

嫌気性発酵細菌によるサッカロースからの水素生産

東北大学工学部 O沈 建権, 李 玉友, 野池 達也

1. はじめに

本研究は嫌気性発酵細菌による水素生成能を把握することを目的として、水素発酵における基質消費と代謝産物の生成に及ぼすHRTの影響について連続実験を行い、検討を加えた。

2. 実験方法

種汚泥は、水素爆発事故を引き起こした大豆試料から採取したものを溶解性サッカロース(11.115g/l)を嫌気性ケモスタット型反応槽に連続的に投入して、35℃及びHRT1日の条件で馴養したものを用いた。反応槽は硬質塩化ビニル製円筒型反応器で、連続的に基質を流入、反応させる嫌気性ケモスタット方式である。反応槽内の温度を一定に保ために、ヒーターと温度調節器を用いて各反応槽の温度を35℃にコントロールした。HRTをそれぞれ3.0、4.0、4.8、6.0、8.0、12.0、24.0hoursに設定し、約4ヶ月間連続運転を行なった。

3. 実験結果及び考察

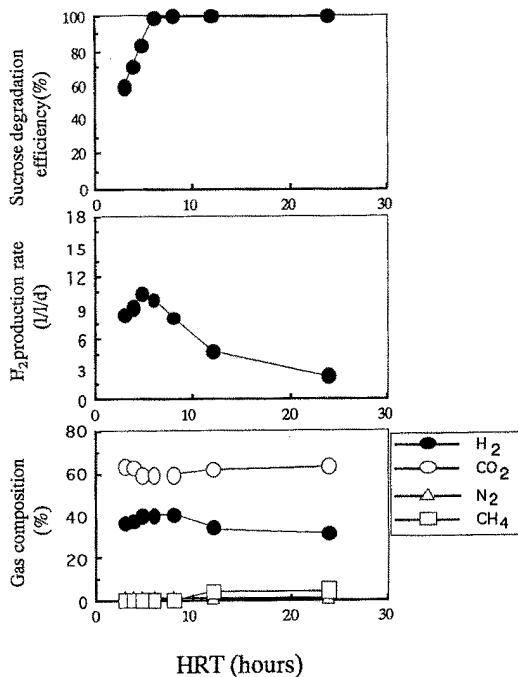


Fig. 1 Effect of HRT on Sucrose degradation efficiency, H_2 production rate and gas composition

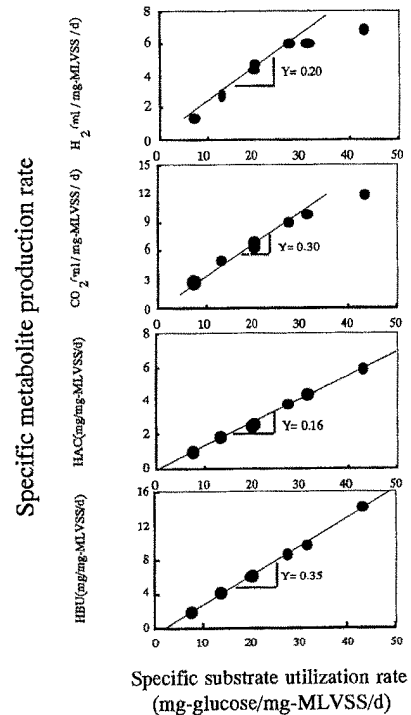
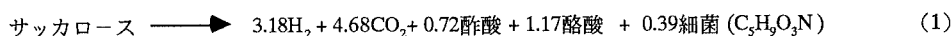
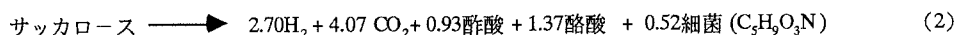


Fig. 2 The relationship between specific substrate utilization rate and specific metabolite production rate

Fig.1に各HRT条件におけるサッカロースの分解率、水素ガス生成速度およびガス組成を示す。サッカロースの分解率は、HRTが長くなるにつれて、高くなり、HRTが6.0hours以上になると、ほぼ100%の分解率が得られた。その時の代謝産物の生成を化学反応式で表すと（1）式になる。各HRT条件における水素ガス生成速度は、HRTが4.8hours時、水素ガス生成速度が最も高いことが分かった。各HRT条件におけるガス組成は、二酸化炭素と水素以外のガスがあまり生成しなかった。生成したガス中の水素および二酸化炭素の含有率はそれぞれ40%および60%であった。また、ガス組成から見ると、HRTが12.0hours以上になると、CH₄ガスが少し検出された。その場合、水素ガスの割合が少し減少した。従って、ガス組成とサッカロースの分解率から見ると、水素生成のためにはHRTは6.0hoursと8.0hoursでよいことが分かった。



サッカロースの水素発酵の生物化学反応式を求めるために、比基質消費速度と代謝産物の比生成速度の関係をまとめて、Fig.2を示す。Fig.2により各代謝産物の収率係数が得ることができた。各代謝産物の収率係数からサッカロースの水素発酵の生物化学反応式を求めると（2）式になる。



サッカロースからの水素発酵における物質の流れを検討するために、流入CODを100%として流出をサッカロースと代謝産物で回収して、COD物質収支を計算した。その結果をTable 1 にまとめた。HRT8hの条件において流入CODの約13%が水素ガスになった。また、COD物質収支から見ると、酢酸および酪酸は重要な代謝産物であり、それぞれ12%および48%に達した。

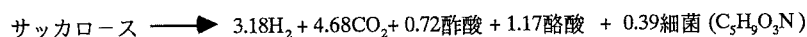
Table 1 COD mass balance at various HRTs (%)

HRT (hours)	Influent COD(%)	Effluent COD (%)								Recovery (%)
		Sucrose	Acetate	Propionate	Butyrate	N-HCA	MLVSS	CH ₄	H ₂	
3.0	100	41.18	7.64	1.78	31.20	0.00	11.90	0.00	5.27	98.97
4.0	100	29.56	9.31	2.26	35.31	0.00	14.72	0.00	7.53	98.69
4.8	100	16.47	10.77	0.91	42.31	0.00	16.61	0.00	10.37	97.44
6.0	100	0.49	11.66	1.78	47.91	0.00	21.76	0.00	12.36	95.96
8.0	100	0.22	12.04	2.02	48.45	0.00	16.29	0.00	13.22	92.24
12.0	100	0.12	12.89	3.31	48.42	1.34	16.22	5.18	11.63	99.11
24.0	100	0.12	12.09	3.01	40.28	12.25	14.50	6.29	10.65	99.19

4.結論

(1) HRT6.0hours以上になるとサッカロースの分解率が99%以上の高い値が得られた。

HRT6.0hoursになると水素ガスの最大収率は3.18 mol H₂ · mol⁻¹ sucroseである。その時の反応式が得られた。



(2) 3.0hoursから24.0hoursまでのHRT条件においてガス組成は二酸化炭素が約60%で、水素が約40%であった。

(3) 動力学的解析によれば各HRT条件におけるサッカロースの水素発酵は次の生物化学反応式で表せる。

