

Department of Industrial Engineering

Ph.D. Course in Chemical Engineering

(XIV Cycle - New Series)

Thesis in Chemical Engineering

**PROCESS OPTIMIZATION OF A
LIGNOCELLULOSIC MULTI-PRODUCT
BIOREFINERY**

Supervisor

Prof. Diego Barletta

Ph.D. student

Aristide Giuliano

Scientific Referees

Prof. Massimo Poletto

Prof. Giancarlo Raiconi

Ph.D. Course Coordinator

Prof. Paolo Ciambelli

Abstract

Una metodologia per ridurre la complessità dell'ottimizzazione di processo è stata applicata al caso studio di una bioraffineria multiprodotto alimentata con biomassa lignocellulosica. Una superstruttura di processo è stata costruita per considerare tutti i percorsi di processo alternativi al fine di produrre l'acido levulinico, acido succinico ed etanolo. Un problema misto intero non lineare è stato ottenuto e trasformato in un problema lineare attraverso una procedura di discretizzazione delle variabili non lineari. Metodi di progettazione rigorosi, con cinetiche di idrolisi e fermentazione, per la produzione di acido levulinico, l'acido succinico e l'etanolo sono stati inclusi nell'ottimizzazione della superstruttura della bioraffineria. Un metodo di discretizzazione è stato applicato per ottenere una approssimazione MILP del conseguente problema principale MINLP. Il diagramma di flusso ottimale di una bioraffineria lignocellulosica, massimizzando il Net Present Value, è stato ottenuto, con una allocazione della biomassa per produrre acido levulinico e acido succinico di oltre il 40% ciascuno. Un'analisi di sensitività ha evidenziato che il diagramma di flusso ottimale e le prestazioni tecniche ed economiche rilevanti sono significativamente dipendenti dal contesto economico (prezzo di vendita dei prodotti chimici, tasso di interesse) e dalla scala dell'impianto. Infine, l'ottimizzazione di processo è stata ottenuta massimizzando due diverse funzioni obiettivo di tipo economico: il valore attuale netto e tasso interno di rendimento. L'effetto del cambiamento del tipo di biomassa e della sua composizione è stato considerato. I risultati evidenziano che la composizione della biomassa in termini di cellulosa, emicellulosa e lignina ha un effetto significativo sulla ripartizione della biomassa sui tre processi di produzione dei prodotti e del relativo diagramma di flusso ottimale. Casi studio con un uso combinato di diversi tipi di biomassa stagionali durante l'anno sono stati studiati per fornire una metodologia per trovare il diagramma di flusso ottimale per una bioraffineria lignocellulosica.