

## 증기투과에 의한 aroma/water의 분리

송지훈, 신보철, 김주호, 한상오, 송근호, 이광래  
강원대학교 화학공학과

### Separation of aroma/water by vapor permeation

Jee-Hoon Song, Bo-Chul Shin, Ju-Ho Kim, Sang-Oh Han, Kun-Ho Song,  
Kwang-Rae Lee

Department of Chemical Engineering, Kangwon National University

#### 1. 서론

최근 수년동안, 식품, 제약, 화장품 산업 등에서 첨가물을 천연적으로 생산하는데 관심이 증대되고 있다. Flavor의 기본적인 물질들은 화학적으로 합성이 가능하지만, 소비자의 생활수준이 높아짐에 따라 점차 천연향료를 선호하는 추세에 이르게 되었다[1]. 그러나 자연의 동, 식물에서 flavor를 얻는 공정(추출, 증류, 흡착등)이 매우 복잡하고 수율이 매우 낮아 많은 공정들이 연구되어 지고 있다. 증기투과는 보통 기체와 증기의 혼합물을 분리하는데 이용되는데, 이중 기체보다 투과도가 상대적으로 큰 증기가 막을 통해 선택적으로 투과함으로써 분리가 일어나는 것이다. 일반적으로 증기투과는 대기압보다 낮은 압력에서 행해지는 것이 보통이며 추진력의 구배를 주기 위해 투과부에 진공펌프를 이용한다. 증기투과는 투과증발에 비해 막 양단에 상변화가 없기 때문에 투과층에서의 증발 엔탈피 공급 문제를 피할 수 있고, 장치 설비가 간단하며 feed side에서의 농도분극도 적어 막의 수명이 길어진다. 더불어 공급액측의 압력을 증가시킴으로써 처리 용량의 증대를 가져 올 수 있으며 증류와 병행이 가능하다는 장점을 가지고 있다[2].

일반적으로 aroma 화합물에 대한 연구는 고분자막을 이용한 연구가 활발히 이루어지고 있는데 고분자막은 선택도는 높으나 투과 플럭스가 작고 공급부의 농도가 증가할수록 swelling이 심해져 선택도도 감소된다. 이러한 투과 플럭스와 선택도 향상을 위해 소수성 물질로 표면 처리한 알루미나 무기막을 이용하였다.

#### 2. 실험

본 연구에서는 소수성 유기물질로 표면 처리한 알루미나막을 이용하여 과일 향의 대표적인 aroma 화합물인 ethyl acetate, ethyl propionate, propyl acetate, butyl acetate, ethyl butyrate를 선택하여 증기투과를 실시하였다. 각각의 물질에 대해 온도와 농도에 따른 투과량의 변화를 급속냉각수조를 통하여 수집하여 측

정하였다. 투과부의 진공은 진공펌프로 유지하였으며 투과 실험 동안 압력은 10 torr 이하로 유지하였다. 각각의 물질에 대한 물리적 특성을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Some properties of the used in the study

compound	Molecular weight(g/mol)	Specific mass (g/cm <sup>3</sup> )	Molar volume (cm <sup>3</sup> /mol)	Boiling point (°C)	Water solubility at 25°C (g/100g)
Ethyl acetate	88.1	0.902	97.7	77	8.5
Ethyl propionate	102.13	0.891	114.6	99	2.4
Propyl acetate	102.13	0.886	115.6	101.6	1.6
Butyl acetate	116.16	0.882	132.6	125	0.7
Ethyl butyrate	116.16	0.879	132.2	121	0.68
Water	18.01	1.00	18.01	100	solvent

### 3. 결과 및 토론

본 연구에서는 각각의 물질에 대해 온도와 농도에 변화를 주어 aroma 화합물의 투과 실험을 시행하였다. 공급부의 온도는 30, 40, 50°C로 변화를 주었고 농도는 0.05~0.6wt%로 변화를 주어 실험하였다.

공급부의 온도가 30°C일 때 투과부의 농도를 Fig. 2에 나타내었다. 증기투과 실험 후 ethyl acetate, ethyl propionate, propyl acetate, butyl acetate, ethyl butyrate의 농도(wt%)는 각각 6.49~35.7, 10.8~46.9, 13.1~42.9, 14.9~44.8, 20~61.1로 농축되었으며 ethyl butyrate가 가장 많이 투과되었고 butyl acetate, ethyl propionate, propyl acetate, ethyl acetate 순으로 투과되었다.

공급부의 온도가 40°C일 때 투과부의 농도를 Fig. 3에 나타내었다. 각각의 aroma 화합물에 대한 농도(wt%)는 4.05~36.2, 18.3~49.5, 4.01~43.9, 8.27~49.6, 0.06~61.9로 나타나 30°C와 같은 현상을 보였다.

공급부의 농도가 50°C일 때, 앞의 30°C와 40°C의 온도와 같은 결과로 나타났으며 투과부의 농도는 Fig. 4에 나타내었다. 50°C에서의 투과부의 농도(wt%)는 3.52~36.9, 3.92~48.6, 3.85~43.5, 7.81~47.3, 8.24~67.1로 나타났다. 각각의 온도에 대한 투과 플럭스는 ethyl butyrate가 가장 높았으며, butyl acetate, propyl acetate, ethyl propionate, ethyl acetate 순으로 나타났다. 이러한 결과는 M.K. Djebbar et al[3]의 PDMS막에 대한 투과 실험 결과와 같았다. 또한, 각각의 aroma 화합물은 물에 대한 용해도가 매우 낮아 투과부에 상분리가 일어나 거의 순수한 물질을 얻을 수 있었다.

고분자막의 경우 공급부 용액의 농도가 증가할수록 swelling이 심해져 선택도가 감소한다. 그러나 본 연구에 사용한 소수성 유기물로 표면 처리한 무기막은

공급부의 농도가 증가하면 투과부에 투과 플럭스와 선택도가 모두 증가하였다. 따라서 사용된 막은 swelling이 없다고 판단되며 막 표면의 소수성 유기물과 aroma 분자사이의 상호작용이 분리메카니즘을 지배한다고 생각된다.

#### 4, 참고문헌

- [1] Henry B. Heath, M.B.E., B. Pharm, Flavor Technology: Profiles, Products, Applications, AVI Publishing Co., London, p3-22 (1978)
- [2] I. Blume, P.J.F. Schwering, M.H.V. Mulder, C.A. Smolders, Vapor sorption and permeation properties of poly(dimethylsioxane) films, J. Membr. Sci. 61 (1991)
- [3] M.K. Djebbar, Q.T. Nguyen, R. Clement and Y. Germain, J. Membr. Sci., 146, 125 (1998)

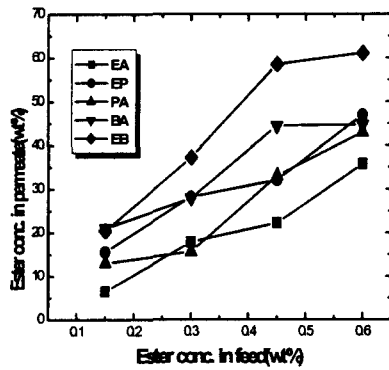


Fig. 1. Ester concentration in permeate by vapor permeation at 30°C

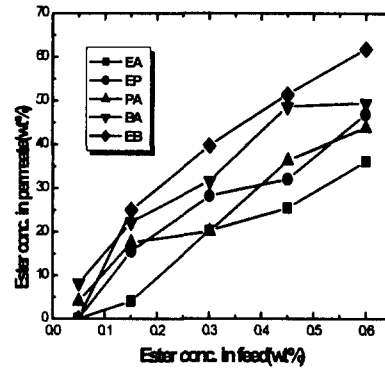


Fig. 2. Ester concentration in permeate by vapor permeation at 40°C

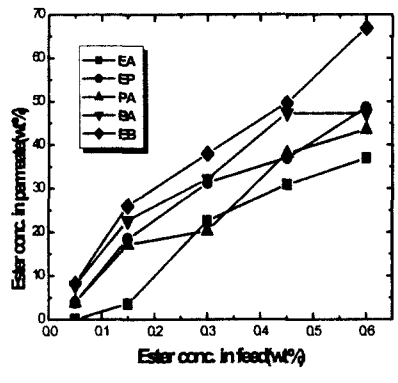


Fig. 3. Ester concentration in permeate by vapor permeation at 50°C