



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
“FEDERICO II”

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA
PER L’AMBIENTE ED IL TERRITORIO

INDAGINE SPERIMENTALE SUL PRETRATTAMENTO
DI TIPO BIOLOGICO DI BIOMASSE LIGNOCELLULOSICHE:
EFFETTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI SOLIDI TOTALI
NEL PROCESSO DI BIOMETANAZIONE

Relatore

Ch.mo Prof. Massimiliano Fabbricino

Correlatore

Dott.ssa Flavia Liotta

Candidato

Mariangela Donisi

Matr. M67/000150

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

Lo scopo di questo elaborato sperimentale consiste nello studiare l'effetto del pretrattamento biologico della paglia di grano al fine produrre biogas attraverso il processo di digestione anaerobica.

La digestione anaerobica (DA) è un processo biologico di conversione, attraverso ecosistemi microbici, di substrati organici in assenza di una fonte di ossigeno. Durante il processo, il materiale organico è convertito in metano (CH₄), anidride carbonica (CO₂) e biomassa.

I reattori utilizzati per la DA possono essere classificati in funzione del loro contenuto di solidi totali (ST), si distinguono quindi:

- reattori ad umido (wet) in cui il contenuto di ST è inferiore al 10%;
- reattori a secco (dry) per i quali il contenuto di solidi supera il 20%;
- reattori a semi-secco (semi-dry) in cui il contenuto di solidi è compreso tra il 10% ed il 20%.

Ciascuna tipologia di reattore appena citata presenta dei vantaggi e degli svantaggi: i processi wet necessitano di reattori con volumetrie consistenti e producono quantità considerevoli di digestato in uscita dal digestore con il conseguente aumento dei costi di trattamento; mentre i processi dry non prevedono diluizioni del substrato in ingresso quindi il volume dei digestori e la quantità di digestato prodotto sono notevolmente inferiori rispetto ai processi wet. Bisogna però tener conto che nei processi dry le produzioni di metano risultano essere nettamente inferiori rispetto alle condizioni wet.

Il substrato utilizzato per l'attività sperimentale condotta è, come detto in precedenza, la paglia di grano, materiale di scarto proveniente dall'attività agricola, di natura lignocellulosica. Essa è costituita da cellulosa, emicellulosa e lignina.

La cellulosa è un polimero polisaccaridico lineare di glucosio. Le catene di cellulosa sono tenute insieme da legami ad idrogeno che creano le fibrille, queste ultime si legano tra loro attraverso l'emicellulosa che è un polimero amorfo di più zuccheri ed è coperto da lignina. La lignina svolge la funzione di legare la cellulosa con l'emicellulosa. L'emicellulosa rappresenta una barriera fisica che circonda le fibre di cellulosa e le protegge da attacchi enzimatici.

Da tale descrizione si comprende come la paglia di grano sia difficilmente degradabile e ciò comporta la necessità di ricorrere al suo pretrattamento al fine di migliorare l'idrolisi della cellulosa. Il pretrattamento utilizzato è di tipo biologico mediante l'introduzione di inoculo denominato F₂₁₀ derivante dai funghi anaerobi appartenenti ai generi *Neocallimastix* ed *Orpinomyces*.

Gli esperimenti sono quindi stati condotti in due fasi:

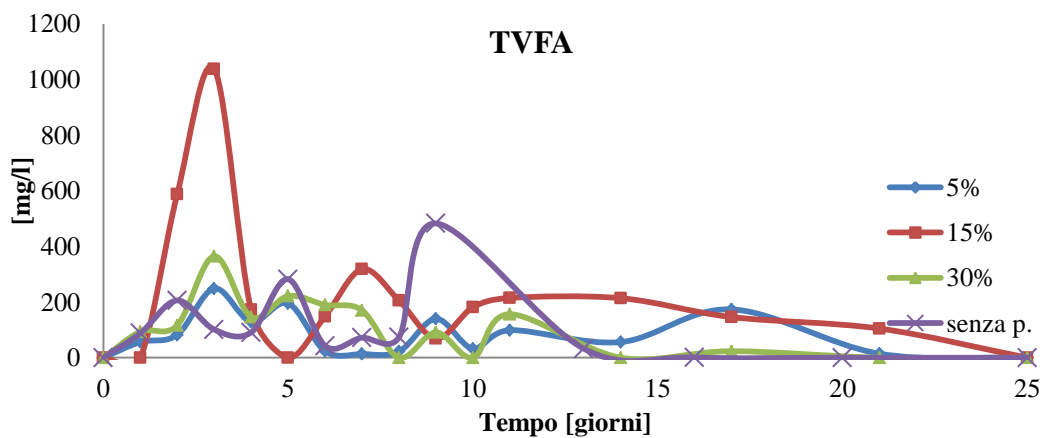
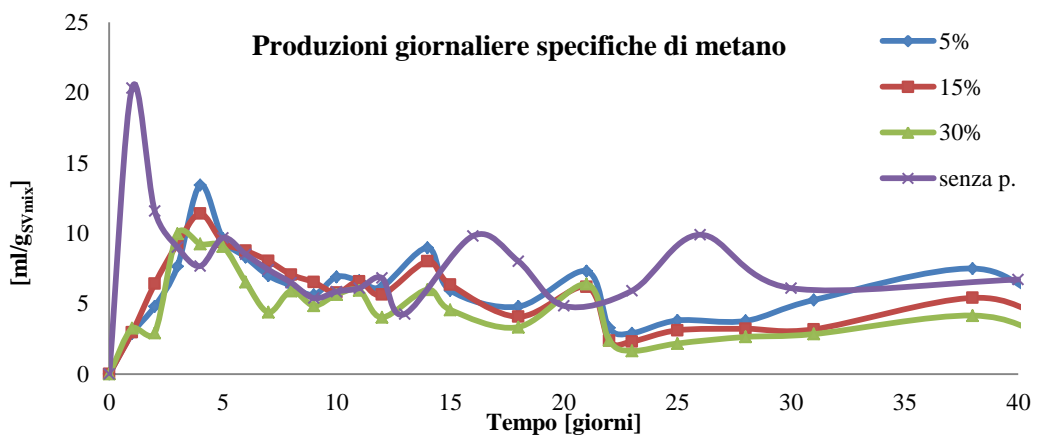
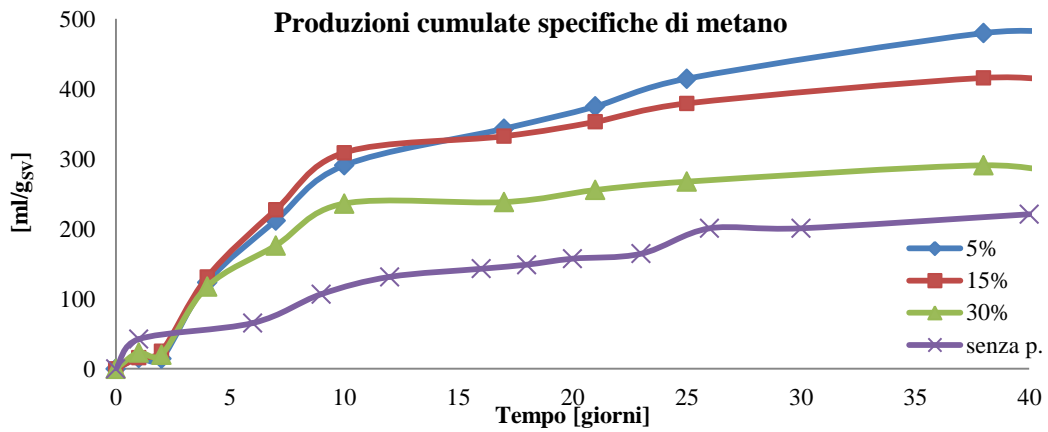
1. pretrattamento della paglia di grano con differenti concentrazioni di solidi totali (5% di ST, 15% ST e 30% ST);
2. digestione anaerobica completa, condotta in condizioni wet, con produzione di CH₄.

L'attività sperimentale svolta ha avuto lo scopo di:

- valutare l'effetto del pretrattamento biologico sulle produzioni di biogas;
- valutare le differenze tra i reattori pretrattati con diverse concentrazioni di ST.

Attività sperimentale			
Pretrattamento			
<u>Repliche</u> n° 3 per 5% ST; n° 3 per 15% ST; n° 3 per 30% ST	<u>Temperatura</u> 37° C	<u>Substrato</u> Paglia di grano 2.36 g % _{SV} :85.65	<u>Inoculo</u> Funghi anaerobi: <i>Neocallimastix sp.</i> <i>Orpinomyces sp.</i> 10% F ₂₁₀ + 10% Mix
Dopo 5 giorni			
Metanogenesi			
<u>Repliche</u> n° 3 pretrattamento 5% ST; n° 3 pretrattamento 5% ST; n° 3 pretrattamento 5% ST; n°3 senza pretrattamento-5% ST	<u>Temperatura</u> 37°C	<u>Substrato</u> Paglia di grano 2.36 g % _{SV} : 85.65	<u>Inoculo</u> Refluo bufalino 168 g % _{SV} : 2.4

Di seguito si riportano i risultati relativi a: produzioni cumulate specifiche di metano, produzioni giornaliere di metano e concentrazioni di TVFA, per tutti i set di prove.



REATTORI	EFFICIENZE DI RIMOZIONE TOTALE COD	EFFICIENZE DI RIMOZIONE SV	SUPERAMENTO DELLE PRODUZIONI CUMULATE SPECIFICHE DI METANO DEI REATTORI PRETRATTATI RISPETTO AI REATTORI SENZA PRETRATTAMENTO
	[%]	[%]	[%]
Senza pretrattamento	5.19	96.64	-
Pretrattamento 5% ST	98.08	95.89	120
Pretrattamento 15% ST	41.12	98.45	90
Pretrattamento 30%ST	95.80	97.61	30

Come è possibile notare dal diagramma delle produzioni cumulate specifiche di metano, la massima produzione di metano si ha nei reattori pretrattati ed in condizioni wet, mentre la produzione minima si osserva nei reattori che non hanno subito alcun pretrattamento. Nei reattori con pretrattamento le produzioni minime si riscontrano per le bottiglie in cui, nella prima fase, si ha la più alta percentuale di solidi totali.

Dalle produzioni giornaliere si nota come tutti i reattori pretrattati presentino uno stesso andamento. Si ha un picco di produzione al 5° giorno, e poi altri picchi, ma con valori inferiori, al 10°, al 20° ed al 38° giorno di prova con valori via via decrescenti. Per le bottiglie in cui non si è avuto il pretrattamento, il massimo picco si riscontra il primo giorno di prova e poi si verifica un altro picco al quinto giorno, ma con valore dimezzato rispetto al primo. Tale comportamento è spiegabile in quanto la fase di idrolisi per le bottiglie non pretrattate avviene nei primi giorni della fase di metanazione, mentre in tutte le altre bottiglie già è avvenuta nella prima fase di pretrattamento.

Un primo picco di metano può essere riscontrato nei primi cinque giorni di prova in tutte le condizioni di lavoro; tale picco è probabilmente collegato alla degradazione dei composti facilmente biodegradabili.

Le concentrazioni maggiori di TVFA si riscontrano per i reattori con il 15% di TS.

Le più basse produzioni specifiche di metano si riscontrano per la paglia non pretrattata ed, a seguire, per i reattori il cui substrato ha subito un pretrattamento in condizioni dry, quest'ultimo aspetto può essere messo in relazione all'inibizione acida durante il processo ed al rallentamento del processo stesso.

L'efficienza di rimozione del COD è maggiore per i reattori pretrattati in condizioni wet, minima per i reattori non pretrattati, mentre l'efficienza di rimozione dei solidi volatili risulta maggiore per i reattori pretrattati al 30% ST.

Le famiglie fungine utilizzate in questa esperienza sperimentale hanno effettivamente favorito l'idrolisi dei composti difficilmente biodegradabili di cui è ricco il substrato utilizzato e dunque esse hanno prodotto quantità di biogas maggiori rispetto ai reattori in cui non erano presenti.

I risultati ottenuti, quindi, dimostrano l'effetto positivo del pretrattamento di tipo biologico sulla paglia di grano.