

PRODUZIONE SEQUENZIALE DI IDROGENO E METANO DALLA FRAZIONE ORGANICA DI RSU

M.C. Lavagnolo, L. Alibardi, L. Danieli *

Sommario – La frazione organica putrescibile dei rifiuti solidi urbani (FOP) è stata utilizzata in test di produzione sequenziale di idrogeno e metano in un impianto a doppio stadio in scala di laboratorio. Il primo stadio è stato messo a punto per la produzione di idrogeno attraverso *dark fermentation*. A valle della fermentazione, il secondo stadio prosegue con il processo di digestione anaerobica per la produzione di metano. Le prove sono state condotte in reattori batch in cui la concentrazione di substrato è stata mantenuta costante, pari a 5 gSV/l. Come inoculo è stata utilizzato fango granulare pretrattato termicamente. Nella *dark fermentation* sono stati investigati gli effetti di diversi rapporti substrato su biomassa (S/B) pari a 0,5; 1; 2; 4 e 6 gSV/gSV e tre diversi pH iniziali: 5,5; 7 e 9). I risultati mostrano che un aumento del rapporto S/B porta a maggiori produzioni di idrogeno, mentre a pH iniziali più elevati corrispondono più elevate velocità di produzione. Nel secondo stadio si sono ottenute buone rese di produzione di metano, in linea con quanto presente in letteratura. L'estrazione dell'idrogeno durante la *dark fermentation*, ha portato ad una più veloce produzione di metano nel secondo stadio rispetto ad un processo monostadio. Nel complesso il processo doppio stadio si è dimostrato vantaggioso rispetto alla biometanazione monostadio in quanto permette di raggiungere produzioni di biogas maggiori in tempi minori, vantaggio apprezzabile sia per quanto riguarda la stabilizzazione della sostanza organica, sia la resa energetica.

SEQUENTIAL PRODUCTION OF HYDROGEN AND METHANE FROM THE ORGANIC FRACTION OF SOLID WASTES

Summary – The organic fraction of municipal solid waste was used in the test production of hydrogen and methane in a double step lab scale plant. The first step was set up to produce hydrogen by *dark fermentation* and the second to produce methane by anaerobic methanogenic process. Experiments were performed in batch tests at a concentration of 5 g volatile substance (VS) per litre, varying the Food on Microorganism ratio (F/M = 0.5; 1; 2; 4; 6 gVS/gVS) and conditioning initial pH (5.5; 7; 9). Inoculated biomass was a granular sludge thermally pre-treated. The results showed that hydrogen production was enhanced increasing the food vs microorganism ratio, while higher initial pH increase the hydrogen production rate. The methane production in the second step was not influenced by the initial pH and S/B of the first step, but the double phase process was therefore demonstrated to enhance methane production, shortening the process time and stabilizing the process.

Parole chiave: idrogeno, metano, digestione anaerobica, biomassa, rifiuti.

Keywords: hydrogen, methane, anaerobic digestion, biomass, waste.

* Prof. ing. Maria Cristina Lavagnolo, ing. Luca Alibardi, ing. Luciano Danieli; IMAGE, Dipartimento di Ingegneria Idraulica Marittima Ambientale e GEotecnica, Università di Padova – Lungargine Rovetta 8, 35100 – Tel. 0498278986, Fax 0498278984, e-mail: mariacristina.lavagnolo@unipd.it.

1. INTRODUZIONE

La produzione di bio-idrogeno dalla fermentazione dei rifiuti organici è un'interessante opportunità per ottenere idrogeno in modo ambientalmente sostenibile e a basso costo.

È noto come l'idrogeno sia una fonte di energia importante, effettivamente pulita e costituisca, come l'energia elettrica, un vettore energetico. Il ramo dell'ingegneria ambientale che si occupa della gestione dei rifiuti organici gioca oggi un ruolo chiave anche nel campo dell'approvvigionamento energetico. La produzione biologica di idrogeno da rifiuti può essere considerata come il sistema di approvvigionamento energetico più ambientalmente sostenibile.

Il processo di digestione in doppio stadio mira al massimo sfruttamento dell'energia ricavabile dalla sostanza organica (idrogeno e metano) e alla stabilizzazione completa del rifiuto trattato. Infatti il residuo proveniente dalla sola fermentazione per la produzione di idrogeno non è ancora biologicamente stabile. La successiva biometanazione risulta necessaria per il completamento del trattamento.

Numerosi test sono stati condotti sulla fattibilità di tale processo, utilizzando varie tipologie di rifiuto. In Tabella 1 sono riportati valori di produzione di idrogeno e metano da processo doppio stadio da diversi substrati.

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di investigare l'effetto del pH iniziale e del rapporto substrato su biomassa (S/B) sulla produzione di idrogeno nella fase fermentativa e di capire come il primo stadio influenzi la successiva biometanazione.

Tab. 1 – Produzione di idrogeno e metano da vari substrati secondo diversi autori

Substrato	Produzione di idrogeno	Produzione di metano	Autore
Rifiuti solidi urbani	43 ml H ₂ /g VS	500 ml CH ₄ /g VS	Liu <i>et al.</i> , 2006
Scarti delle patate	31 ml H ₂ /g VS	387 ml CH ₄ /g VS	Zhu <i>et al.</i> , 2007
Residui di sorgo zuccherino	44 ml H ₂ /g VS	256 ml CH ₄ /g VS	Giordano <i>et al.</i> , 2007
FOP	90 ml H ₂ /g VS	560 ml CH ₄ /g VS	Wang <i>et al.</i> , 2007
FOP	8-92 ml H ₂ /g VS	490-568 ml CH ₄ /g VS	Alibardi <i>et al.</i> , 2008
Grano duro	145 ml H ₂ /g VS	460 ml CH ₄ /g VS	Cantù, 2007
Scarti delle patate	200 ml H ₂ /g VS	158 ml CH ₄ /g VS	Xie <i>et al.</i> , 2007
Mais	190 ml H ₂ /g VS	510 ml CH ₄ /g VS	Alibardi <i>et al.</i> , 2008
Crusca	100 ml H ₂ /g VS	441 ml CH ₄ /g VS	Alibardi <i>et al.</i> , 2008