono noti al mondo della ricerca per le loro proprietà antiossidanti, sensoriali e salutistiche. Negli ultimi anni, numerosi lavori scientifici sono stati condotti al fine di risolvere il problema dello smaltimento delle AV e contemporaneamente valorizzarle, attraverso il recupero di fenoli bioattivi da applicare in diversi ambiti, da quello farmaceutico/cosmetico, a quello nutrizionale fino all'ambito zootecnico. Tra i diversi processi chimico-fisici e biotecnologici adottati a tale scopo, un sistema di filtrazione trifasico a membrane capace di garantire un adeguato disinquinamento delle acque e recuperare la maggior parte dei polifenoli di natura idrofila disciolti in esse (attraverso un Concentrato Fenolico grezzo (CF)), sta suscitando notevole interesse nel mondo olivicolo-oleario. Il seguente lavoro di ricerca, riguarda l'illustrazione delle potenziali applicazioni di tale CF e/o del suo relativo Estratto Purificato (EF) in campo alimentare, sia per la produzione di alimenti funzionali sia come additivo di origine naturale ad attività antiossidante ed antimicrobica. Per tale scopo, il CF in una ricerca condotta nel 2011, veniva aggiunto in fase di gramolatura per ottenere un OEVO funzionale arricchito di composti fenolici. In seguito, si è provveduto all'arricchimento con EF di yogurt con spiccate caratteristiche pre e pro-biotiche. In entrambi i casi, i risultati ottenuti hanno mostrato, oltre ad una ampia accettabilità del prodotto durante gli appositi panel test, anche un maggiore stabilità dello stesso nel tempo. L'uso, inoltre, dell'EF quale ingrediente nella stabilizzazione ossidativa degli oli sottoposti ad un processo di frittura, ha dimostrato spiccate capacità stabilizzanti nei confronti dei fenomeni di irrancimento e di conseguenza di riduzione della produzione di sostanze potenzialmente nocive all'organismo umano nonché sensorialmente sgradevoli. Capacità antiossidanti e di protezione nei confronti di altre molecole bioattive presenti nell'alimento, sono state dimostrate dall'EF, quando usato come ingrediente a varie concentrazioni, in salse di pomodoro in cottura, dove si verificava, una minore perdita di tocoferolo e lycopene in particolare, in funzione delle quantità di EF aggiunto.