

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Estrusione, il pre-trattamento per incrementare la produzione di biogas

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/150023> since

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

BIOMASSE AGRICOLE LIGNO-CELLULOSICHE

Estrusione, il pre-trattamento per incrementare la produzione di biogas

di Simona Menardo¹, Gianfranco Airoldi¹, JodyGrazia², Paolo Balsari¹¹ Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari - sezione Ingegneria dei Bio-sistemi. Largo Paolo Braccini, 1 - 10095 Grugliasco (TO)² BTS Biogas Srl/GmbH, Via S. Lorenzo 34, I-39031 Brunico, Bolzano, IT

Per continuare a garantire un certo ricavo agli impianti di biogas, l'introduzione di biomasse meno nobili nella dieta degli impianti, come sottoprodotti agricoli e industriali, e il miglioramento della degradazione di tali biomasse sono di fatto ormai un obbligo. L'estrusione, come pre-trattamento per le biomasse, potrebbe rivelarsi una valida soluzione per ottimizzare la degradazione della sostanza organica anche di biomasse ligno-cellulosiche. In questo studio, le biomasse che costituiscono la dieta di un impianto di biogas del Nord Italia sono state pretrattate con un estrusore in scala reale e analizzate per determinarne l'incremento produttivo in termini di metano. È stato inoltre calcolato un semplice bilancio energetico del processo.

A seguito dell'introduzione del Decreto Ministeriale per lo Sviluppo Economico del 6 luglio 2012, gli impianti di biogas avviati a partire dal 2013 hanno potuto contare su incentivi governativi decisamente inferiori rispetto agli anni precedenti. Chi ha visto significativamente ridursi tali incentivi, sono stati in particolare, gli impianti che impiegano esclusivamente o quasi, colture dedicate (energy crops) per alimentare il digestore. Essi, rispetto alla tariffa omnicomprensiva di 28 cent per kW degli anni precedenti, hanno avuto una **riduzione degli incentivi governativi di oltre il 35%**. Anche gli impianti che utilizzano sottoprodotti e reflui o rifiuti, sebbene in misura minore, hanno comunque subito la contrazione di tali incentivi. È pertanto fondamentale che i produttori di biogas, ottimizzino l'impiego delle biomasse in ingresso al digestore, favorendo l'introduzione di un **maggior quantitativo di sottoprodotti, e allo stesso tempo, migliorino la degradabilità delle biomasse**. Per raggiungere tale obiettivo, sono in fase di studio molti pre-trattamenti delle biomasse. Finora, quelli che maggiormente hanno dimostrato la loro efficacia nel migliorare la digeribilità delle biomasse, senza compromettere il bilancio energetico e/o quello economico, sono stati i trattamenti meccanici.



Dal 2013, con la riforma degli incentivi per le energie rinnovabili, il sostegno economico da parte del governo Italiano verso i produttori di biogas si è decisamente ridotto ed insieme ad esso anche i ricavi di tutte le attività di questo settore. Soprattutto gli impianti alimentati prevalentemente da colture dedicate hanno risentito di questa riduzione degli incentivi.

L'estrusione

Un **trattamento meccanico molto interessante**, che viene utilizzato in molti impianti italiani, è sicuramente **l'estrusione**. Grazie alla **sfibratura delle biomasse**, è possibile **incrementare la degradabilità della sostanza organica**

e accelerare il processo di idrolisi iniziale, facilitando l'accesso dei batteri e degli enzimi ai composti organici. L'effetto dell'estrusione dovrebbe consistere nell'accelerazione del processo anaerobico con conseguente incremento della produzione di biogas e metano. **L'estrusione** determina


ulteriori vantaggi all'interno di un digestore anaerobico, in quanto **favorisce la miscelazione delle biomasse e riduce la formazione della crosta superficiale**. Tali effetti derivano dal fatto che l'azione meccanica sul materiale aumenta la capacità delle biomasse di assorbire acqua. Questo si traduce




Figura 1. Coclee dell'estrusore in azione.



Figura 2. Biomassa prima e dopo il trattamento con estrusore.





**FINALMENTE
L'IMPIANTO
GIUSTO
PER ME
ALLEVATORE.**


Saremo presenti
alla FIERA
INTERNAZIONALE
DEL BOVINO DA
LATTE

**PAD. 2
Stand 546**
dal 22 al 25 ottobre
CREMONA

I piccoli impianti dalle grandi prestazioni per la produzione di energia da biogas.

ECOMAX®
B I O G A S
LINEA ROSSA

da 63 a 600 kW



Ecomax® LINEA ROSSA. I moduli di cogenerazione appositamente pensati per le aziende agro-zootecniche, alimentati da biogas prodotto da reflui animali, colture dedicate o sottoprodotti di origine biologica. Semplici da installare e gestire, affidabili ed efficienti nel lungo periodo, facilmente ammortizzabili (incentivi della durata di 20 anni). La migliore forma di integrazione al reddito per tutte le aziende della filiera agro-zootecnica.

www.gruppoab.com

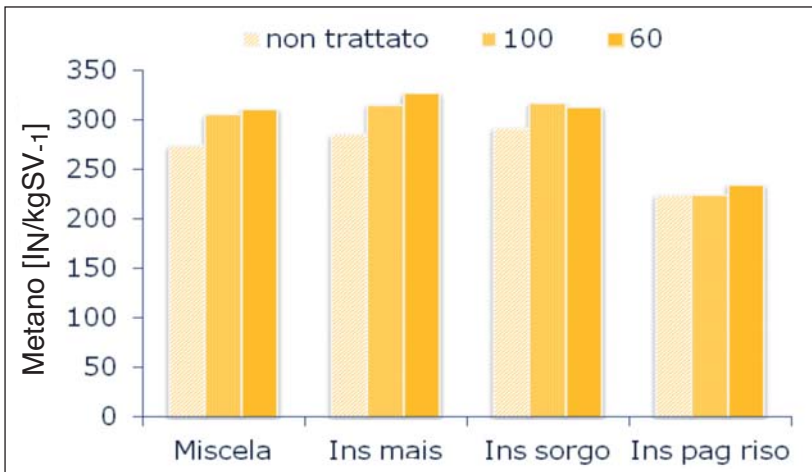


Figura 3. Produzioni medie di metano delle biomasse estruse a due livelli di intensità (60 e 100) e non estruse.

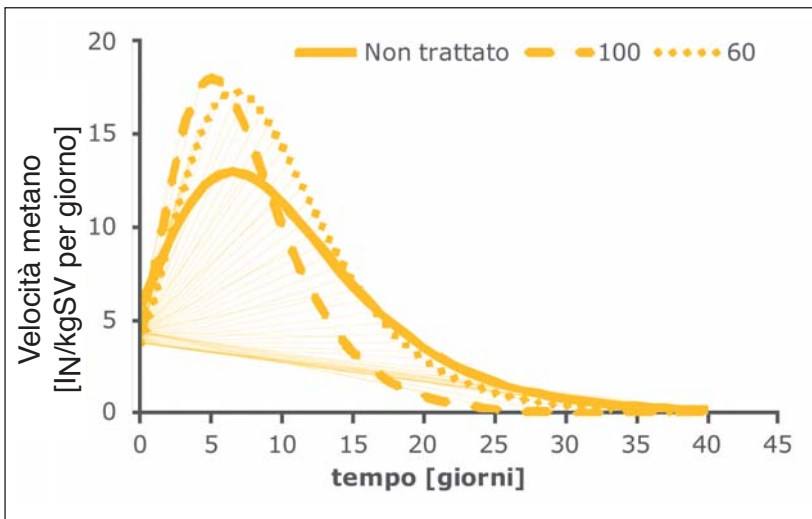


Figura 4. Velocità di produzione di metano per la paglia di riso non trattata e trattata con estrusore.



Per continuare a garantire un certo ricavo agli impianti di biogas, l'introduzione di biomasse meno nobili nella dieta degli impianti, come sottoprodotti agricoli e industriali, e il miglioramento della degradazione di tali biomasse, è di fatto ormai un obbligo.

in minore energia necessaria per il funzionamento del sistema di miscelazione e minore rischio di danneggiamento delle parti meccaniche, in quanto queste sono sottoposte a un sforzo minore.

Alcune componenti del Waste Management Group del DISAFA

dell'Università di Torino, hanno condotto, con la consulenza tecnica di BTS Biogas Srl/GmbH di Brunico (BZ), una serie di prove su scala reale, al fine di valutare l'efficacia dell'estrusione su alcune biomasse dedicate e sottoprodotti agricoli, in termini di incremento produttivo e consumi energetici. Per determinare le rese di biogas e di metano delle biomasse, prima e dopo l'estrusione, sono stati impiegati digestori anaerobici da 2 litri e le prove sono state condotte alla temperatura di 40°C. Le biomasse testate sono l'insilato di mais, l'insilato di sorgo e l'insilato di paglia di riso e una miscela di queste tre biomasse.

Pre-trattamento delle biomasse tramite estrusione

Le biomasse sono state prelevate presso un impianto di biogas del Piemonte. L'estrusione è stata eseguita sulle singole biomasse e su una miscela costituita dalle tre biomasse nel seguente rapporto percentuale espresso sul peso fresco: 53% di **insilato di mais**, 36% di **insilato di sorgo** e 11% di **insilato di paglia di riso**. L'estrusore utilizzato per il pre-trattamento è stato fornito da Lehmann Maschinenbau GmbH, Pöhl, Germany, ed è stato sviluppato e integrato da BTS Biogas

Non giocare d'azzardo... scegli prodotti efficaci e affidabili!

S.A.R.B., presente sul mercato italiano da oltre mezzo secolo, propone la sua gamma di prodotti affidabili.

- CALMANTI
- EDULCORANTI
- ANTIOSSIDANTI
- FARINA D'UOVO
- COCCIDIOSTATICI
- AMMONIA BINDER
- GROWTH PROMOTER
- CULTURE DI LIEVITO DIAMOND V

SARB+ SOCIETÀ di ALIMENTAZIONE e RICERCHE BIOLOGICHE a.r.l.
 Via Belfiore, 41 - 23900 LECCO - Tel 0341 287411 - fax 0341 284382
 www.sarb.it - e-mail: sarb@sarb.it

Tabella 1. Composizione chimica delle biomasse analizzate nello studio.

	pH	ST [%]	SV [% su ST]	Ceneri	Proteine	Grassi	Zuccheri	Amido	Emic	Cel	Lignina
Miscela	4,1	35.1	86.9	13.1	8.1	2.7	2.6	18.1	19.4	26.9	4.1
Insilato di mais	4,2	36.1	96.0	4.0	8.6	2.9	1.2	27.7	15.0	23.3	2.9
Insilato di sorgo	4,1	35.6	89.8	10.2	7.7	2.7	6.4	3.4	22.7	35.5	4.7
Insilato di paglia di riso	3,8	30.3	78.8	21.2	4.7	1.5	0.6	9.9	43.2	16.8	7.1

Srl/GmbH. In particolare, l'estrusore utilizzato è composto da due coclee controrotanti azionate da due motori con potenza nominale totale di 74kW (Figura 1). L'estrusore è installato nel sistema di alimentazione del digestore tra i due convogliatori che portano la biomassa dalla tramoggia alla prima vasca di digestione. L'utilizzo dell'estrusore è facoltativo. La biomassa viene caricata dall'alto e cadendo per gravità nello spazio dove si trovano le coclee viene estrusa e spinta orizzontalmente verso un foro di uscita, la cui dimensione può essere regolata in modo da controllare l'intensità del trattamento. Le prove sono state

condotte con due diverse regolazioni dell'apertura di uscita, nel primo caso l'apertura è stata lasciata completamente (100) aperta, nel secondo caso si è tenuta aperta solo al 60% (60).

Caratteristiche chimiche delle biomasse e potenziale produttivo di biogas e metano

Per tutte le biomasse utilizzate nel corso delle prove sono state effettuate le seguenti determinazioni: pH, solidi totali (ST), solidi volatili (SV), cellulosa, emicellulosa, lignina, proteine, grassi, amido e zuccheri. L'efficacia della bioestrazione, in

termini di produzione di biogas e di metano, è stata determinata in laboratorio introducendo le biomasse, tal quali e sottoposte a trattamento di estrusione (Figura 2) a due diversi livelli di intensità, in reattori batch.

Valutazioni energetiche

Per la valutazione energetica sono stati considerati entrambi i due livelli di intensità del trattamento (apertura dell'estrusore al 100% e al 60%). Durante le prove, l'assorbimento elettrico del motore dell'estrusore è risultato compreso fra 48A (quando le coclee giravano a vuoto) e 190A, quando operava su

biomasse molto fibrose (come la paglia di riso). La capacità di lavoro dell'estrusore, è risultata compresa tra 4,2 e 6,6 tonnellate per ora.

L'energia elettrica, ottenuta tramite co-generazione dal metano prodotto dalle biomasse estruse e non estruse, è stata calcolata (kWhel per tonnellata di peso fresco) considerando un rendimento elettrico del co-generatore pari al 40%.

Risultati ottenuti

In tabella 1 sono riportati i parametri chimici delle biomasse analizzate. La paglia di riso ha mostrato un valore di umidità piuttosto elevato, ma in linea con la raccolta della paglia in piedi avvenuta dopo trebbiatura con impiego di testata stripper. In questo modo la paglia mantiene un maggiore contenuto di acqua, che la rende maggiormente adatta alla conservazione tramite insilamento. Il contenuto di ce-



Corradi & Ghisolfi®

edilizia



Costruzioni agricole, civili, industriali

ecologia



Aspirazione di qualsiasi materiale

impianti



Realizzazione impianti chiavi in mano

Via Don Mario Bozzuffi 19, Corte de Frati (Cremona) | Tel. 0372. 93187 - Fax 0372. 930045 | info@corradiighisolfi.it | www.corradiighisolfi.it

neri, pari al 20%, pur essendo molto alto, è tipico per questo sottoprodotto agricolo, a causa del suo elevato contenuto di ossidi di silicio. I valori di proteine e grassi sono risultati molto simili nell'insilato di mais e nell'insilato di sorgo, al contrario, tali valori sono risultati decisamente inferiori nell'insilato di paglia di riso, così come anche la concentrazione di zuccheri. Nonostante il ridotto contenuto di zuccheri presenti nella paglia di riso, la qualità di tale insilato si è rivelata molto buona e la biomassa si è conservata in ottime condizioni. Il valore di pH determinato nella paglia di riso dopo insilamento era pari a 3,8, valore che conferma la buona riuscita del processo di insilamento.

Eemicellulosa e lignina hanno presentato valori elevati nella paglia di riso (43,2% e 7,1%, rispettivamente), mentre la cellulosa è stata riscontrata in percentuali maggiori soprattutto nell'insilato di sorgo (35,5%).

Come atteso, l'insilato di mais ha presentato il minore contenuto di composti ligno-cellulosici così come la miscela, costituita per oltre il 50% da insilato di mais. L'estrusione ha sempre migliorato la produzione di metano delle biomasse analizzate, con l'esclusione dell'insilato di paglia di riso (Figura 3).

I composti organici, contenuti nella paglia di riso, non facilmente digeribili durante la fermentazione anaerobica, non sono risultati più degradabili dai microrganismi per effetto del pre-trattamento. Inoltre, l'assenza di particelle di elevate



L'estrusione migliora la degradabilità di quelle biomasse caratterizzate dalla presenza di semi o parti di dimensioni maggiori che possono essere spezzate durante il processo.

dimensioni nella paglia di riso, come semi o parti di stocco, che al contrario si ritrovano nel mais, non ha favorito l'azione meccanica dell'estrusore. In questo studio la percentuale di sostanza organica degradata nella paglia di riso dopo la sua digestione anaerobica è stata pari al 58%, indipendentemente dall'azione dell'estrusore. Con le altre biomasse, invece, l'estrusione ha aumentato significativamente la resa di metano, ma nessuna differenza si è osservata tra i due livelli di intensità del pre-

Tabella 2. Valutazione energetica dell'estrusione eseguita sulle biomasse a due livelli diversi di intensità (apertura al fondo delle coclee completamente [100] e parzialmente aperta [60]).

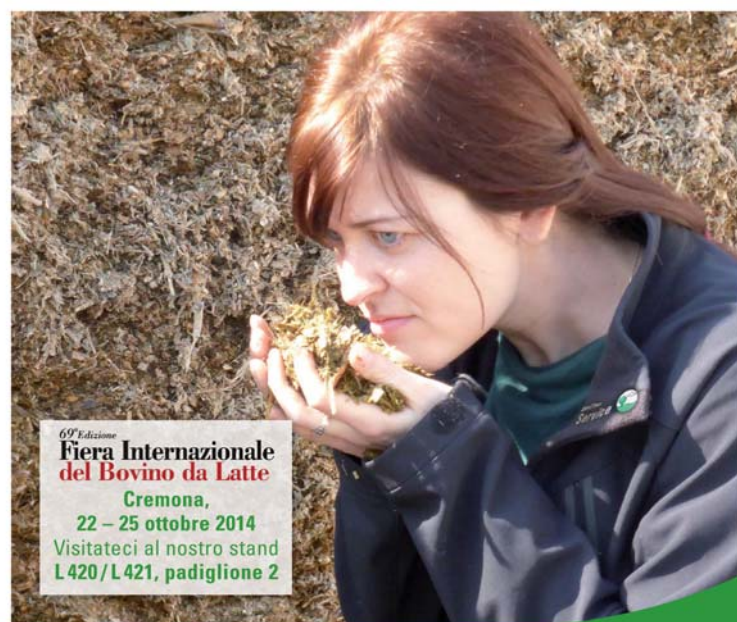
Campioni	Capacità di lavoro t·h ⁻¹	Energia input* kWh _{el} ·t ⁻¹ di peso fresco	Energia output**	Efficienza***
Miscela 100	5,2	12,0	66,5	5,5
Miscela 60	5,2	12,9	66,5	5,2
Insilato mais 100	6,6	9,2	74,3	8,0
Insilato mais 60	6,6	10,2	74,3	7,2
Insilato sorgo 100	6,2	11,7	33,4	2,9
Insilato sorgo 60	6,2	13,0	33,4	2,6
Insilato paglia riso 100	4,2	19,8	n.d.	n.d.
Insilato paglia riso 60	4,2	23,8	n.d.	n.d.

*Energia input: energia richiesta per l'estrusione delle biomasse.

**Energia output: aumento di energia calcolato come differenza tra l'energia prodotta dalle biomasse estruse e l'energia prodotta dalle biomasse non estruse.

***Efficienza: calcolata come rapporto tra l'energia output e l'energia input.

EnviTec Biogas 



La nostra **Assistenza biologica**,
garanzia per un'ottima resa del
vostro impianto.

EnviTec Biogas Service Italy s.r.l.
Tel. 045 8969813 – info@envitec-biogas.it – www.envitec-biogas.it

trattamento. La miscela estrusa ha prodotto circa il 12% in più rispetto allo stesso campione non estruso. Risultati molto simili sono stati ottenuti anche per l'insilato di mais, mentre l'insilato di sorgo ha mostrato un incremento produttivo inferiore, pari solo all'8%.

I dati ottenuti da questo studio sono comparabili a quelli ottenuti in studi simili condotti dall'Università di Aarhus in Danimarca.

Analizzando la velocità di produzione del metano, si è osservato che, **per tutte le biomasse inclusa la paglia di riso, si è ottenuta una rilevante accelerazione del processo produttivo** (Figura 4).

Tale miglioramento si è osservato per entrambi i livelli di intensità del trattamento, 60% e 100%. Pertanto, sebbene l'estrusione non sia stata in grado di aumentare la resa totale in metano della paglia di riso, essa ha comunque consentito di migliorarne la dige-

stione, accelerandone l'idrolisi e riducendo il tempo di degradazione di circa 4 giorni rispetto alla paglia di riso non estrusa.

Nel presente studio l'energia richiesta per l'estrusione di una tonnellata di biomassa è risultata compresa fra 9,2 e 23,8 kWh_el e strettamente correlata con la capacità di lavoro dell'estrusore ($R^2=0.8610$) (Tabella 2), quest'ultima è risultata fortemente influenzata dal contenuto di solidi totali delle biomasse e dalla loro fibrosità.

La richiesta di energia per l'estrusione è risultata essere correlata all'intensità del trattamento ed è aumentata quando è stato ridotto il diametro del foro di uscita del materiale dall'estrusore.

Dalle prove effettuate è emerso come **l'incremento di energia elettrica ottenuto con l'estrusione sia risultato massimo nel caso dell'insilato di mais** quando il foro di uscita dell'estrusore era completamente

aperto (con un aumento di 74,3 kWh_el·t⁻¹ contro i 9,2 kWh_el·t⁻¹ richiesti dal trattamento e con un rapporto energia ottenuta su energia immessa pari a 8,0). L'efficienza energetica dell'estrusione rispetto alla miscela è stata inferiore rispetto a quella ottenuta per l'insilato di mais, a causa della paglia di riso e dell'insilato in essa presente, che ha incrementato l'energia richiesta per il trattamento.

Poiché nessuna differenza si è evidenziata tra i due livelli di intensità del trattamento, si ritiene più adeguato l'uso dell'apertura completamente aperta, in ragione del fatto che implica un minore consumo di energia.

Conclusioni

La tecnica di pre-trattamento delle biomasse da inviare al digestore che prevede l'uso di un estrusore risulta essere sicuramente interessante in quanto in grado di migliorare la digeribilità

di alcune biomasse, grazie alla sua capacità di sfibrarle e rompere alcuni legami complessi tra composti organici.

In particolare, dalle prove effettuate sull'estrusore messo a punto dalla BTS Biogas Srl/GmbH di Brunico (BZ), è emerso che l'estrusione migliora la degradabilità di quelle biomasse caratterizzate dalla presenza di semi o parti di dimensioni maggiori che possono essere spezzate durante il processo.

Inoltre, esso è anche in grado di migliorare la digestione anaerobica di biomasse più recalcitranti, come la paglia di riso, accelerandone la velocità di produzione del metano. Da una prima valutazione energetica emerge un bilancio positivo, considerando anche la capacità dell'estrusione di migliorare la miscelazione delle biomasse nel digestore e ridurre la formazione di crosta superficiale. Ulteriori studi su questi vantaggi operativi sono attualmente in corso. •

EUCOmpact. Il rivoluzionario impianto biogas compatto



Dall'esperienza Schmack nasce EUCOmpact, il rivoluzionario sistema di impianto biogas completamente containerizzato. Grazie alla sua flessibilità, si adatta alle specifiche esigenze di ogni azienda, non soltanto per quel che riguarda le superfici disponibili, ma anche per le biomasse a disposizione.

I vantaggi in breve:

- Installazione semplice e avviamento rapido: è interamente allestito in fabbrica, testato in ogni sua componente e fornito già pronto per entrare in funzione
- Ridotta necessità di superficie
- Alimentazione flessibile
- Alta redditività e bassi costi di investimento e di alimentazione
- Disponibile nelle taglie da 50 a 100 kW

Schmack. Professionisti del biogas.

Schmack Biogas sarà presente a KeyEnergy 2014
Fiera di Rimini, 5-8 novembre
Padiglione D5, Stand 35

Schmack Biogas Srl
via Galileo Galilei 2/E
39100 Bolzano
Tel.: 0471/1955000
Fax: 0471/1955010
www.schmack-biogas.it

Schmack

VIEBANN Group