

세라믹막을 이용한 *lactobacillus* 균주의 농축

송민호, 이용택

경희대학교 공과대학 화학공학과

Concentration of *lactobacillus* cell by cross-flow microfiltration using ceramic membrane

Min-Ho Song, Yong-Taek Lee

Department of Chemical Engineering, Kyung-Hee University

1. 서론

최근 Bio 산업계에서는 균주의 개량과 생물 반응기의 발달로 인해 제품의 대량생산이 가능해 졌으며 미생물을 이용한 제품의 생산이 큰 비중을 차지하고 있다. Bio 산업의 공정 중 down stream 부분의 제조공정은 고농축 및 필요성분의 분리 등의 생산 설비의 구조를 필요로 한다. 이에 효율이 높은 분리 및 농축 기술의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 기존의 분리 및 농축 방법인 침전, 추출, 크로마토그래피, 원심분리 등의 문제점을 개선할 막분리 기술에 큰 관심을 가지게 되면서 많은 연구가 활발히 진행되고 있다.

균체의 발효대사물의 정제에 있어서 소량 다품종의 생산이 가능한 cell harvest 방법에 대한 관심이 고조되면서 가장 많이 상용화 되고 있는 yeast, bacillus 등의 균체를 사용하여 기존의 농축과 정제 공정 대신에 세라믹 막을 이용한 공정개발의 연구가 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 유기질막에 비해 안정성이 우수하고 사용수명이 긴 세라믹 막을 이용하여 혐기성 세균으로 의약품, 식품 및 비료 첨가제로 이용되는 *Lactobacillus*의 농축에 관해서 Cell harvesting에 영향을 주는 인자로 pressure, temperature, feed concentration, filtration time, stirring speed 등에 대해 조사하였다. 그리고 세라믹 막을 이용하여 농축율 변화에 따른 flux의 변화와 TMP의 변화, 일정 농축율(volumetric concentration factor : VCF)에서 TMP변화 등의 최적조건에 관해 알아보았다.

2. 실험

본 연구에서 사용한 *Lactobacillus*는 I사에서 배양된 PS 406, PS615로 초기 37°C에서 배양후 viable number는 6.0×10^8 이었다. 운전공정은 open loop와 continuous mode 에서 lab. test와 pilot test를 하였다. Fig 1.은 세라믹 막을 이용한 정밀여과 실험장치의 개략도를 나타낸 것이다.

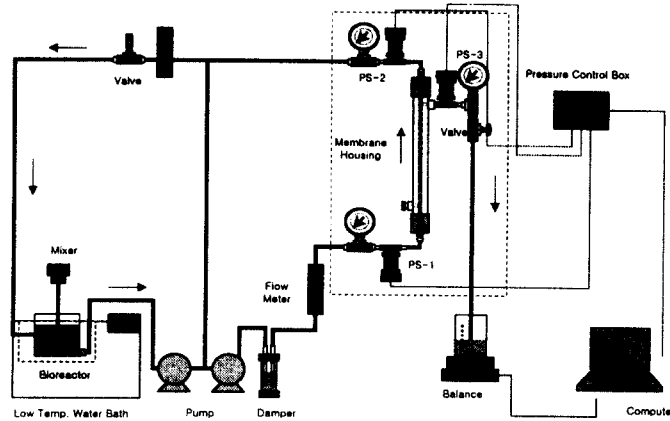


Fig 1. Schematic Diagram of Cross-Flow Microfiltration

Bioreactor의 온도를 일정하게 유지하도록 하였고 펌프의 맥동을 줄이기 위해 damper를 사용하였다. 압력을 조절하기 위해 소용량 유입펌프 (feed pump)를 설치하고 속도 조절을 위해 inverter를 연결하였다. 그리고 유속과 재순환을 위해 대용량 순환펌프 (recirculation pump)를 사용하여 분리막으로 유입되는 유체 압력과 재순환에 필요한 압력에 관계된 펌프의 에너지 손실을 줄여 적당한 압력 및 선속도를 조절할 수 있었다. 또한 pressure transmitter를 이용하여 실험 데이터를 control box와 연결된 컴퓨터로 전송하도록 하였다.

운전은 batch type으로 행해졌으며 ceramic membrane은 (주) 동서 세라콤의 알루미늄을 이용해 제조된 pore size 0.45, 0.2, $0.02\mu\text{m}$ 의 길이 400mm의 tube type과 R10×400mm의 housing을 사용하였다. 0.2, $0.45\mu\text{m}$ 의 경우 유효 막면적은 0.00317m^2 이다. 운전시 crossflow velocity를 0.4~6 %로 flux와 함께 일정하게 유지하면서 TMP변화를 측정하였다. feed와 permeate에서의 미생물의 농도는 600nm에서 optical density(OD)로 측정하였다.

3. 결과 및 토론

Cell harvesting에 영향을 주는 인자에 대해 실험하였다. Fig 2.는 permeate flux에 관한 온도의 영향을 나타낸 것이다.

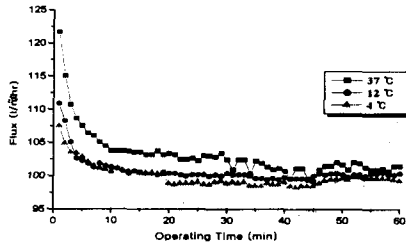


Fig 2. The variation of flux with increasing temperature

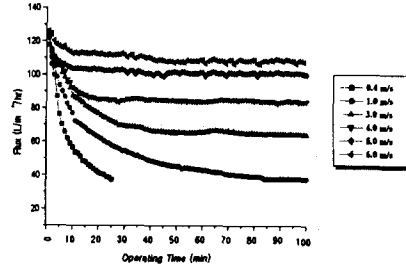


Fig 3. The variation of flux with increasing cross-flow velocity

초기에는 높은 온도에서 투과유량이 더 많은 것으로 나타났는데 이것은 더 높은 온도에서 점도의 감소에 의한 것으로 사료된다. 그러나 시간이 지날수록 막 표면에 흡착이 일어나고 gel layer가 생기면서 점도에 대한 효과가 줄어들어 알 수 있었다. 그 결과 미생물에 영향을 끼치지 않는 일정 온도에서는 미생물 농축에 관한 온도의 영향은 무시할 만하다. Stirring speed는 일반적으로 세라믹 막을 이용한 공정에서 높은 선속도를 유지하므로 영향이 적다고 할 수 있다. Fig 3은 선속도에 따른 투과플럭스의 경향성을 나타낸 것이다. 일반적으로 낮은 선속도에서는 용질이 막표면과 접촉할 수 있는 시간이 늘어나기 때문에 축적되는 양이 증가하여 그만큼 플럭스 감소 폭이 짧은 시간에 커지게 됨을 알 수 있었다. 따라서 높은 선속도를 유지하는 것이 농도분극에 의한 fouling을 줄일 수 있는 효과적인 방법이다. 이러한 여러 인자들을 고려하여 농축비에 따른 플럭스의 변화에서 농축한계점을 찾아 농축율에 따른 플럭스와 TMP의 변화에 대한 관계를 관찰함으로써 플럭스의 감소 없이 원액을 안정적으로 농축할 수 있는 최적의 운전공정의 확립이 가능할 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

1. Stephen Milcent, Separation and Purification Tech., 22-23, 393 (2001)
2. H. Moueddeb, J. of Membrane Sci., 114, 59-71 (1996)
3. F. Zokae, Process Biochem., 34, 803-810 (1999)
4. Bernd Riesmeier, Desalination, 77, 219-233 (1990)