

Task 3.2: Produzione d'inoculi per digestori anaerobici

3.2.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)

Attualmente, nella realtà operativa degli impianti di biogas, si usano come inoculo nei reattori di digestione anaerobica effluenti zootecnici, digestato oppure fanghi di digestione da altri impianti, col criterio della facilità di reperimento, prima che di qualità (=potenziale metanigeno) dell'inoculo. Tecniche più diffuse di "bioaugmentation" (=apporto di agenti di accelerazione del processo biologico; Kovacs et al., 2013; <http://dx.doi.org/10.1155/2013/482653>) riguardano: i) strategie di arricchimento delle popolazioni microbiche all'interno dei reattori anaerobici, per esempio mediante ricircolo del digestato; ii) aggiunta di microorganismi specifici che accelerino l'idrolisi delle molecole complesse (prima fase della digestione anaerobica); iii) aggiunta di integratori, di natura minerale, organica o enzimatica.

Il CREA-SUI ha messo a punto una procedura innovativa ("patent pending") di produzione di inoculi per la digestione anaerobica. A differenza delle tecniche di bioaugmentation più diffuse, nella procedura sviluppata gli inoculi:

- sono mesofilici misti. Nessuna specie è selezionata preferenzialmente; i consorzi sono gli stessi che si trovano normalmente nei reattori anaerobici;
- la materia prima per la produzione di inoculi è costituita da effluenti zootecnici o da digestato, che sono materiali a costo basso o nullo. Non vengono quindi utilizzati substrati commercializzati specificamente per la coltivazione microbica;
- vengono prodotti con impianto ad hoc e possono essere commercializzati e utilizzati lontano dal luogo di produzione (quindi, non sono vincolati a uno specifico impianto di digestione anaerobica).
- La procedura consente di ottenere un prodotto di cui è possibile valutare il potenziale metanigeno (inoculi "di qualità").

Gli inoculi ottenuti mediante la procedura possono essere utilizzati in via ordinaria per ridurre il tempo di ritenzione idraulica con aumento complessivo delle rese di biogas oppure, in via straordinaria, per la fase di avvio di impianti nuovi o per contrastare rallentamenti d'attività dovuti a cause diverse. La procedura consente di abbattere notevolmente (anche a un decimo) i tempi di avvio della digestione in caso di utilizzo nella fase di start-up di un impianto nuovo, con minore movimentazione di materiali d'inoculo; consente di utilizzare digestori di volume inferiore o di aumentare la quantità di substrato digeribile, per un volume dato del digestore, in caso di apporto d'inoculo continuativo a intervalli regolari nel digestore anaerobico.

Valenza economica: Esiste un grande interesse del mercato, italiano ed estero, per tutte le biotecnologie che consentano di aumentare la velocità di produzione e le rese di biogas. Il vantaggio economico dell'uso di inoculi è nella maggiore produzione di biogas associata alla riduzione dei tempi di ritenzione idraulica oppure all'aumento di solidi volatili digeriti, a parità di tempo di ritenzione idraulica. La procedura proposta mira a coprire le esigenze di un mercato in fase iniziale di sviluppo, quindi con grandi potenzialità. Data la necessità di liquami come materia prima la procedura può essere adottata e l'impianto realizzato specialmente in zone geografiche di allevamenti intensivi.

Valenza sociale: la diffusione della tecnologia proposta, che usa reflui zootecnici (scarti) come materia prima, contribuisce alla protezione del reddito degli allevatori perché consente loro di valorizzare gli effluenti zootecnici (materiali di scarto) per la produzione di energia, con miglioramento delle rese di biogas. L'aumento di occupazione che può conseguire allo sviluppo di questa attività produttiva può ugualmente migliorare il benessere del territorio rurale.

3.2.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)

Task leader:

Rosa Marchetti - UO CREA-SUI, Ricercatore di II livello, si è occupata di:

- dalla laurea fino al 1991: microbiologia della fermentazione alcolica e degli alimenti, (presso l'Istituto d'Industrie Agrarie, poi Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare, dell'Università degli Studi di Bologna);
- dal 1992 al 2007: utilizzo agronomico e impatto ambientale degli effluenti zootecnici (presso l'ex Istituto Sperimentale Agronomico, Sezione Operativa Periferica di Modena e successivamente presso l'Istituto Sperimentale per il Tabacco, SoP di Bovolone, Verona);
- dal 2008 a oggi: gestione degli effluenti zootecnici con particolare riguardo alla loro valorizzazione in digestione anaerobica (presso il Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Unità di ricerca per la suinicoltura, San Cesario Sul Panaro, Modena).

Progetti:

- Sostenibilità della filiera agroalimentare (SO.FI.A.), Cluster AgriFood; a finanziamento MIUR; 2013-2015). Responsabile di sub-unità CREA-SUI, nell'ambito dell'O.R. 4 Recupero di sottoprodotti e biomolecole dall'industria casearia: Ottimizzazione delle condizioni di processo e dei substrati (scotta/permeato di scotta e liquame suino/liquame bovino) per la produzione di CH₄ e H₂ in sistema a doppio stadio in continuo.
- Idrogeno e metano da effluenti di allevamento (MAREA), progetto strategico Sviluppo di modelli zootecnici ai fini della sostenibilità, a finanziamento MiPAAF (2010-2014): Responsabile di Unità Operativa;
- Collezione di microorganismi ARCHAEA e d'interesse agroenergetico (COLMAR), progetto Collezioni E A-OR, a finanziamento MiPAAF (2011-2014): Responsabile di Unità Operativa.

Brevetti:

- Co-inventore di "*Procedimento e impianto per la produzione di idrogeno e metano da effluenti zootecnici*" (Domanda di brevetto nazionale per invenzioni industriali, stato: in lavorazione; Referente brevetto: Riccardo Aleandri)
- Co-inventore di "*Impianto e metodo di ottenimento di inoculi microbici metanigeni*" (Domanda di brevetto nazionale per invenzioni industriali; stato: in lavorazione; Referente brevetto: Rosa Marchetti)

Partecipanti:

Valerio Faeti - UO CREA-SUI, ricercatore III livello, ha collaborato con Marchetti alle attività del progetto SOS-ZOOT. Ha competenze agronomiche ed è responsabile della gestione delle aziende sperimentali dell'Unità di ricerca SUI.

Anna Orsi - UO CREA-SUI collaboratore tecnico IV livello, chimico analista con esperienza pluridecennale in analisi di caratterizzazione - con metodi di chimica classica e strumentale - di matrici diverse, con particolare riguardo agli effluenti zootecnici. Coinvolta in tutti i progetti CREA-SUI che richiedano supporto di analisi di laboratorio.

Gianni Marchetto - UO CREA-SUI, collaboratore tecnico esperto in analisi statistica dei dati.

Pubblicazioni

- Cianchetta S, Di Maggio B, Vasmarà C, Marchetti R, Burzi PL, Galletti S, 2014. Funghi lignicoli per il trattamento di biomasse lignocellulosiche a fini energetici. *Micologia Italiana*, 1-3, 99-107.

- Marchetti R, Della Casa G, Aleandri R, Vasmara C, 2013. La collezione di microorganismi d'interesse agro-energetico. Conservazione biodiversità, gestione banche dati e miglioramento genetico. Biodati (D'Andrea ed.). 667-672.
- Marchetti R, Vasmara C, Ponzoni G, Sghedoni L, Aleandri R, 2013. Effect of glycerol concentration and pH level on biological hydrogen and methane production. Proceedings RAMIRAN 2013, 15th International Conference, Versailles, France.
- Vasmara C, Florio G, Borin M, Sghedoni L, Marchetti R, 2013. Potential for methane production from wetland biomass. Proceedings SWS 2013 European Chapter Meeting International Conference "Wetland systems: ecology, functioning and management", Padova, 1-4 settembre, 121-122.
- Vasmara C, Marchetti R, Orsi A, Faeti V, Aleandri R, 2013. Biological production of methane and hydrogen from pig slurry and scotta. RAMIRAN 2013 15th International conference Versailles.

3.2.3 Obiettivi della task

Progettazione e realizzazione di un prototipo per la produzione di inoculi microbici misti utilizzabili in qualsivoglia impianto di biogas di tipo CSTR che lavori in mesofilia.

In particolare si vuole:

3.2.1: valutare la realizzabilità di una soluzione impiantistica adatta a essere commercializzata ad allevatori, produttori di biogas, che vogliono produrre gli inoculi in azienda. Il prototipo rappresenta una configurazione essenziale di impianto, per un volume complessivo di inoculo lavorato dell'ordine di grandezza di 2 metri cubi. Il sistema lavora in semicontinuo in quanto le prime fasi della produzione sono realizzate in continuo mentre la raccolta dell'inoculo richiede l'arresto del processo. Il vantaggio del sistema in semicontinuo, rispetto a una soluzione in batch (comunque possibile) è rappresentato dalla possibilità di produrre volumi superiori di inoculo, nell'unità di tempo.

3.2.2: individuare la metodologia più idonea alla conservazione e distribuzione commerciale dell'inoculo, nel caso in cui esso venga prodotto su larga scala da un'azienda di servizi per la distribuzione ad aziende agricole o agro-zootecniche dotate di impianti di biogas.

3.2.3: arrivare a una chiara definizione, in termini parametrici, di qualità dell'inoculo.

3.2.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task

3.2.1: Prove di ottimizzazione delle condizioni di processo in condizioni controllate: esame dell'effetto di fattori compositivi della materia prima e ambientali, influenti sulla qualità finale dell'inoculo; comportamento dell'inoculo in relazione a substrati e a condizioni di digestione differenziati. Tutte queste valutazioni avverranno a scala di laboratorio e includeranno la caratterizzazione delle materie prime, del gas e dei digestati con metodi analitici classici e strumentali.

3.2.2: Progettazione del prototipo: predisposizione schema impianto; simulazione del funzionamento *in silico*, con associata stima del potenziale di produzione e di mercato dell'impianto in versione commerciale.

3.2.3: Realizzazione del prototipo: assemblaggio, collegamenti idraulici, prove in manuale; eventualmente: collegamenti elettronici, prove in automatico. I test sul prototipo riguarderanno principalmente la funzionalità dell'impianto.

3.2.4: Collaudo, avvio e produzione di inoculi. I test di qualità degli inoculi e di conservazione e confezionamento degli stessi potranno avvalersi di sistemi di produzione in parallelo, *in batch*, che lavorino volumi analoghi o superiori a quelli gestiti dal prototipo.

3.2.5: Verifica dei risultati, eventuali adeguamenti, definizione della qualità degli inoculi.

3.2.6: Tecniche di manipolazione (per miglioramento qualità), confezionamento e stabilizzazione per la conservazione e la commercializzazione degli inoculi. Stima del tempo di vita e dei fattori influenti.

In fase di progettazione del sistema e di automazione dei movimenti di fluido si intende appoggiarsi alle competenze del laboratorio CREA-ING di Treviglio. L'attività di realizzazione degli automatismi potrà essere commissionata a una ditta del settore dell'elettronica.

La realizzazione del prototipo richiederà l'acquisto di materiali di consumo (serbatoi, ferramenta, materiale idraulico ed elettrico), e potrà prevedere interventi da parte idraulici, elettricisti, impiantisti ecc nonché il noleggio di un decanter. È necessario inoltre attrezzare l'HPLC in dotazione alla Struttura con un detector rifrattometrico per il monitoraggio della dinamica di degradazione di componenti zuccherine dei substrati di digestione anaerobica.

3.2.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.3.2.1: Output dell'attività 1: Report sui risultati delle prove di ottimizzazione dei fattori di processo in laboratorio.

D.3.2.2: Output dell'attività 2: Progetto di prototipo.

D.3.2.3: Output dell'attività 3: Prototipo assemblato; convegno divulgativo.

D.3.2.4: Output dell'attività 4: Prototipo funzionante; report dei risultati delle prove di collaudo, avvio e produzione.

D.3.2.5: Output dell'attività 5: Inoculi per digestione anaerobica; protocollo per l'ottenimento di inoculi di qualità; giornata dimostrativa; report sulle caratteristiche dell'inoculo di qualità.

D.3.2.6: Output dell'attività 6: Report dei risultati relativi alle tecniche di gestione degli inoculi per la commercializzazione.

3.2.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Prove di ottimizzazione delle condizioni di processo	D.3.2.1
	2	Idem	D.3.2.1
	3	Progettazione del prototipo	D.3.2.2
	4	Idem	D.3.2.2
	5	Divulgazione	D.3.2.2
	6	Realizzazione del prototipo	D.3.2.3
	7	Idem	D.3.2.3
	8	Collaudo e avvio	D.3.2.4
	9	Idem	D.3.2.4
	10	Verifica dei risultati e definizione di qualità	D.3.2.5
	11	Idem	D.3.2.5
	12	Divulgazione	D.3.2.5
	13	Tecniche di confezionamento	D.3.2.6
	14	Idem	D.3.2.6
	15		D.3.2.6

3.2.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive

3.2.1 - Conoscenza dei fattori influenti sulla qualità degli inoculi

3.2.1 - Procedura ottimizzata per la produzione di inoculi

3.2.3 - Impianto pilota in grado di produrre inoculi

3.2.4 - Protocollo per la definizione della qualità degli inoculi

I punti critici da affrontare per la realizzazione dell'impianto riguardano in particolare:

- La disponibilità di contenitori modulari dotati di requisiti specifici
- L'automazione dei trasferimenti di liquido nel sistema
- Alcune fasi della gestione del prodotto (inoculo)

Qualora non fossero reperibili in commercio moduli con determinati requisiti dimensionali e di forma, o qualora non fosse economicamente sostenibile la spesa per l'adeguamento di moduli in commercio secondo tali requisiti, sarà necessario adeguare lo schema progettuale all'esistente.

3.2.8 Piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati

3.2.1 – convegno divulgativo (secondo anno): con l'obiettivo di far conoscere la nuova tecnologia ai portatori d'interesse (potenziali acquirenti del know-how e utenti finali);

3.2.2 – giornata dimostrativa (quarto anno): con lo stesso obiettivo, supportato dalla presenza di un impianto funzionante e dalla distribuzione di brochures informative (su progetto e impianto);

3.2.3 – presentazione dei risultati a manifestazioni di settore (fiere o convegni), italiane (ad es.: Fiera ECOMONDO di Rimini) e internazionali (ad es.: IBBK Conference, Stuttgart).

3.2.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione

Tabella 3.2.9.1: Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

Tabella 3.2.9.2: Richiesta complessiva di finanziamento per la task.