

Tubular UF Membrane을 이용한 실크 정련폐액 농축 공정 [I]

차진우, 홍영기*, 배기서
충남대학교 섬유공학과, *(주)선진인더스트리

Concentration of Degumming wastewater of silk by Tubular UF Membrane [I]

Chin-u Cha, Young-Ki Hong* and Ki-Seo Bae
Department of Textile Engineering, Chungnam national University, Daejeon, Korea.
*Sun-jin industry co., Ltd, Nonsan, Korea

1. 서론

실크 세리신은 누에(Bombyx mori)로부터 얻어지는 천연 거대분자 단백질로서, 누에고치실의 20~30%를 차지하고 있다. 세리신은 외부로의 자극으로부터 피브로인을 보호하는 역할을 하지만, 견사나 견직물을 얻기 위해서는 정련 공정에서 반드시 제거하게 된다. 현재 생산 현장에서는 비누/알칼리 정련법으로 세리신을 제거하고 있는데, 정련 폐액중에 포함되어 있는 세리신 단백질에서 분해된 각종 아미노산과 비누 및 강알칼리 약제로 인해 환경오염의 주된 원인이 되고 있다.

그러나 세리신 단백질은 자체의 산화반응에 의한 항균성, 자외선 차단효과, 높은 흡습성 및 보습효과를 갖고 있으며 다른 종류의 고분자 물질과의 가교결합, 공중합등의 화학결합이 가능하여 다양한 제품으로의 전개가 가능한 것으로 알려져 있다.¹⁾⁻³⁾

따라서 자원을 재활용하며 수질오염을 방지하고 폐수 처리 비용을 절감하기 위한 목적으로 세리신을 회수하여 기능성 소재로서 활용하고자 하는 연구가 진행되고 있다.⁴⁾ 특히 고온고압에 의한 정련폐수로부터 한외여과(ultrafiltration)막을 이용하여 세리신을 회수하고자 하는 연구가 이루어지고 있다.⁵⁾ 또한 현재 많이 채택하고 있는 비누/알칼리 정련법에 의해 발생하는 정련 폐액으로부터 세리신을 회수하기 위하여 알루미늄계 금속염화합물을 첨가하여 세리신 응집 회수를 시도한 연구도 보고되고 있다.⁶⁾

따라서 본 논문에서는 전해 환원수를 이용한 견섬유의 정련 공정에서 얻어진 실크 정련 폐액을 농축하는 공정으로 관형 한외여과막을 이용하여 각 공정별 분리 조건 즉, 공급액의 농도, 공급압력, 공급속도 등에 따른 세리신의 농축 회수의 특성을 검토하였고, 또한 세리신 회수에 따른 폐수의 정화도를 분석하기 위하여 생물학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD) 및 질소이온 농도 등을 측정하여 전해수 이용의 유용성을 검토하였다.

2. 실험

2.1. 정련폐액의 제조

일본의 NIPPON INTEK사의 전해수 제조장치에서 생산된 전해 환원수 (ERW: Electrolytic reduction water; pH 11.7)를 이용하여 생견사(가잠견, 중국 산둥성 부근 생산)를 욕비 1:200에서 1:20까지로 하여 95°C에서 2시간 처리하여 정련 폐액을 제조하였다. 제조된 폐액은 분리막 실험에 사용하기 위해 6~11µm의 세공 크기를 갖는 필터로 예비 필터링을 하였다.

2.2. 여과막의 재료

역삼투막에 비해 경제적이면서 세균, 미립자, 고분자 단백질의 제거가 가능한 한외여과막을 선택하

였으며 막의 재질로는 기계적 강도, 내열성, 가공성, 내화학성 및 높은 순수 투과 플럭스를 가지는 polyethersulfone 을 선정하였다. 여과막은 영국의 PCI사의 tubular type으로서 PES (4,000 & 9,000MW)과 개질 PES (4,000MW)을 사용하였다.

Table 1. Characteristics of UF membrane.

| Model No. | ES209 | ES404 | ESP04 |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Material | PES | PES | Modified PES |
| MWCO | 9,000 | 4,000 | 4,000 |
| pH range | 1.5~12 | 1.5~12 | 1~14 |
| Membrane area | 0.011m ² | 0.011m ² | 0.011m ² |

2.3. 실험장치

공급탱크는 스테인레스로 만들어진 15 l 용량의 탱크이며 온도조절장치를 통해 공급액의 온도를 일정하게 유지하도록 하였다. 공급액은 원심펌프(CRN4-30, Grundfos, German)에 의해 공급탱크로부터 압력탱크로 이송되어 일정하게 유지된 압력으로 막 모듈에 공급되었고 우회관을 설치하여 막에서의 압력과 유량을 조절할 수 있도록 하였다. 막모듈에 유입되는 유량은 유량계(Dwyer)로 측정하였고, 압력은 최대 73.2kgf/cm²의 압력을 측정할 수 있는 압력계(Foster)를 설치하여 실험하였다. 본 분리장치는 막 모듈의 크기가 다른 경우나 또한 여러 개를 설치 할 경우에도 쉽게 탈·장착하여 실험 할 수 있도록 하였다.

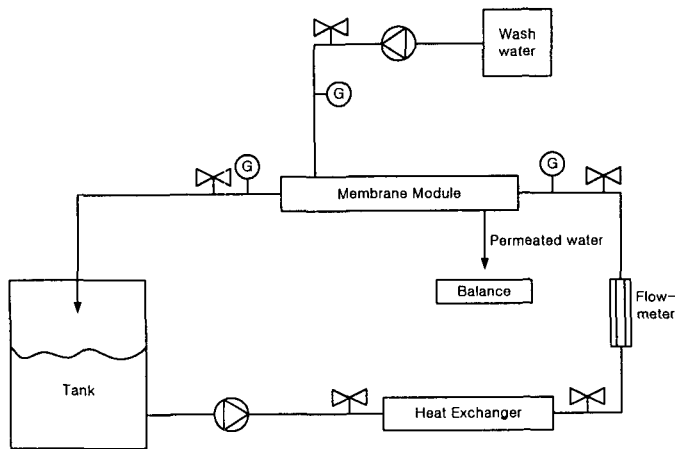


Fig 1. UF membrane process unit of the tubular type module.

2.4. 분석 및 측정

세리신 농도 측정을 위하여 UV spectrophotometer를 사용하였으며, 세리신 회수에 따른 폐수의 정확도를 분석하기 위하여 생화학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD) 및 질소이온 농도 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 공급액의 농도

세리신에 대한 농도별 UV 흡수값의 검량선을 바탕으로 공급액의 농도를 다양하게 변화시켜 그 투과량의 변화를 측정하였다. 즉 공급온도 40℃, 공급압력 40psi 및 유속 13l/min 으로 농도별 투과율을 비교한 결과 농도가 높을수록 투과율이 떨어짐을 알 수가 있었다. 이것은 농도가 증가함에 따라서 겔층의 형성이 용이해진 결과로 판단된다.

3.2 공급압력 및 속도

공급압력의 변화는 10, 20, 30, 40, 50psi의 조건으로 세리신 용액의 투과율을 비교한 결과 압력이 클수록 투과율이 증가함을 알 수가 있었는데, 이는 압력의 증가로 인한 막 표면의 겔층 형성을 억제시켰다고 생각한다. 또한 공급속도의 변화에 대해서도 유속이 증가할수록 상대적 투과율이 증가하는 경향을 나타내었다.

3.3 투과율의 변화

실크 정련폐액 (농도 0.37%)을 압력 30psi, 유속 11.5l/min으로 30시간동안 운전하여 얻은 투과율을 그림과 같이 나타내었다. 장시간동안 운전을 하여도 관형 한외여과막에 있어서의 투과율의 변화는 적은 것으로 확인되었다.

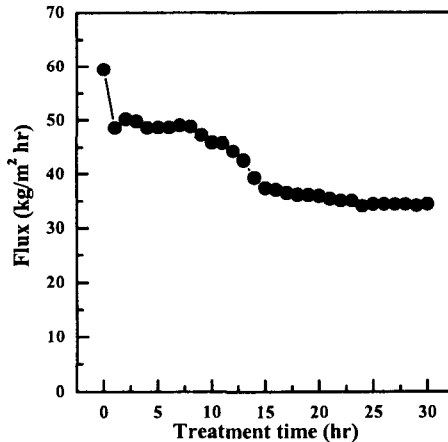


Fig 2. Variation of Flux on Silk Degumming wastewater

3.3 배제율

욕비 1:200으로 정련한 전해수 정련 폐액 (0.37%)을 각각의 분리막으로 압력 30psi, 유속 11.5l/min 에서 6시간동안 투과한 투과액에 대한 배제율을 다음표에 나타내었다.

Table 2. Rejection ratio of variation membrane.

| Model No. | ES209 | ES404 | ESP04 |
|---------------|-------|-------|-------|
| Rejection (%) | 77.2 | 88.3 | 91.2 |

4. 결론

전해수를 이용한 실크 정련 폐액을 관형 한외여과막을 이용하여 농축하는 공정에 있어서 투과량은 분획분자량이 클수록 높았으며 (9,000 > 4,000), 투과유속의 경시변화에 대한 안정성은 MWCO가 작을수록 우수함을 확인하였다. 또한 투과한 폐액의 환경지수를 측정한 결과 처리전의 값보다 약 85 % 이상 감소한 것으로 나타난 바 PES 관형 한외여과막의 실크 정련폐액 농축공정에 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. Kato, K., S. Sato, A. Yamanaka, H. Yamada, N. Fuwa, and M. Nomura, Silk protein, sericin, inhibits lipid peroxidation and tyrosinase activity. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 62, 145-147(1998)
2. Engel, W., Eigenschaften eines sericin haltigen puffernden shampoos. *Arztl Kosmetol.* 17(2), 91-110(1987)
3. Voigeli, R., Meier, J., Blust, R., and Hofsteter, R., Sericin silk protein: Unique structure and properties, *Cosmetics & Toiletries.* 108, 101(1993)
4. Shin, B. S., G. J. Lee, and H. Y. Kweon, A research on the use of sericin; These collection., Sangju National Polytech University., 4, 127-144(1997)
5. Fabiani C., M. Pizzichini, M. Spadoni, and G. Zeddit, Treatment of waste water from silk degumming processes for protein recovery and water reuse, *Desalination.*, 105, 1-9(1996)
6. Kim Y. D., H. Y. Kweon, and S. O. Woo, collecting method of silk sericin from degumming solution and characteristics of recovered sericin, *Korea J. Seric. Sci.*, 43(1), 37-40(2001)