

일반강연 II-2

오일로 오염된 한외여과막의 효소 세척

이정복, 장판식*, 정건용
서울산업대학교, 화학공학과, 식품공학과*

Enzyme Cleaning for Ultrafiltration Membrane Fouled with Oil

Jeung Bok LEE, Pahn Shick CHANG* and Kun Yong CHUNG
Department of Chemical Engineering,
Department of Food Science and Technology*,
Seoul National University of Technology

요 약 : 본 연구에서는 막오염에서 오염원을 제거하는 방법으로 막과 모듈에 부정적인 영향이 나타나는 화학적인 방법과 물리적인 방법을 대신하여 세척제로 효소를 사용한 생화학적인 방법으로 운전압력과 교반 속도를 일정하게 유지하면서 세척시간, 세척온도 및 효소농도를 변화시키면서 투과유속의 관찰하였다. 효소로서 steapsin과 candida rugosa을 사용하여 세척온도, 세척시간 및 효소 농도가 막 세척에 미치는 영향을 알아보았다.

1. 서 론

막오염은 한외여과(UF)의 성능을 현저히 감소시키므로[1-3] 이를 적절히 제어할 수 있는 방법으로 막을 세척하여 줌으로서 오염된 물질을 주기적으로 제거하는 방법이 있다. 막 세척법은 한외여과의 실제 응용시 널리 사용되고 있으며 막 세척의 주기 및 세척방법의 선택은 사용된 막모듈의 형태, 막의 화학적 안정성, 오염물질이 종류에 따라 달라진다. 막 세척법은 수류 세척법(hydraulic cleaning), 기계적 세척법(mechanical cleaning), 전기적 세척법(electric cleaning), 그리고 화학약품을 사용한 화학적 세척법

(chemical cleaning)이 가장 널리 사용되고 있으며 화학 약품을 단독 또는 혼합시킨 용액을 사용하여 막 세척을 행할 경우 막의 화학적 강도에 따라 그 농도와 세척시간이 달라진다. 중요한 막 세척용 화학약품으로는 산류(H_3PO_4 와 같은 강산, citric산과 같은 약산), 알카리류(NaOH), 계면 활성제류(음이온 및 비이온성), 소독제류(H_2O_2 , NaOCl), EDTA등이 사용된다[3]. 이밖에 분리막및 모듈에 손상을 주지 않는 생화학적 세척법(biological cleaning)으로 미생물이나 효소등을 이용하여 막오염을 제거할 수 있다 [4-5].

2. 실험

막 오염원으로 질삭유(한국 하우톤 SSK) 1wt% 용액과 olive oil(Shinyo Pure Chemical Co. Japan)를 계면활성제인 Tween 80(Sigma 사)으로 순수(純水)내로 분산시켜 사용하였다. 효소로는 steapsin과 candida rugosa를 pH가 7.0인 완충용액에 용해하여 세척제로 사용하였다. 소수성인 polyether-sulfone(PES) 막을 먼저 에탄올로 친수화시키고 2bar에서 압축한 후 투과 실험을 실시하였다(순수투과 I). 막오염 용액을 3bar, 400rpm에서 일정시간 투과시킨 후 2bar에서 순수투과 실험을 실시하였다(순수투과 II). 그 후 세척제인 효소용액을 1bar, 400rpm에서 온도와 투과시간, 농도를 바꾸어 가면서 투과실험을 실시한 후 2bar에서 순수투과실험을 하였다(순수투과 III). 그 후에 0.5N-NaOH 용액으로 1bar, 400rpm으로 막을 세척한 후 순수투과를 실시하였다(순수투과 IV). 순수투과 II, III, IV를 비교 분석하여 효소에 따른 막세척 작업의 최적 조건을 관찰하였다.

3. 결과 및 토론

3.1. 효소(steapsin)의 최적 세척온도

1wt% SSK용액으로 PES막을 오염시킨 후 온도를 변화시키면서 steapsin으로 1 bar, 400rpm에서 온도를 변화시키면서 막세척을 한 후 순수 투과유속 II와 III을 비교하여 증가율을 관찰한 결과 가장 좋은 세척온도는 25℃이었으며 온도에 따른 투과유속 증가율을 Fig. 1에 나타냈다.

3.2. 효소(steapsin)의 최적 세척시간

1wt% SSK용액으로 PES막을 오염시킨 후 효소(steapsin)로 400rpm, 1bar에서 cleaning 시간을 바꾸어 가면서 막 세척후 순수투과의 증가율을 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다.

3.3. 효소(stepsin)의 세척농도

1wt% SSK용액으로 PES막을 오염시킨 후 효소(stepsin)의 농도를
 꾸어 가면서 순수투과 증가율은 관찰한 결과 Fig. 3과 같았다.

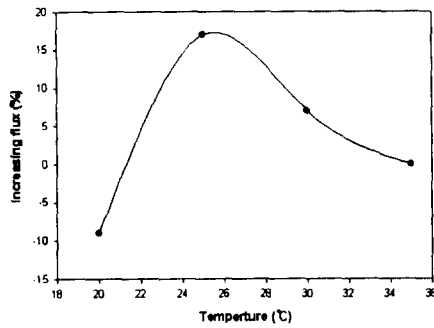


Fig. 1. PES막을 1wt% SSK 용액으로 오염시킨 후 1bar, 400rpm에서
 온도에 따른 효소(stepsin) cleaning후의 투과유속 증가율

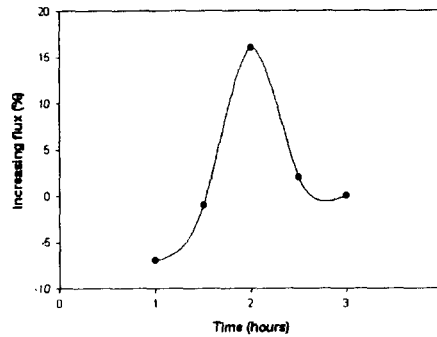


Fig. 2. PES막을 1wt% SSK 용액으로 오염시킨 후 1bar, 400rpm에서
 효소(stepsin) cleaning 시간에 따른 투과유속 증가율

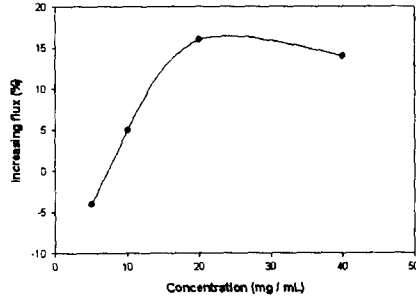


Fig. 3. PES막을 1wt% SSK 용액으로 오염시킨 후 1bar, 400rpm, 25℃, 2 시간에서 효소(stepsin) 농도에 따른 투과유속 증가율

4. 결론

Membrane이 오염되었을 때 막과 모듈에 안정한 세척제의 선택이 요구되며 또한 운전경비의 절감을 위하여 최적의 작업조건에서 운전을 해야 할 것이다. 본 실험에서는 한외여과막인 PES막이 절삭유 및 olive oil로 오염되었을 때 막과 모듈에 안정한 세척제로서 효소를 사용하여 막 세척을 하여 본 결과 stepsin의 세척작업 조건은 25℃, 2hours, 20mg/30mL에서 투과유속 회복이 가장 좋았으며 candida rugosa의 경우에는 35℃, 2 hours에서 최대 투과유속 회복을 보였다.

참 고 문 헌

1. Reihanian, H., Roberston, C. R. and Michaels, A. S., J. Membrane Sci. **16**, 237 (1983).
2. Kim, K. J., Fane, A. G., Fell, C. J. D. and Joy, D. C., J. Membrane Sci. **68**, 79 (1992).
3. Pall Filtron, Company Literature, Northborough, MA. (1995).
4. Dychdala, G., "The Chemistry of Membrane Cleaning", EcoLab-Klenzade Technical Bulletin, (1993).
5. Cheryan, M., "Ultrafiltration and Microfiltration Handbook", Technomic Publishing Co. (1998).