

## 투과증발막용 PVA 제조특성

\*강 소라<sup>1)</sup>, 윤 석영<sup>2)</sup>, \*\*장 덕례<sup>3)</sup>

### Characteristics of PVA for pervaporation membrane

\*So-ra Gang, Suk-young Yoon, \*\*Duk-rye Chang

**Abstract** : 투과증발은 저 에너지 분리기술로서 공비혼합물의 분리 및 유기화합물을 선택적으로 분리하는 공정에 활용되고 있다. 투과증발공정을 위한 막으로 쓰이는 대표적 고분자 재료인 친수성 고분자 PVA(Poly(vinyl alcohol))는 하이드로실 그룹을 포함하고 있어 물에 대한 선택도가 뛰어난 장점을 가지고 있다. 그러나 PVA는 물에 대한 친화력이 높아 투과증발막으로 적용하기 위해서는 내수성을 향상시키기 위하여 가교시킨 후 투과증발막으로 사용가능하다. 본 연구에서는 PVA 분리막을 투과증발막으로 적용하기 위하여 PVA를 전기방사에 의해 나노섬유로 제조하고 제조된 나노섬유가 수용액에서 내수성을 갖게 하기 위해 10-70%의 KOH수용액에 가교화 하여 특성을 알아보았다,

**Key words** : Pervaporation(투과증발), Electrospinning(전기방사), Nanofibers(나노섬유), Hydrophile polymer(친수성 고분자), Dehydration(탈수), Azeotrope(공비혼합물)

## 1. 서 론

투과증발(Pervaporation)은 투과(Permeation)와 증발(Evaporation)의 합성어로 진공유지에 필요한 전력만을 소비하는 저에너지 소비 기술로써 물과 에탄올과 같은 공비혼합물의 분리 및 유기화합물 중 저농도 유기물을 선택적으로 분리하는 공정에서 현재 활발히 활용되고 있다.

투과증발을 이용한 분리기술의 핵심은 우수한 선택도와 투과도를 지닌 분리막을 개발하는 것이다. 현재까지 가장 널리 연구 개발되고 있는 고분자소재는 Poly(tetrafluoroethylene)(PTFE), Poly(dimethylsiloxane)(PDMS), Sulfonated polysulfone, Poly(vinyl alcohol)(PVA) 등이 이용되고 있다. 이들 중 공비혼합물인 물/에탄올 분리에 있어 탈수용 투과증발막 소재로 친수성 고분자인 PVA가 가장 널리 사용되고 있다. 이는 PVA가 곁 사슬에 있는 하이드로실 그룹을 포함하고 있어 매우 큰 극성을 띤 친수성 고분자이며, 제조가 용이하고 기계적 강도 또한 우수한 특성을 지니고 있다. 따라서 PVA를 이용한 높은 투과도 및 선택도를 지닌 탈수용 투과증발막에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 바이오에탄올 제조공정에서 발효공정 후 에탄올과 물의 분리를 목적으로 친수성 고분자인 PVA 분리막을 에탄올 탈수용 투과증발막으로 적용하고자 한다. 특히 물의 투과도와 선택도를 향상시킬 방안으로 PVA 분리막을 전기방사에 의해 나노섬유로 제조하여 탈수용 투과증발막으로 적용하고자 하였다.

그러나 전기방사에 의해 제조된 PVA 분리막은 물에 대한 높은 친화력을 지니고 있어, 가교화 등 후처리공정을 거쳐야만 물에서의 일정한 강도가 유지되어 분리막으로 사용가능하다.

따라서 본 연구에서는 에탄올/물 혼합물에서 탈수용 투과증발막으로 적용하기 위하여 전기방사에 의해 PVA 분리막을 제조하였고, 이를 수용액상에서도 안정된 웹형태를 유지할 수 있는 강도를 지닌 분리막을 제조하기 위하여 염기성용매의 가교화 조건에 따른 PVA 분리막의 물리적 특성을 조사해 보았다.

## 2. 실험

### 2.1 재료

본 연구에서는 분자량이 85,000-140,000인

- 1) 한국생산기술연구원 광응용부품지원센터  
E-mail : sora@kitech.re.kr  
Tel : (062)600-6133 Fax : (062)600-6179
- 2) 한국생산기술연구원 광응용부품지원센터  
E-mail : vszk2368@kitech.re.kr  
Tel : (062)600-6132 Fax : (062)600-6179
- 3) 한국생산기술연구원 광응용부품지원센터  
E-mail : drchang@kitech.re.kr  
Tel : (062)600-6130 Fax : (062)600-6179

PVA (Aldrich Co.)를 시약용으로 구입하여 사용하였고, 용매로 DMF (N,N- dimethylfor mam ide, JUNSEI)와 3차 정제수를 사용하였다. 전기방사에 사용된 고분자용액은 PVA를 DMF와 정제수 혼합용매(5:5)에 무게비로 15wt%를 완전히 용해한 후 전기방사장치(NTSEE Co.)을 이용하여 나노섬유를 제조하였다.

## 2.2 PVA 분리막 제조 및 안정화

전기방사에 의한 PVA 분리막 제조공정 조건으로는 고분자용액의 농도는 15wt%, 인가전압은 26.5kV, 방사거리(TCD, tip-to-collector distance)는 18cm 및 집전체의 회전속도는 330 rpm으로 일정하게 유지하였다. 제조된 PVA 분리막의 강도를 증가시키기 위하여 KOH 염기성 수용액의 농도를 10%~70% 달리하여 일정시간 담근 후 정제수로 충분히 수세한 후 60℃ 진공오븐에서 건조시켰다.

## 2.3 PVA 분리막의 물리적 특성평가

PVA 분리막의 형태학적 특성은 전자주사현미경(SEM, JSM-6460LV, JAPAN)을 이용하여 분석하였고, 염기처리 전 후의 분리막의 인장강도는 만능재료시험기(Universal Testing Machine, 5543, Instron co., USA)을 이용하여 측정하였다.

## 3. 결과

### 3.1 전기방사된 PVA 분리막

그림 1에 전기방사에 의해 제조된 PVA 분리막의 표면특성 및 직경의 분포도를 보였다. 제조된 PVA 분리막의 나노섬유의 평균직경은 300 nm로 균일한 분포도를 나타내었다.

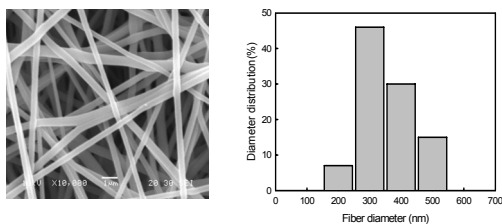


Fig. 1 SEM photograph of electrospun PVA nano fibers

### 3.2 PVA 분리막의 물리적 특성

전기방사에 의해 제조된 PVA 분리막을 물과 에탄올의 분리에 사용할 탈수용 투과증발막으로 적용하기 위해서 먼저 물에 대한 형태안정성을 실험해 본 결과 아무런 후처리 없이 전기방사에 의해 제조된 PVA 분리막은 물을

적시자마자 물을 급격히 흡습한 후 녹아버렸다.

그러나 KOH 염기성 수용액으로 일정시간 유지 후 수용액상에 넣은 경우 PVA 분리막의 형태가 유지되었다. 특히 그림 2에 보인 바와 같이 KOH 염기성 수용액의 농도를 달리하여 일정시간 담근 후 PVA 분리막의 인장강도를 조사해 본 결과 염기성 수용액의 농도가 증가할수록 인장강도가 증가됨을 볼 수 있다. 특히 30% KOH 염기성 수용액에서 처리한 PVA 분리막의 경우 평균 인장강도가 461 kgf/cm<sup>2</sup>로 염기처리 하지 않은 막의 평균 인장강도인 77 kgf/cm<sup>2</sup> 보다 6-7배 증가하였다. 그러나 염기성 수용액의 농도가 50% 이상인 경우 PVA 분리막은 강도측면에서는 크게 증가되지는 않으면서도 염기성 수용액의 흡습 및 수세에 어려움이 있었다.

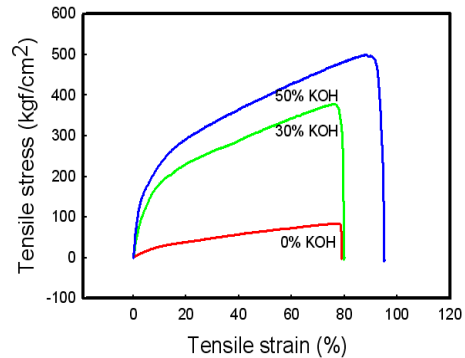


Fig. 2 Tensile strength of PVA fibers

## 4. 결론

수용액 상에서 안정된 PVA 분리막의 웹 형태를 얻기 위해서 30% KOH 염기성 수용액으로 일정시간 처리된 PVA 분리막은 물과 같은 수용액 상에서 안정된 형태를 유지하므로 향후 이를 이용한 물과 에탄올의 분리에 적합한 탈수용 투과증발막으로 적용이 가능할 것으로 생각된다.

## 후기

본 연구는 환경부의 차세대 핵심환경기술개발 사업의 일환으로 수행되었습니다.

## References

- [1] Jonggeon Jegal and Kew-Ho Lee, 1997, "Polymeric Materials for Pervaporation Membrane," Membrane Journal, Vol. 7, No. 7, pp. 157-166.