

*Enterobacter aerogenes*를 고정한 키토산막 제조 및 농산폐수발효를 통한 수소생산에 관한 연구

남궁현희, 임세준, 김두리, 민병렬*
연세대학교 화학공학과

Preparation of Chitosan Membrane immobilized *Enterobacter aerogenes* and Hydrogen Gas Production by Fermentation of the Waste Water in the Fruit Market

Hyun Hee Namkung, Se Joon Im, Doo Li Kim,
Byoung Ryul Min*
Department of chemical engineering, Yonsei University

1. 서론

키토산은 생체적합성과 항생물성의 특성을 가지는 친환경소재로서 수처리, 화장품 제조, 크로마토그래피, 항생물성 직물제조, 약물전달시스템 등 다양한 산업분야에 적용할 수 있는 천연고분자이다. 본 연구에서는 폴리에틸렌글리콜을 기공형성제로 사용하여 다공성의 키토산막을 제조하고, H₂SO₄ 후처리(가교)와 실리콘 코팅을 통해 미생물 성장과 수소분리가 동시에 가능토록 하여 농산폐수 발효반응기에 적용, 고농도의 수소를 생산하는데 목적을 두었다.

2. 실험

chitosan(low molecular weight, 91% deacetylated, Sigma-Aldrich)과 polyethylene glycol(Mw:6,000, Fluka)을 유리판에 200 μ m 캐스팅 나이프로 캐스팅하였다. 이 막은 진공오븐에서 1시간 건조되고, 다시 3wt% NaOH에 1시간에 동안 담지하여 만든다. 이어 친수성 고분자인 PEG를 추출하기 위하여 80-90 $^{\circ}$ C 물에 3시간동안 담구어 다공성막을 만들고 가교제의 영향을 살펴보기 위하여 0.1 M의 H₂SO₄으로 30분간 담지시

켰다. 실리콘 코팅 전 다공질의 키토산 막은 FTIR spectrum, SEM, water uptake capacity, 순수 투과측정으로 분석하였으며 실리콘-키토산 복합막은 Gas permeation analyzer로 기체투과특성이 조사되었다. 또한 이 막은 그림 1과 같은 반응기에 투입되어 농산폐수발효를 통해 생산되는 수소를 분리하는데 쓰였다.

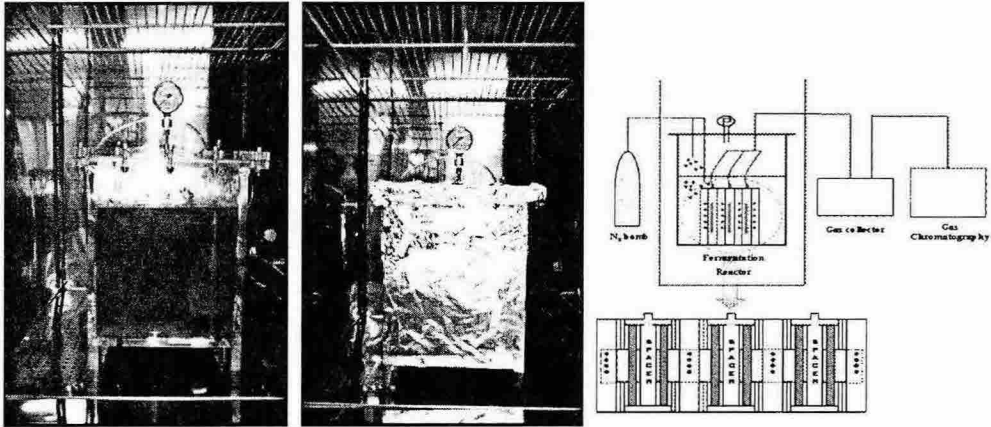


그림 1. 발효반응기

3. 실험결과 및 고찰

실리콘 코팅 전, PEG 함량에 따라 FTIR spectrum, morphology, water uptake capacity, 순수 투과측정으로 막 특성을 분석하였다. FTIR를 통해 PEG를 추출한 모든 막이 H_2SO_4 가 도입되면서 가교가 이루어졌음을 확인할 수 있었다. 또한 그림 2의 SEM은 PEG 함량이 키토산 함량의 30%, 50%, 70%로 증가함에 따라 표면에 기공이 많아지며 가교를 통해 단면구조에 더 치밀해 진다는 것을 확인시켜주었다. Water uptake capacity은 H_2SO_4 로 가교하지 않은 막, 가교한 막의 경우 모두 PEG 함량이 커짐에 따라 증가하였다. 또한, 가교한 막의 경우 가교하지 않은 막에 비해 water uptake capacity가 증가하는 것은 pore size 뿐만 아니라 porosity가 water uptake에 큰 영향을 끼치기 때문이라고 사료되었다. 그림 3의 순수투과실험을 통해 가교한 막이 가교하지 않은 막에 비해 flux가 더 크다는 결과를 도출할 수 있었으며 이를 통해 H_2SO_4 가교가 막의 형태를 유지하여 막의 다공 구조를 통해 물이 쉽게 투과된 것으로 평가할 수 있었다.

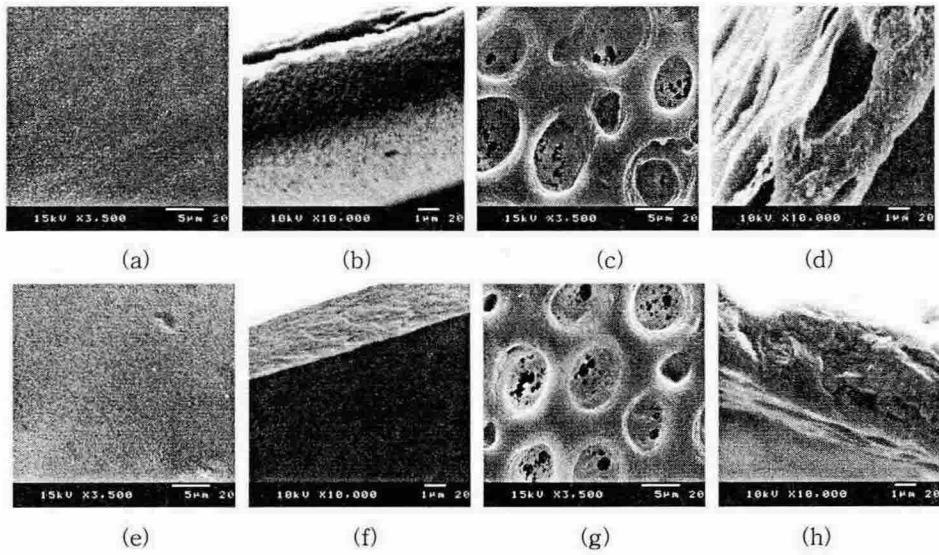


그림 2. Scanning Electron Microscopy

실리콘으로 치밀하게 코팅된 PEG 50 다공질 키토산막의 기체투과는 Gas Permeation Analyzer로 투과도와 확산계수가 측정되었다. 실리콘-키토산 복합막의 이산화탄소 투과도는 압력에 따라 조금 증가하였으며 온도는 투과도에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다. 또한 실리콘-키토산 복합막에 있어 이산화탄소 확산계수는 $0.7222[\times 10^8(\text{cm}^2/\text{s})]$ 로 일정함을 확인 할 수 있었다.

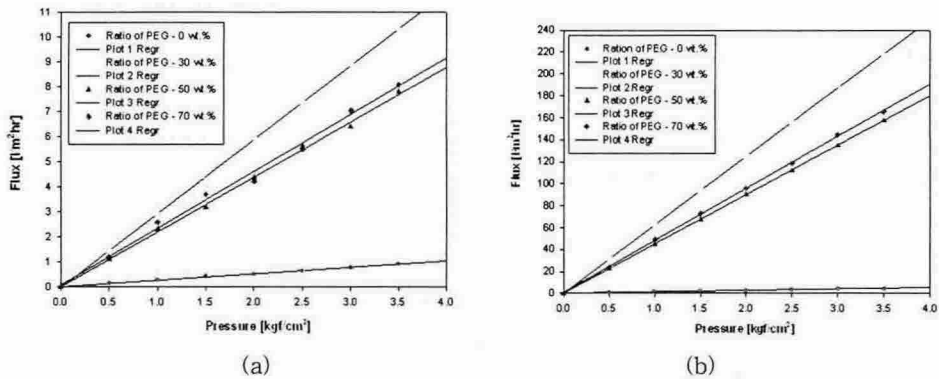


그림 3. 순수투과테스트 (a)uncross-linked, (b)cross-linked

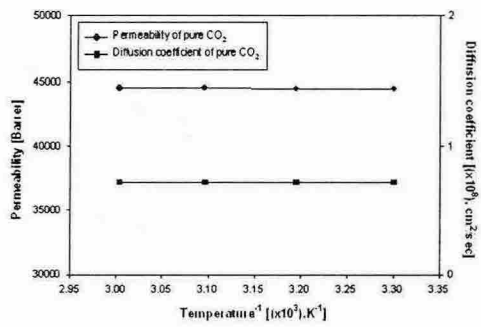
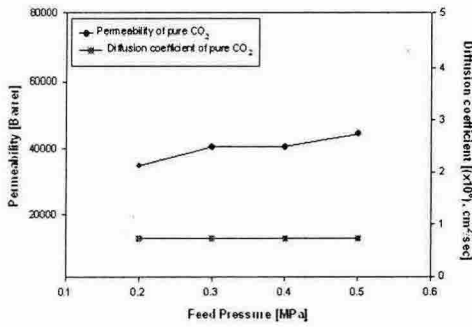


그림 3. 실리콘-키토산 복합막의 이산화탄소 투과도 및 확산계수
(a) 압력별, (b): 온도별

제조된 실리콘-키토산 복합막을 발효반응기에 투입하여 19.628 vol.%의 수소를 생산할 수 있었다. 본 연구는 친환경소재 멤브레인 제조를 통해 생물학적 수소생산의 효율성을 높이고 수소에너지를 필요로 하는 여러 산업분야에 적용할 수 있는 가능성을 열어주었다는 면에서 의미가 있다.

4. 사사

본 연구는 환경부에서 주관하는 차세대핵심환경기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

5. 참고문헌

1. Robert Y.M. Huang, Crosslinked chitosan composite membrane for the pervaporation dehydration of alcohol mixtures and enhancement of structural stability of chitosan/polysulfone composite membranes, J. Membr. Sci. 160 (1999)17-30
2. Minfeng Zeng, Novel method of preparing microporous membrane by selective dissolution of chitosan/polyethylene glycol blend membrane, J. Applied Polymer Science, Vol.91, 2840-2847(2004)