

미세조류 배양을 위한 평판형 반응기의 Gas 측정 보정 Calibration of Gas Measurement for Microalgae Cultivation using Flat Panel Photobioreactor

*김종태¹, #정상화², 오주열³, 김기원³, 안동규²

*J. T. Kim¹, #S. H. Jeong(shjeong@chosun.ac.kr)², J. Y. Oh³, K. W. Kim³, D. G. Ahn²

¹조선대학교 바이오리파이너리연구센터, ²조선대학교 기계공학과, ³조선대학교 일반대학원 기계공학과

Key words : High Efficiency Photobioreactor, Flat Panel Type Reactor, Microalgae, Cultivation

1. 서론

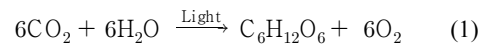
최근 석유, 천연가스 등 주요 에너지 자원의 평균 가채연수(Reserve-to-production ratio)가 각각 40.5년과 63.3년 정도로 전세계적인 에너지원의 고갈 현상이 가속화되고 있어, 이 현상에 대처하기 위한 대체에너지의 확보가 절실히 필요한 상황이다.¹ 또한 1997년에 제정된 교토의정서에 따라 38개 선진국들은 2009-2012년까지 대기 가스 배출량을 1990년 배출 기준으로 평균 5.2%이상 감축해야 하는 상황이어서, 온실 가스의 주요 성분인 CO₂가스의 포집과 활용을 통한 온실 가스 배출량 감소 및 이를 이용한 에너지원 개발 기술에 대한 관심이 집중되고 있는 상황이다.²

현재 개발된 바이오연료의 합성기술은 주로 옥수수, 콩, 사탕수수 등과 같은 식용자원이 주원료로 사용되기 때문에 세계적인 식량난을 초래할 수 있어 대량의 바이오연료를 생산하기 위해서는 대체원료의 개발이 필연적인 과제이다. 특히 CO₂가스의 포집과 신재생에너지 생산이 동시에 가능한 바이오연료와 바이오에너지 관련 기술개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 측면에서 미세조류(Microalgae)가 훌륭한 대안으로 부상하고 있다. 미세조류 대량 생산을 위한 시스템으로는 광생물 반응기(Photobioreactor)가 사용되고 있으며, 미세조류의 생산성 향상을 위하여 개방형 및 밀폐형으로 다양한 광생물반응기들이 개발되고 있다.³

본 논문에서는 평판형 광생물반응기를 이용하여 미세조류를 배양할 때 측정되어지는 CO₂와 O₂의 가스(Gas) 농도 특성을 분석하였으며, 평판형 광생물 반응기를 설계할 때 고려되어야 할 가스의 농도 특성 보정 곡선에 대하여 고찰하였다.

2. 25L 급 평판형 광생물반응기 측정시스템 제작 및 구성

미세조류는 빛에너지를 이용하여 CO₂와 물로부터 유기물을 합성하여 식(1)과 같은 광합성(Photosynthesis)을 한다. 또한 광합성에 의하여 미세조류는 당(C₆H₁₂O₆)을 생성하고 O₂를 배출하는 CO₂ 고정화를 행하게 된다. 이 과정은 연속적으로 반복하여 발생하며 이때 CO₂와 O₂의 농도를 측정하고 제어함으로써 최적의 배양조건을 구하게 된다.



본 연구에서는 CO₂와 O₂의 가스 농도 특성을 구하기 위해 25L급 평판형 광생물 반응기를 사용하였으며 시스템의 구성은 Fig. 1 과 같다.

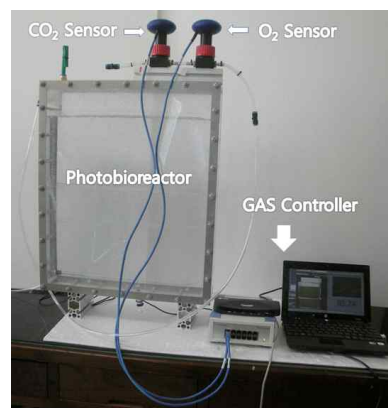


Fig. 1 Photograph of experimental equipment

CO₂와 O₂의 농도를 연속적으로 실시간 측정하기 위하여 LabVIEW 2010을 이용하여 계측프로그램

램을 제작하였으며 Fig.2 에 프로그램의 프론트판넬을 나타내었다.

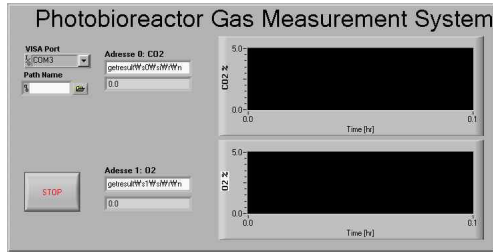


Fig. 2 Front panel program for gas measurement

3. 실험 및 결과 고찰

실험을 위해 공급되는 혼합가스의 조성 및 공급 조건은 Table 1과 같다. 또한 가스 센서 제조사의 권고사항으로 측정 시작 전 1시간 이상 충분한 워밍업을 수행하였으며, 센서 기기 자체 보정 (Auto-calibration)을 수행한 후 실험을 행하였다.

Table 1 Condition of gas measurement

Composition (±1% error)	Pressure	Rate of flow	Temperature
CO ₂ 5%, N ₂ 95%	0.2 MPa	100cc/min	26 °C

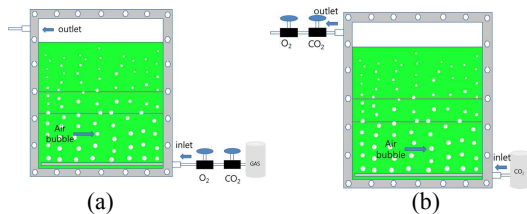


Fig. 3 Schematic diagram of (a) counter-pressure condition measurement and (b) outlet condition measurement

실험은 Fig. 3(a) 과 같이 반응기 내에 존재하는 배지액에 의해 역압력(Counter-pressure)이 작용하는 혼합가스 공급부의 농도와 Fig. 3(b) 와 같이 구성된 광생물 반응기의 혼합가스 출구부분에서의 농도를 측정하였다. CO₂ 5% 를 공급하는 혼합가스는 압력이 가해지지 않은 상태에서 공급 용기로부터 각각 CO₂ 5.55%, O₂ 0.14% 로 측정되었다. 실험 결과를 연속해서 살펴보면 Fig. 4에 나타난 바와 같이 초기 30분간 역압력이 작용하였을 때

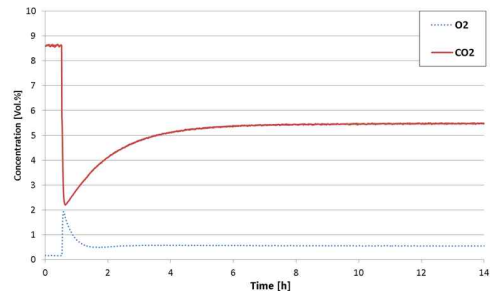


Fig. 4 Gas concentration level of photobioreactor

측정되는 CO₂와 O₂의 농도는 8.5%와 0.16%로 일정하게 유지되었으나 광생물 반응기를 거쳐 발생하는 CO₂와 O₂의 농도는 5.47%와 O₂ 0.55%로 나타났다.

본 실험에 사용된 25L급 광생물 반응기의 경우 CO₂ 고정화등의 분석을 위해 가스 농도를 측정할 때에는 CO₂의 경우 5시간, O₂의 경우 2시간 정도의 보정시간이 반드시 필요함을 알 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 25L급 평판형 광생물 반응기를 이용하여 미세조류를 배양할 때 사용되는 CO₂와 O₂의 혼합가스 농도특성을 고찰하였다. 그 결과 압력이나 수분등의 영향으로 추측되는 환경 조건으로 인해 신뢰할 수 있는 데이터를 얻기 위해서는 가스농도 측정의 보정이 반드시 필요함을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국 에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20103020090020)

참고문헌

1. BP, "BP Statistical Review of World Energy," BP Staticalreview,pp. 1-31, 2010.
2. Sebastian, O. and Hermann, E. O., "The Kyoto Prtocol:International Climate Policy for the 21stCentury,"Springer-Verlag,pp.1-136,1999.
3. Pimentel, D., Patzek, T.W., "Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; Biodiesel production using soybean and sunflower," Natural Resources Research, Vol. 14, pp. 65-76, 2005. 1999.