

Studio sperimentale e conseguente analisi dei costi di processo per la produzione di bioplasticizzanti a partire da biodiesel

CARLO PIROLA¹, DAVIDE GUZZETTI², FEDERICO GALLI¹

¹*Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Chimica, via Golgi, 13 – 20133 Milano, Italy*

²*Auburn University, Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale, 328 Davis Hall, Auburn, Alabama, USA*

Corresponding Author: carlo.pirola@unimi.it

Nel 2016 il mercato globale dei plastificanti è stato pari a 8,4 milioni di tonnellate, di cui il 70% ricoperto dalla produzione di ftalati. L'utilizzo di questi ultimi, nonostante le loro ottime proprietà chimico-fisiche (elevata solubilità nella matrice polimerica, bassa volatilità e bassi costi di produzione), pone problemi di salute e ha indotto l'Unione Europea nel Giugno 2017 a limitarne la percentuale nei prodotti plastici ad un livello inferiore allo 0,1% in peso.

Gli oli vegetali epossidati (EVO) sono buoni candidati come sostituenti degli ftalati, specialmente quando applicati al cloruro di polivinile (PVC). Tali molecole possono venire prodotte grazie alla reazione, catalizzata da acido solforico, tra la frazione insatura di un olio vegetale e l'acido perossiacetico, che funge da vettore attivo di ossigeno e viene ottenuto dalla reazione di acido acetico e perossido di idrogeno. Tuttavia, la solubilità degli EVO in PVC è bassa, il che rende questi prodotti solo parzialmente idonei come sostituti degli ftalati, la cui concentrazione tipica nel polimero varia dallo 0,5 al 45% in peso. Il biodiesel di soia epossidato (ESB) può essere proposto come alternativa agli EVO. Il biodiesel è una miscela di esteri metilici di acidi grassi, il cui peso molecolare è circa un terzo rispetto agli oli vegetali. Tale prodotto può essere portato alla forma epossidata e può così fungere da plastificante primario e quindi essere considerato adatto come sostituto degli ftalati.

Nel presente lavoro si propone una strategia per la produzione di ESB a partire da biodiesel ricavato da olio di soia, tramite un'operazione di distillazione seguita da reazione di epossidazione. L'obiettivo di tale processo è la massimizzazione del contenuto di ossirano nel prodotto finale, grazie alla concentrazione delle molecole insature ottenute a valle della colonna di distillazione a seguito della rimozione della parte satura del biodiesel di partenza. Tale strategia permette di ottenere sperimentalmente prodotti che, dopo l'ottimizzazione di specifici parametri operativi, risultano chimicamente idonei all'utilizzo come bioplasticizzanti primari.

Per potere stimare i costi di processo, è stata simulata la colonna di distillazione e il reattore di epossidazione usando un codice Python 3.0 che si interfaccia in modo autonomo con il software di simulazione PRO / II 9.3 (SimSci Schneider Electric by AVEVA). Le equazioni cinetiche e lo stato di equilibrio liquido-liquido sono state risolte numericamente ad ogni istante temporale della reazione (la reazione avviene in un sistema bifasico liquido) tramite un codice MATLAB. I coefficienti di attività di ciascun componente sono stati calcolati utilizzando il modello UNIFAC.

La stima dei costi di investimento ed operativi ha permesso, in ultimo, di definire le migliori condizioni tecno-economiche di produzione di ESB.