

생물공정의 측정 및 새로운 공정변수의 개발

허 원

강원대학교 공과대학 환경·생물공학부(생물공학전공)

전화 (0361) 250-6276, FAX (0361) 243-6350

Abstract

생물공정의 운전에 있어서 적절한 공정변수가 부족한 경우가 많다. 이것은 멸균과정을 견딜 수 있는 신뢰성 높은 센서가 부족하기 때문이다[1]. 생물공정에 주로 사용되는 센서로서는 온도, pH, D.O., rpm, viscosity 등이 있으나 이 센서들은 배양액의 물리적 혹은 화학적 상태를 측정할 수 있는 경우가 대부분이다[2]. 미생물의 대사활동과 관련이 있는 공정 변수로는 배출가스의 성분을 측정하여 얻을 수 있는 Oxygen uptake rate, Carbon dioxide evolution rate 및 Respiratory quotient가 있으며 현재 생물공정의 운전에 사용되고 있다[3]. 그러나 반복적인 센서의 보정과 연결관의 잦은 청소 및 보수를 필요로 하여 제한적으로 사용되고 있는 실정이다. 자동화된 습식분석장치, Gas chromatograph, High Performace Liquid Chromatograph 혹은 Mass spectrophotometry 등을 온라인 샘플 처리장치와 연결하여 발효조의 배양액의 성분을 온라인으로 분석하고 공정의 운전에 응용하는 사례가 많이 발표되었다[4-6]. 고가의 장비 및 운전의 번거로움이나 추가적인 인력이 필요하므로 역시 특별한 경우에만 사용되고 있다. 이외에도 여러 종류의 온라인 센서 및 바이오 센서등이 개발되어 사용되고 있으나 역시 그 사용범위는 특수한 영역에 한정되어 있다. 이와 같이 새로운 센서를 개발하여 공정변수를 측정하려는 시도중의 하나가 소프트웨어 센서의 개발이다. 이것은 공정상에서 발생하는 1차 공정변수를 이용하여 배양액의 상태 혹은 2차적인 공정 변수를 추측해내는 것이다. 대부분의 경우 기존의 공정 변수를 사용하므로 추가적인 비용이 들지 않고 소프트웨어의 형태로 구현되므로 센서의 보정과 설치 및 유지관리의 노력이 매우 적은 장점이 있다.

본 연구에서는 생물공정에서 자동제어 과정에서 발생하는 여러 가지 공정상의 제어 신호로부터 새로운 공정 변수를 얻어내고자 시도하였다. 대부분의 생물공정에서는 pH의 자동제어가 필수적인데 자동제어 과정에서 발생하는 pH 제어 신호 및 pH의 변화 응답신호를 이용하여 배지의 완충용량의 변화와 알칼리의 소비속도를 온라인으로 측정할 수 있었다. 여기에 인공지능망을 설계하여 균체의 양을 온라인으로 추정하는 방법을 개발하였다 [7].

산업용 발효조의 운전 온도는 주로 냉각수의 단속적인 공급에 의하여 항상 일정하게 조절된다. 따라서 냉각수의 냉각량을 측정하면 미생물의 배양시 발생하는 대사열량을 측정할 수 있게 된다. 본 연구에서는 실험실의 발효조를 냉각수의 단속적인 공급에 의하여 자동온도 조절이 되도록 개조하고 여기에 냉각수의 유출입 지점에 온도센서를 부착하여 냉각수의 온도를

측정하고 냉각수의 공급량과 대기의 온도 등을 측정하여 대사열의 발생을 추정할 수 있었다. 동시에 이를 이용하여 유가배양시 기질을 공급하는 공정변수로 사용하였다 [8].

생물학적인 폐수처리장치인 활성 슬러지법에서 미생물의 활성을 측정하는 방법은 아직 그다지 개발되어있지 않다. 본 연구에서는 슬러지의 주 구성원이 미생물인 점에 착안하여 침전시 슬러지층과 상등액의 온도차를 측정하여 대사열량의 발생량을 측정하고 슬러지의 활성을 측정할 수 있는 방법을 개발하였다.

참고문헌

1. Schügerl, K, Common Instruments for Process Analysis and Control, *Biotechnology* (H-J. Rehm, G. Reed, A. Puhler and P. Stadler eds) 4:6-25, 1991, VCH Publishers Inc. New York.
2. Ozturk, S.S., J. C. Thrift, J.D. Blackie and D. Naveh, Real-time Monitoring and Control of Glucose and Lactate Concentrations in a Mammalian Cell Perfusion Reactor, *Biotechnol. and Bioeng.*, 53:371-378, 1997.
3. Chattaway, T. and G. N. Stephanopoulos, An Adaptive State Estimator Detecting Contaminants in Bioreactor, *Biotechnol. and Bioeng.*, 34:647-659, 1988
4. Bradley, J., P. A. Anderson, A. M. Dear, R. E. Ashby and A. P. F. Turner, Glucose Biosensors for the Study and Control of Bakers Compressed Yeast Production, *Computer Applications in Fermentation Technology* (N. M. Fish, R.I. Fox and N. F. Thornhill eds) 47-65, 1989, Elsevier Science Publishers LTD. New York.
5. Wolfbeis, O. S, Fiber-Optic Sensors in Bioprocess Control, *Sensors in Bioprocess Control* (J. V. Twork and A. M. Yacynych eds) 95-125, 1990, Marcel Dekker, Inc., Newyork and Basel
6. Lasko, D. R. and D. I. C. Wang, On-line Monitoring of intracellular ATP Concentration in *Escherichia coli* Fermentations, *Biotechnol. and Bioeng.*, 52:364-372, 1996
7. 허원, 정 윤근 (1998) 발효배지의 완충용량의 온라인 측정 및 유기산 생산 추정, *한국생물공학회지*, 13(4), 461-467
8. 홍건표, 허원 (1999) 발효조의 온도제어신호를 이용한 직접 열량계의 개발 및 대사열량의 온라인 측정. 14(5) 543-549.