

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II**



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**Massimizzazione della produzione di biometano
dalla buccia di nocciola mediante aggiunta di
elementi in traccia e pretrattamenti con solventi**

Relatore:

Prof. Giovanni Esposito

Candidata:

Federica De Chiara

M67000502

Correlatore:

Prof. Stefano Papirio

ANNO ACCADEMICO 2018/2019

La richiesta mondiale di energia cresce continuamente di anno in anno. Come riportato dall'*International Energy Agency* (IEA), dal 1990 al 2017 si è passati da un consumo di 6'263'947 ktep a 9'717'295 ktep, pari a un aumento di circa il 64% in meno di trent'anni. Inoltre, la maggior parte dell'energia utilizzata (circa il 67%) proviene da fonti non rinnovabili, quali petrolio e suoi derivati, carbone e gas naturale. La combustione di questi materiali per produrre energia ha inevitabilmente portato a un aumento delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera, di più del 60% nel medesimo periodo.

All'aumento della CO₂ in atmosfera corrisponde un incremento della quantità di CO₂ che va a disciogliersi nell'acqua marina, dove si trasforma in acido carbonico portando quindi a un abbassamento del pH, cioè causando la ben nota acidificazione degli oceani, la quale ha effetti sulla catena alimentare di questi ecosistemi. Inoltre, l'anidride carbonica è il più importante gas antropogenico a effetto serra. Pertanto, un suo così massiccio aumento in termini di concentrazione ha portato a un innalzamento della temperatura media globale, come riportato anche dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) nel suo quarto rapporto di valutazione. Questo ha innescato tutta una serie di retroazioni, positive e negative, come lo scioglimento dei ghiacciai, con conseguente innalzamento del livello dei mari e riduzione delle terre emerse, l'aumento degli eventi meteorologici estremi e della loro intensità e, in generale, un'alterazione di tutti gli ecosistemi.

In quest'ottica, si comprendono l'importanza e la necessità di ricorrere a fonti di energia rinnovabili, come le biomasse. Il vantaggio dell'impiego di questi materiali risiede nel fatto che la quantità di anidride carbonica emessa dalla loro combustione è pari a quella fissata dalle piante mediante la fotosintesi clorofilliana durante la loro vita (o assunta dagli animali in maniera indiretta tramite la catena trofica), quindi di fatto non contribuiscono all'aumento dell'effetto serra.

Tra queste biomasse rientrano i cosiddetti biocarburanti di prima generazione, ossia quelli che derivano da coltivazioni impiegate specificatamente per scopi energetici, ma che altrimenti verrebbero usate per scopi alimentari, quali per esempio

mais, grano e canna da zucchero. Il loro utilizzo, quindi, genera problemi in termini di consumo di suolo e di cambio di destinazione d'uso (da agricola a energetica). Facendo ricorso invece ai biocarburanti di seconda generazione, cioè quelli derivanti da materiali di scarto, come i lignocellulosici, si supera tale questione e, anzi, si aggiunge l'ulteriore vantaggio ambientale relativo al fatto che si impedisce la diffusione in atmosfera di metano, che verrebbe naturalmente emesso a seguito della decomposizione di tale biomassa e che inquinerebbe di più dell'anidride carbonica, avendo esso un GWP pari a 21 volte quello della CO₂.

Il presente lavoro si inserisce proprio in questo contesto, andando a considerare la produzione di metano e quindi la valorizzazione energetica di una biomassa di scarto quale la buccia di nocciola.

Data la sua natura di materiale lignocellulosico, la buccia di nocciola è un tipo di biomassa vegetale che si presenta recalcitrante alla degradazione dei microrganismi. Pertanto, sono state applicate diverse strategie per massimizzarne la produzione di metano durante la digestione anaerobica.

È stato misurato innanzitutto il potenziale di biometanazione del substrato grezzo, il quale è risultato pari a 316 ml CH₄/g SV. Noto questo, sono stati valutati gli effetti derivanti dall'aggiunta di singoli elementi in traccia quali cobalto, nichel e selenio. Nessuno di questi, però, ha portato a una significativa variazione della produzione. Si ritiene che il motivo risieda nel fatto che, nella digestione anaerobica dei materiali lignocellulosici, la fase limitante sia quella di idrolisi, mentre i micronutrienti vanno a supportare soprattutto lo sviluppo dei microrganismi che operano nella fase di metanogenesi.

È stato poi realizzato un pretrattamento alcalino con una soluzione all'1,6% di idrossido di sodio ed è stato valutato il suo effetto, sia singolarmente che unitamente all'aggiunta dei micronutrienti sopracitati. In questo caso, è stato riscontrato un incremento di produzione di circa il 29% rispetto alla buccia di nocciola non pretrattata, mentre ancora una volta gli elementi in traccia non hanno comportato un effetto significativo.

Come ultimo esperimento, è stato considerato un pretrattamento acido con una soluzione all'1% di acido solforico. Anche in questo caso, è stata valutata sia la condizione senza che quella con l'aggiunta di elementi in traccia. Rispetto ai due esperimenti precedenti, micronutrienti quali il nichel e il selenio questa volta hanno apportato un leggero contributo. Ad ogni modo, è il pretrattamento con acido solforico a essersi rivelato la strategia più efficiente per aumentare la produzione di metano, avendo portato a un incremento pari a circa il 104% rispetto al materiale grezzo.