

## 남조류를 이용한 CO<sub>2</sub>의 고정 및 유용물질 생산

이기영, 박진화\*, 박부수  
전남대 생물화공과, 물질화공과\*

CO<sub>2</sub> fixation and SCP production using blue green algae

Ki-Young Lee, Jin-Hwa Park\*, Bu-Soo Park  
Dept. of Biochemical Eng., Dept. of Material Chemical Eng.\*,  
Chonnam National University

### 서론

근년 지구 환경을 위협하는 요인 가운데 하나가 대기중의 탄산가스 농도의 증가에 의한 지구의 온난화 현상이다. 전세계적인 탄산가스 방출량 삭감의 대책으로서 에너지 이용의 효율화, 탄산가스를 방출하지않는 에너지(원자력, 태양에너지 등)사용, 탄산가스 회수처분(해양처분따위), 탄산가스 회수이용기술에 대한 것이 검토된다. 본 연구는 탄산가스를 고정하여 유용한 물질로 변환시키는 미생물 반응을 이용하여 온실효과 가스 발생량을 줄이는 것을 목표로 삼는다. 남조류의 경우 탄산가스에서 만들어진 유용물질은 수소가스와 미생물단백으로 대별될 수 있다. 수소가스의 경우는 일반적인 호기조건에서는 생산량이 적어 경제성이 없으므로(1) 미생물단백을 목적생산물로 삼았다.

클로렐라는 녹조류로 일찍부터 식량단백질로 주목되었으나 생산비때문에 식량단백질보다는 건강식품과 생리활성물질 자원으로 이용된다. 이에비해 *Spirulina*는 남조류로 증식속도가 크고 염기조건에서 잘 크므로 잡균에 의해 쉽게 오염되지 않는다. 더우기 세포벽이 약해 소화성이 좋으며 단백질량이 높으므로 유망한 단백질원으로 주목받고 있다(2).

### 실험

남조류인 *Anabaena cylindrica* 19 와 *Spirulina platensis* 39, 46 을 NIES( National Institute of Environmental Study, Japan)에서 분양받아 실험에 사용하였다. *Anabaena cylindrica*는 KNO<sub>3</sub> 0.1%, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.025%, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.025%, NaCl 0.01% 및 미량성분에서 배양되었고 *Spirulina platensis*는 NaHCO<sub>3</sub> 0.3-8.5%, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.05%, NaNO<sub>3</sub> 0.1-1%, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1%, NaCl 0.1%, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.02% 에서 배양되었다. 탄소원과 질소원은 실험에 따라 수정 첨가되었다. 남조류의 접종률은 12%이고 5000Lux 의 빛을 조사하였으며 교반조건에서 30℃를 유지시켰다. 단세포 단백질의 양은 660 nm에서의 흡광도를 이용하여 간접적으로 측정하였고 chlorophyll a 의 활성( mg/L ) 역시 3중 흡광도법(664, 647, 630nm)에 의해 측정되었다.

### 결과 및 토의

Fig.1은 탄산가스를 이용하여 증식하는 *Spirulina platensis* 균주들의 성장속도를 나타낸 것으로 *Spirulina platensis* 39는 *Spirulina platensis* 46 보다 OD로 표시된 발효액의 탁도가 2 배 이상이었다. Fig.2는 남조류가 접종된 배지위로 탄산가스(99%)를 불어넣어 안에 있는 공기를 탄산가스로 대체하고 시간에 따라 기상의 기체농도를 측정된 결과이다. *Anabaena*의 경우(pH 5.6 세포농도 0.8 g/l)에는 탄산가스농도가 별로 감소하지 않았지만 *Spirulina* 39(pH 9.8 세포농도 1.9 g/l)와 46(pH 9.7 세포농도 1.5 g/l)의 경우는 크게 감소하였다. 두 경우의 pH조건이 크게 다른 것으로 보아 탄산가스 농도 저감의 원인은 발효액의 pH와 미생물의 탄산가스 고정능과 관련될 것이다. 탄산가스 저감원인중 발효액 pH의 효과를 알아보기 위해 5%의 탄산가스(Ar95%)를 불어넣어 접종이 되지 않은 액체 배지에서의 탄산가스 저감정도를 조사하였다. Fig.3은 그 결과로서 pH에 따라 탄산가스 농도의 저감정도가 차이를 보였다. pH가 8이나 9였을 때는 70, 80%의 저감률을 보였지만 pH가 10이었을 때는 90 %이상의 저감률을 보였다. 이로써 미생물에 의한 탄산가스의 고정능 측정에 기체분석기만으로는 결정은 합당하지 않음을 알 수 있었다. Fig.4는 빛을 조사하지 않은 경우와 조사한 경우의 세포량 및 chlorophyll a량의 변화를 측정된 실험결과이다. 빛을 조사하지 않았을 때는 7일 후에 OD가 0.06, chlorophyll a가 0.59mg/L로 되었지만 빛을 조사하였을 때는 OD가 1.46, chlorophyll a가 4.9 mg/L에 도달하였다. Fig.5는 탄소원인  $\text{NaHCO}_3$ 의 초기 농도에 따른 세포 성장 및 pH 변화값으로 1.7%일때 흡광도가 1.5에 이르렀고 pH는 증가하여 10을 초과했다. 이것은 광합성조류 배양의 일반적인 현상으로 탄산가스는 남조류에 의해 흡수되고  $\text{NaHCO}_3$ 의 일부는 강염기로 변한 것으로 판단된다.  $\text{NaNO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , urea로 배양시켰으나  $\text{NaNO}_3$ 에서만 증식되고 그 밖의 질소원에서는 증식되지 않았다. Fig.6은  $\text{NaNO}_3$  0.1-0.5%에서의 세포성장 및 pH 변화값으로 0.25%일때 pH가 가장 크게 증가했고 세포성장도 가장 컸다. 단세포 단백질 회수비용은 전체 생산비에서 중요부분이고 단백질의 분포장소와 균집정도에 따라 회수 방법과 회수 장치 및 회수비용이 달라진다. 이에 단백질의 분포상태를 660 nm에서의 흡광도로 측정하였다. 클로렐라의 경우는 단백질 바닥에 침강하고 *S. platensis*의 경우는 위에 뜨는 것으로 보고되었으나(3) Fig.7에 보이는 바와 같이 *S. platensis* 46은 시간이 경과함에 따라 위에 모였지만 39는 바닥에 쌓였다. 이에 따라 바닥에서 균체를 모을 수 있는 장비가 있을 경우에는 39가 유리하고 그렇지 않은 경우에는 위에서 걷어낼 수 있는 46이 유리하다.

### 감 사

본 연구는 1994년 전남대 학술진흥재단 연구비의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사 드립니다.

### 참고문헌

1. Asada Y. and Kawamura S., *Agric. Bio. Chem.*, 48(10), 95 (1984).
2. Ortega-Calvo, J.J., and Mazuelos C., *Appl. Phycology*, 5, 425 (1993).
3. 성락계: 미생물공학, 형설출판사, 서울 383 (1994).

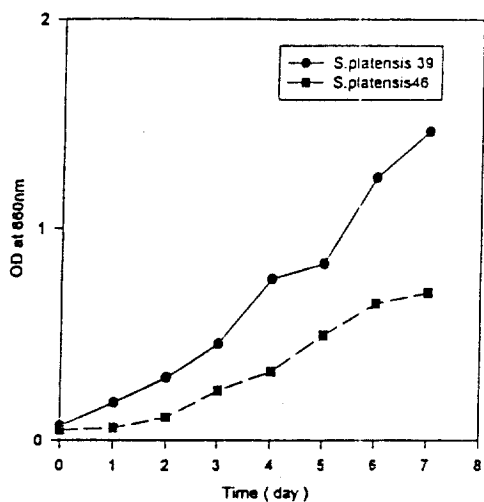


Fig.1 Cell growth curves of *Spirulina platensis* 39 and 46

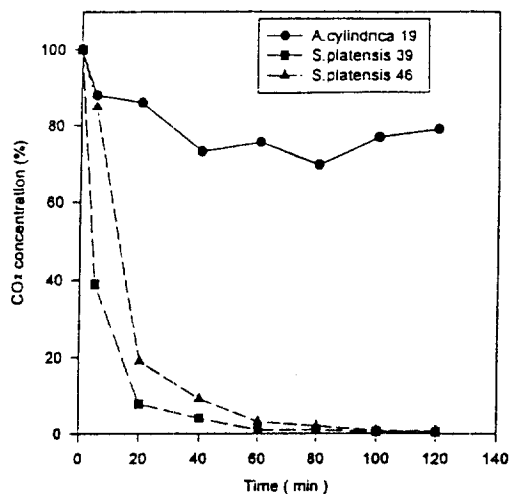


Fig.2 CO<sub>2</sub> consumption profiles in case of inoculated medium.

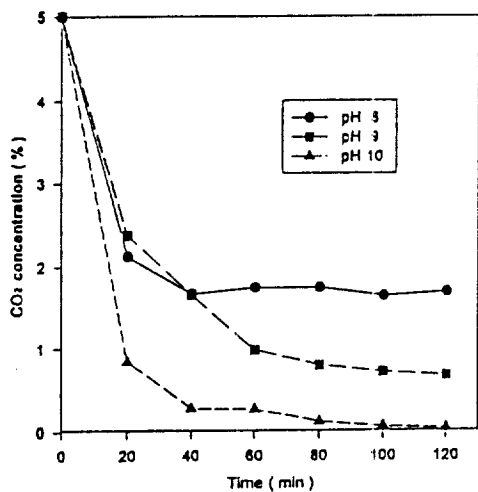


Fig.3 CO<sub>2</sub> consumption profiles in case of non-inoculated medium.

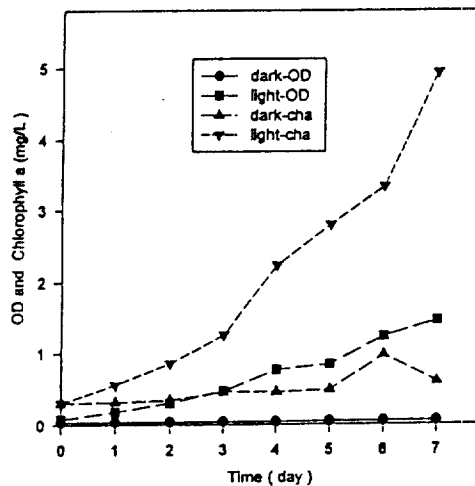


Fig.4 Effects of light on cell growth and chlorophyll a

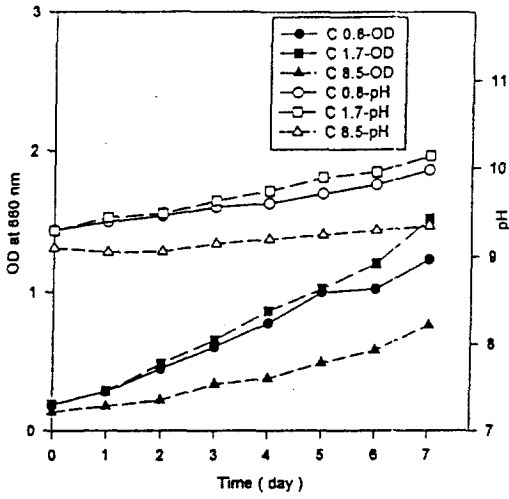


Fig.5 Effects of carbon conc. on cell growth and pH

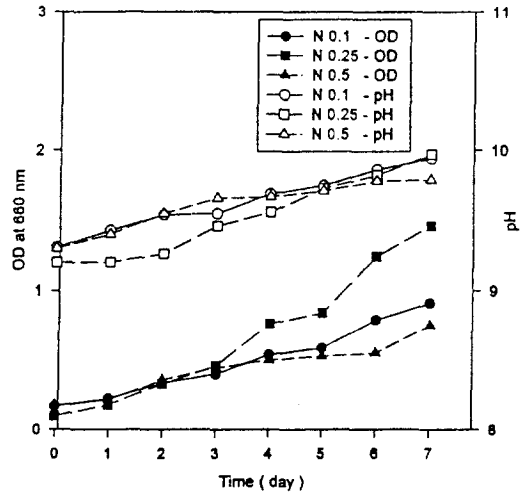


Fig.6 Effects of nitrogen conc. on cell growth and pH

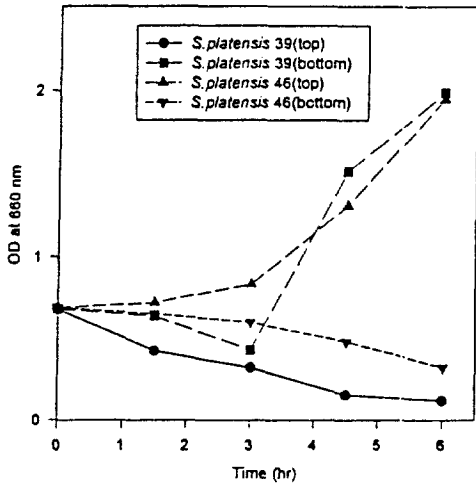


Fig.7 Distribution of *Spirulina platensis* 39 and 46