



BIO-IDROGENO, BIOGAS E COMPONENTI DI PREGIO DA SIERO DI LATTE

La tematica

In Lombardia si concentra la più elevata produzione di formaggi DOP e Grana Padano; il siero di latte, principale sottoprodotto dell'industria casearia, benchè ricco di elementi valorizzabili, viene spesso smaltito, costituendo una criticità per questo settore economico. Le possibili modalità di valorizzazione di tale matrice sono il recupero delle componenti di pregio (sieroproteine, substrati per l'industria farmaceutica, ecc) o la valorizzazione energetica (digestione anaerobica).

Nel progetto di ricerca ECO-SI -Energia e COmponenti di pregio da Siero di latte- (Progetto ID 30116895 Bando Regione Lombardia/MIUR n.7128 del 29/07/2011) è stato messo a punto uno schema di processo a livello prototipale che consente il massimo recupero delle siero proteine e la valorizzazione energetica del lattosio a bioidrogeno e biometano.

A valle della separazione e concentrazione delle sieroproteine con membrane, vi è un primo stadio di dark fermentation (DF) ed un secondo stadio di digestione anaerobica (DA), per la produzione di bioCH₄ a partire dai residui della DF (acidi grassi volatili). Questo ultimo rettore, ad alto carico, opera come bioreattore anaerobico a membrana (AnMBR) in configurazione tubolare esterna, per ottenere la massima depurazione possibile ai fini di un possibile riutilizzo nel caseificio dell'effluente.

L'impianto pilota è installato presso il caseificio PLAC (Persico d'Osimo, Cremona), uno dei partner del progetto, coordinato da SEAM Eng. Gli altri partner sono l'Istituto di Microbiologica dell'Università Cattolica di Piacenza (Prof. Cappa), INT srl, SEPPA srl, SIMAR srl.

Attività di ricerca relative alla DF sono svolte anche a scala laboratorio, presso il Laboratorio "A.Rozzi" e il Laboratorio LIA del DICA, allo scopo di ottimizzare le condizioni operative di lavoro, sempre in continuo, valutare efficacia e limiti di impiego di colture batteriche selezionate.

Referenti: Francesca Malpei, Tugui Yuan, Caterina Grilli, Micol Bellucci

Obiettivi:

Ottimizzazione del processo doppio stadio DF + DA, al fine di garantire la stabilità del processo e massimizzare la produzione di idrogeno.

Messa a punto di metodi di screening di breve durata o in batch (BHP), dell'effetto di date condizioni operative (°T, concentrazione, apporti macro e micronutrienti) basati su misure manometriche.

Studio e ottimizzazione della fluidodinamica dei reattori.

Studio e minimizzazione del fouling di membrana sul digestore AnMBR, mediante analisi del flusso specifico e critico, contenuto di proteine e carboidrati in SMP (Soluble Microbial Products) ed EPS (Extracellular Polymeric Substances).

Strumentazione:

Impianto prototipale a due stadi DF+DA costituito da tre reattori: il primo di stoccaggio dell'alimento a 70°C ($V=2\text{m}^3$) il secondo dove avviene la dark fermentation ($V=3\text{m}^3$) ed il terzo di digestione anaerobica ($V=4\text{m}^3$) dotato di membrana in configurazione esterna. L'impianto è alimentato in continuo e dotato di strumentazione che misura T, pH e conducibilità nel primo reattore, T, pH e potenziale redox nel secondo e nel terzo. La misura della portata del gas prodotto avviene in linea, quella della pressione monte e valle della membrana e del flusso di permeato durante le fasi di permeazione avviene in continuo e permette di monitorarne lo sporcamento.

A scala di laboratorio è installato un bioreattore CSTR ($V = 3$ litri) con misura in linea di portata del biogas, controllo di pH e temperatura.

Risultati:

A scala pilota la sperimentazione ha dato buoni risultati per quanto riguarda la percentuale di idrogeno prodotto dal reattore di dark fermentation (fino al 28 % nel migliore dei casi) in concomitanza con le massime rimozioni del COD attese (20-25%); le prestazioni del reattore sono risultate però abbastanza instabili per tutta la durata (1 anno) sperimentale del progetto ECO-Si.

I rendimenti di rimozione del COD ottenuti dal bioreattore a membrana alimentato con l'effluente della DF hanno raggiunto valori superiori al 99% quando le condizioni operative erano stabili, comunque caratterizzate da OLR inferiori a quelle di progetto (0,01-0,2 gCOD/gSSV/d); operando con concentrazioni di SST tra gli 11 e i 20 gSST/L non si sono manifestati significativi aumenti del fouling di membrana.

E' previsto il riavvio a breve (settembre 2016) dell'impianto.

A scala di laboratorio l'impianto pilota è stato utilizzato per valutare la produzione di idrogeno a valle di pretrattamento termico dell'inoculo, in due diverse configurazioni: MBR (SRT 6,5 giorni) e CSTR (HRT 24 ore). Durante la prima fase non è stata osservata produzione di metano, ma utilizzando tale tempo di residenza cellulare non si è in grado di prevenire la crescita di batteri competitori, appartenenti alle specie *Bifidobacterium* spp., batteri lattici e *Enterobacteriaceae* spp., lattosio-consumatori. Anche con la configurazione CSTR non è stata osservata produzione di metano; il gas prodotto contiene in media 32% H_2 e 68% di CO_2 . La sperimentazione è ancora in corso.

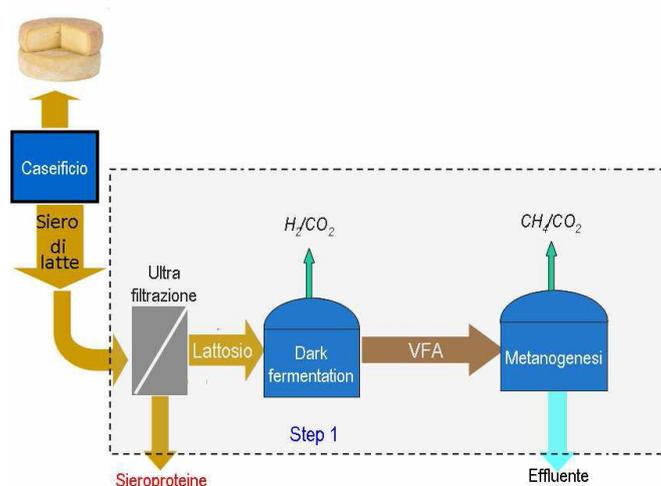


Figura 1: Filiera di valorizzazione del siero di latte implementata dal progetto ECO-SI

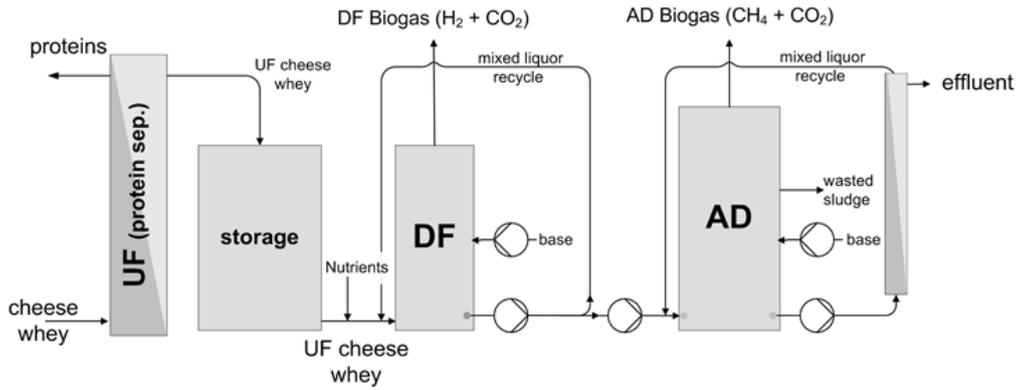


Figura 2: Schema dell'impianto pilota realizzato presso PLAC



Figura 3: Il bioreattore anaerobico a membrana (membrana in configurazione esterna)

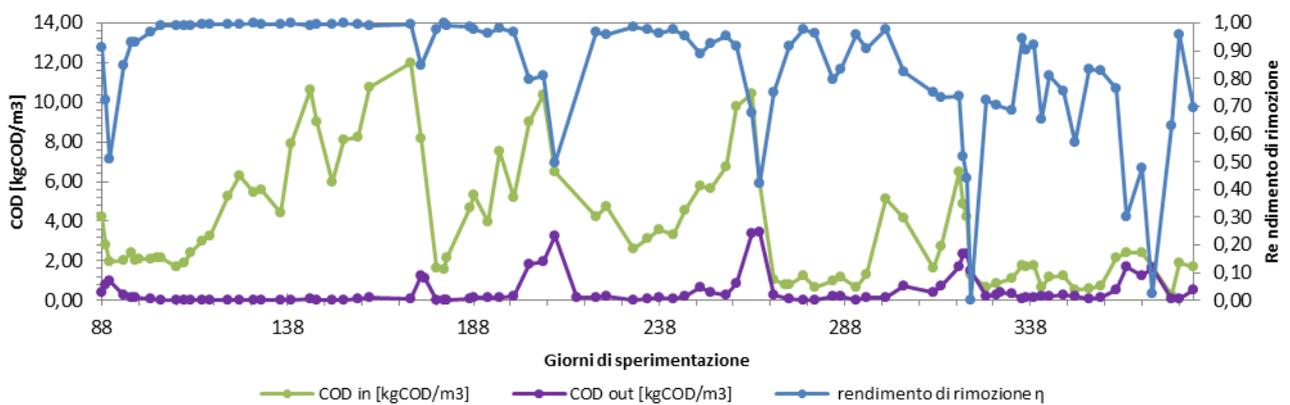


Figura 4: Rimozione del COD: confronto tra ingresso (IN) e uscita (OUT) dal bioreattore anaerobico a membrana

Pubblicazioni

Teli A. , Ficara E., Malpei F. (2013) Bio-hydrogen production from cheese whey by dark fermentation. GITISA Young Conference, Sardinia 2013 – XIV International Waste Management and Sanitary Landfilling Symposium, 30 settembre – 4 ottobre 2013, Santa Margherita di Pula (CA)

Teli A. , Ficara E., Malpei F. (2014) Bio-Hydrogen Production from Cheese Whey by Dark Fermentation. Chemical Engineering Transaction, 37 (

Teli A., Corbellini V., Malpei F. (2014) MBR anaerobici: stato dell'arte, applicazioni impiantistiche ed esperienze sperimentali. (2014)

A. Teli, C.Grilli, R. Vismara, F. Malpei "Trattamento anaerobico a due stadi (DF + DA) di siero ultrafiltrato: prestazioni del bioreattore anaerobico a membrana". SIDISA 2016 X International Symposium on Sanitary and Environmental Engineering, Rome 19-23 June 2016. Book of Abstract ISBN 978-88-496-391-1, 477-478.

A.Teli, T. Yuan, D. Sacchi, S. Ferrari, F. Cappa, R.F. Vismara, F. Malpei (2016). Are Anaerobic MBRs a good option for Bio-Hydrogen production by Dark Fermentation from cheese whey? 3rd IWA Specialized international conference "Ecotechnologies for wastewater treatment"