

## UF분리막을 이용한 견 세리신의 분리 특성

이태상, 홍영기, 배기서  
충남대학교 공과대학 섬유공학과

## Separation Properties of Silk Sericin by Using Ultrafiltration Membrane

Tae-Sang Lee, Yung-Gi Hong, Kie-Seo Bae

*Department of Textile Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea*

### 1. 서론

섬유 공정의 특성상 산업적으로 배출되는 상당한 양의 폐수는 피할 수 없는 현실이며, 폐수에는 dyes, sizing agents, electrolytes, soaps, fat, oils, proteins 등 여러 혼합물질을 포함하여 이들은 각각 오염원으로 작용하게 된다. 따라서 이러한 폐수의 처리에 드는 비용도 나날이 증가하고 있는 추세이다. 근래에 들어서는 상당한 비용을 감수하더라도 물의 재활용을 위해 이들 오염원을 제거하거나 물의 재활용 방법을 개발하고 있으며 실질적으로 도입되어 실용화되고 있는 실정이다.

실크의 정련 가공 공정 중에 발생하는 폐수에는 천연단백질인 세리신이 상당량 포함되어 있으나, 지금까지의 공정상으로는 많은 약제의 사용으로 인해 재활용을 위한 회수가 거의 불가능하였다. 또한 고온고압을 이용한 정련 공정이 개발되어 회수를 위한 연구가 있었으나 고온고압 정련의 비용과 실크 제품의 품질문제로 인해 현실화 되지 못하였다. 그러나 본 연구는 전해환원수를 이용한 정련은 저비용과 약제의 미사용으로 이를 가능케 하리라고 본다.

실크 정련 공정에서 발생하는 세리신은 천연단백질 성분으로 회수하여 약제나 가공제의 원료로 사용할 수 있는 반면, 그냥 방류되어 버린다면 폐수의 BOD, COD, SS(suspended solids)등에 치명적인 오염원으로 작용하게 된다.

세리신을 회수하는 방법은 증발이나 동결해동에 의한 침전 생성으로 가능하지만 상당량의 물을 처리하기에는 어려움이 많다. 지금까지 알려진 바로는 세리신의 분자량이 1000에서 크기는 100만dalton에 이르는 다양한 분포를 가지고 있어 이에 적합한 분리막인 Ultrafiltration을 이용하면 상당량의 세리신 농축액을 회수할 뿐만 아니라 주 오염원이 제거된 재활용수를 얻게 될 수 있으리라고 생각한다.

따라서 본 연구에서는 전해환원수를 이용한 실크의 정련과 세리신의 회수를 위해 정련 폐액을 UF 분리막으로 농축하는데 있어서의 제반 기초적 조건을 실험 검토한 것을 보고한다.

### 2. 실험

## 2.1 세리신 정련 처리액

실크는 피브로인과 세리신의 두 단백질로 구성이 되어 있는데, 일반적으로 염색 전에 pH 10정도의 비누액을 이용하여 세리신을 제거시킨다.

전해환원수를 이용한 새로운 정련 공정은 일반적인 정련공정과 같이 90~95°C에서 욕비를 각각 달리하여 2시간동안 처리한다. 이들의 COD, pH, 점도 등을 측정하여 현장에서 얻은 폐수와 비교하고, UF 공정의 중요한 자료로 사용한다.

## 2.2 분리막

CA(cellulose acetate MW 30,000)고분자를 15wt%의 농도로 DMF(N,N-dimethyl-formamide)에 용해시킴으로써 겔상태의 제막용액을 제조하였다. 이를 아스피레이터를 이용하여 기포를 제거시킨 뒤, 200 $\mu$ m로 나이프캐스팅하였다. 그 후 대기 중의 방치시간을 갖지 않고 즉시 증류수 또는 메탄올의 비용매로 채워진 응고욕에 1시간 동안 담가두어 고체로의 상전환이 완전하게 일어나도록 한다. 이를 꺼내어 25°C의 진공오븐에서 건조시켜 50~60 $\mu$ m의 균일한 두께를 갖는 UF막을 제조하였다.

또한 이것과 비교하기 위하여 Milipore사에서 제조한 polysulfone UF막을 사용하였다.

## 2.3 세리신 회수 공정

투과 성능 측정 장치에는 death-end system과 cross-flow system이 사용되었다. fig. 1.은 본 실험에 이용된 cross-flow system 여과장치의 상세도를 나타낸 것이다. 펌프의 공급 압력은 1~4kgf/cm<sup>2</sup>의 범위에서 압력을 설정하였고, 설정된 압력을 유지하도록 by-pass양을 조절하였다. 설정된 압력으로 공급된 공급액은 모듈로 공급되며, 시스템에 공급되는 운전압력은 압력게이지와 밸브에 의해 조절할 수 있다. 이 때 모듈내의 유효 막면적은 0.001m<sup>2</sup>이었으며 여기서 분리막을 통하여 투과된 액은 컴퓨터와 연결된 전자저울로 일정 시간 간격마다 측정되었다.

또한 투과된 액에 잔류하는 세리신의 농도 및 분자량을 측정하기 위하여 waters사의 수용성 Hydrogel컬럼을 이용한 GPC로 측정하였다.

## 3. 결과 및 토론

### 3.1 평균 세공 직경 및 분포

fig. 2.는 본 실험에서 제막한 CA막과 Milipore사의 sulfone막의 미세공 크기와 분포를 permporometer를 이용하여 측정 비교하여 나타내었다. 여기서 용매 DMF와 비용매로 물을 사용한 CA막의 평균세공직경은 0.17 $\mu$ m이었고, sulfone막은 0.23 $\mu$ m이었는데, 이것으로 UF에 해당하는 평균세공직경을 갖고 있음을 확인하였다.

### 3.2 순수투과특성

제막한 막을 1kgf/cm<sup>2</sup>의 일정압력하에서 증류수를 투과시켜 시간에 따른 투과율을 측정하였다. Milipore의 분리막은 1800 l/m<sup>2</sup>hr의 순수 투과율을 나타내며, 상대적으로 세공의 크기가 작고, 분포가 적은 CA막은 350 l/m<sup>2</sup>hr의 순수 투과율을 나타내었다.

### 3.3 용질배제율과 분획분자량

조작압력 1kgf/cm<sup>2</sup>으로, 공급액 6,000, 10,000, 30,000, 50,000의 여러 가지 평균 분자량을 갖는 1,000ppm의 PEG수용액을 투과하여 배제율과 분획분자량을 측정하였다.

### 3.4 세리신 정련 처리액의 투과 특성

fig.3.은 자체 제작한 CA분리막과 Milipore사의 sulfone막에 대한 투과 특성을 실험한 결과이다. 이들 막을 이용하여 분리된 액을 UV를 사용하여 250~650nm의 파장 영역에서 흡광도를 측정한 것으로, 분리막을 투과하기 전과 투과한 후의 흡광도 차이를 확인할 수 있으며, 또한 CA분리막이 Milipore의 분리막보다 더 낮은 흡광도를 보이고 있어 더 우수한 투과특성을 나타내고 있음을 확인하였다.

## 4. 결론

본 실험은 새로운 정련 방법인 전해환원수 정련법을 이용하여 정련된 처리액에서 용액의 0.1~0.3%를 이루는 세리신의 농축과 정제된 물을 회수하기 위함이었다. 또한 Milipore사의 UF분리막과 실험실에서 자체 제작한 CA분리막의 투과 특성을 비교하였다. 미세공의 크기와 분포가 상대적으로 큰 Milipore분리막이 높은 투과율을 나타내었으나 분액분자량과 선택분리(분리계수)면에서는 CA분리막이 우수하였다.

## 참고문헌

1. J.G. Wijmans, J.P.B. Baaij and C.A. Smolders. The mechanism of formation of microporous or skinned membranes produced by immersion precipitation. J. of memb. sci., 14(1983) 263-274
2. Ana Maria Brites and Maria Norberta de Pinho. Mass transfer in ultrafiltration. J. of Memb. sci., 61(1991) 49-63

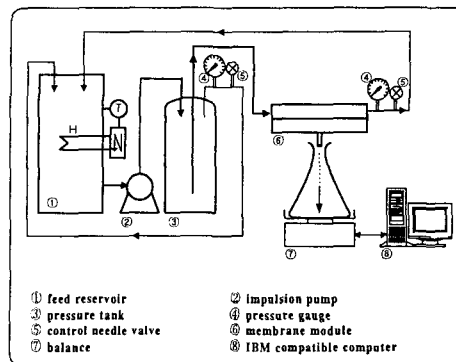


Fig. 1. Schematic diagram of ultrafiltration apparatus.

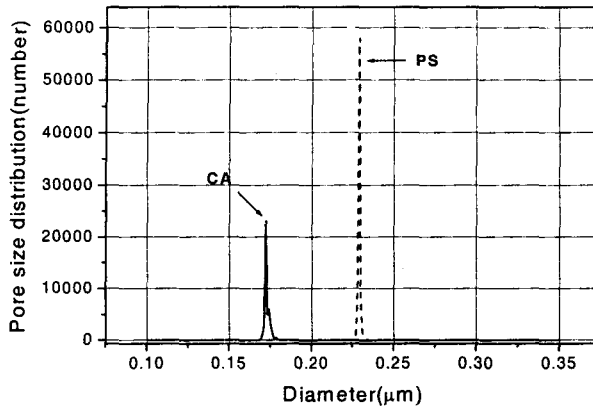


Fig. 2. Distributions of average pore diameter of CA and PS membranes.

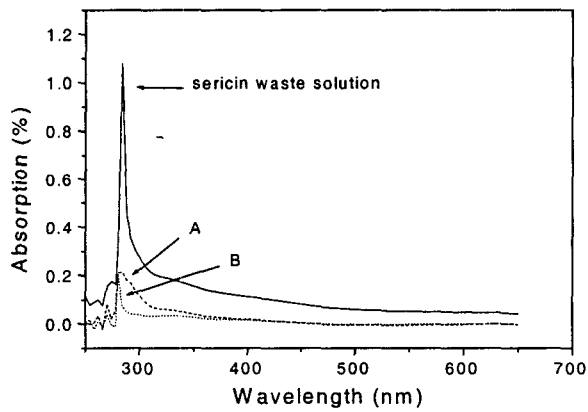


Fig. 3. Comparison of permeation characteristics on sericin waste solution of Milipore membrane and various prepared membranes. (at 20°C, pressure : 1.5kgf/cm<sup>2</sup>)  
A : Milipore PS membrane  
B : CA membrane