

유가공폐수처리를 위한 막분리공정에서 전처리의 효과

이성욱, 김경량, 노성희, 이재욱, 김선일*
 조선대학교 생명화학공학과
 (sibkim@chosun.ac.kr*)

Effect of Pre-treatments in Membrane Separation Process for Dairy Wastewater Treatment

Sung-Wook Lee, Kyung-Ryang Kim, Sung-Hee Roh, Jae-Wook Lee, Sun-Il Kim*
 Department of Chemical and Biochemical Engineering, Chosun University Gwangju
 (sibkim@chosun.ac.kr*)

서론

유가공폐수는 세척수로 다량의 물을 사용하므로 유량이 크며 각 공정마다 발생하는 폐수에는 고농도의 유기물질이 함유되어있다. 또 세척공정에 사용되는 세제가 강산이나 강알칼리 계통이므로 세척폐수의 pH는 대단히 높거나 낮은 경우가 많다. 유가공폐수는 주로 고농도의 용해성 물질로 구성되어 BOD, 탁도, 인, 질소 등의 처리에 많은 관심을 가져야한다. 기존의 유가공 폐수처리 방법인 활성슬러지법은 저농도의 유기성 폐수처리에는 효율적이지만 고농도의 경우에는 고도처리 기술이 필요하다. 또한, 활성슬러지공법의 가장 큰 문제점 중의 하나는 사상균의 과다 성장으로 인한 벌킹현상이 발생하며, 폐수량과 농도의 변화가 많아서 충격에도 강한 공정을 선정해야 한다. 따라서 본 연구에서는 유가공폐수처리를 위한 막분리공정에서 유기물질에 의한 막의 오염을 제어하고 처리효율을 향상시키고자 응집 및 흡착의 전처리공정을 실시하여 처리효과를 평가하였다.

실험

실폐수는 유가공업체 폐수처리장의 유량조정조에서 채취하여 실험기간 동안 균질한 성상을 유지하도록 저온에서 균일혼합한 후 사용하였으며, 그 특성을 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Characteristics of Dairy Wastewater

Specification	Value	Permissible limit
pH	8.5	5.8~8.6
COD, mg/L	588.0	130
BOD, mg/L	1892.0	120
SS, mg/L	820.0	120
Turbidity (NTU)	803	2
n-H, mg/L	9.8	5
T-N, mg/L	63.67	60
T-P, mg/L	68.90	8

유가공폐수처리를 위한 막분리공정에서 유기물질에 의한 막의 오염을 제어하고 처리효율을 향상시키기 위한 전처리공정의 처리효과를 평가하고자 응집 및 흡착의 단일공정 및 결합공정에 관한 실험을 수행하였다.

먼저 pH에 따른 유가공폐수의 응집특성을 알아보고, 또한 응집제량에 따른 응집특성을 관찰해보았다. 응집제는 Alum(Aluminum sulfate 14~18-water, SHOWA)을 사용하였으며 pH meter(Corning-440), UV/visible spectrophotometer(Amersham-Ultraspec 2900pro), 탁도계(hach 2100P) 을 이용하여 자료를 분석하였다.

흡착실험은 흡착제로 분말활성탄을 사용하였으며, 분말활성탄의 최적 투여량을 결정하기 위하여 평형실험을 실시하였다. 반응 후 UV/visible spectrophotometer (Amersham-Ultraspec 2900pro)를 이용하여 시료의 농도를 분석하였다.

유가공 폐수처리를 위한 막분리 공정에 UF(Ultrafiltration)막과 RO(reverse Osmosis)막을 사용하여 120시간동안 막분리를 실시하여 처리수 및 플럭스(Flux)를 측정하였다. 막분리 공정에 사용된 막의 특성을 Table 2에 나타내었으며, 전처리와 막분리를 결합한 혼성공정 시스템을 Figure 1에 나타내었다.

Table 2. Characteristics of Membranes

Properties	Description/Value	
	UF	RO
Type	Thin-film Composite	
Material	PSf (Polysulfone)	PA (Polyamide)
Operating pH range	3.0 ~ 10.0	
Pore size, (µm)	~10 ⁻²	~10 ⁻³
MWCO(Molecular Weight Cut Off)	1000K	-
Salt Rejection, %	-	96.0

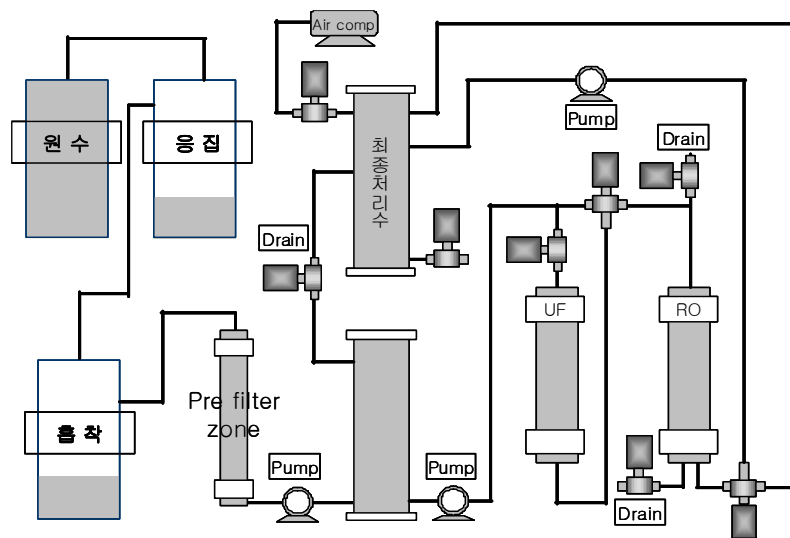


Fig. 1 Schematic diagram of hybrid treatment system.

결과 및 고찰

유가공폐수처리의 효과를 비교하기 위하여 응집, 흡착 및 막분리의 단일공정 및 전처리와 막분리의 결합공정에 관한 실험을 수행하였다. 또한 흡착과 응집의 전처리공정을 실시한 후 UF막과 MF막을 사용하여 유가공폐수를 처리하여 그 특성을 알아보았다.

먼저 전처리를 하지 않은 유가공폐수를 pre-filter를 거친 후 UF와 RO 막을 이용하여 처리하였다. UF 막을 사용하여 처리하였을 때 COD, 탁도 제거율은 각각 70%, 85% 이었다. 그리고 RO 막을 사용하여 처리하였을 때는 유가공폐수가 고농도이기 때문에 막이 쉽게 오염되어 처리가 되지 않아 처리수가 발생하지 않았다. 전처리를 실시한 후 막분리를 하여 유가공폐수를 처리하였을 때가 전처리를 실시하지 않고 막분리를 실시하였을 때보다 COD, 탁도, NH₃-N, T-P 의 제거율이 증가 되었으며 막의 오염도 감소하였다.

Table 3. Performances of Pre-treatment and Membrane Separation Processes

	COD (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	Turbidity (NTU)
Coagulation	137.8	5.2	13.8	4
Adsorption	110.3	7.2	23.4	12
UF	130.7	7.3	18.2	102
Coagulation/Adsorption	82.32	5.0	12.7	8
Coagulation/UF	74.26	2.7	7.9	3
Coagulation/RO	54.08	2.0	2.7	1
Adsorption/UF	71.10	6.2	8.7	4
Coagulation/adsorption/UF	68.72	4.5	1.2	1
Coagulation/UF/RO	58.42	2.6	0.9	1

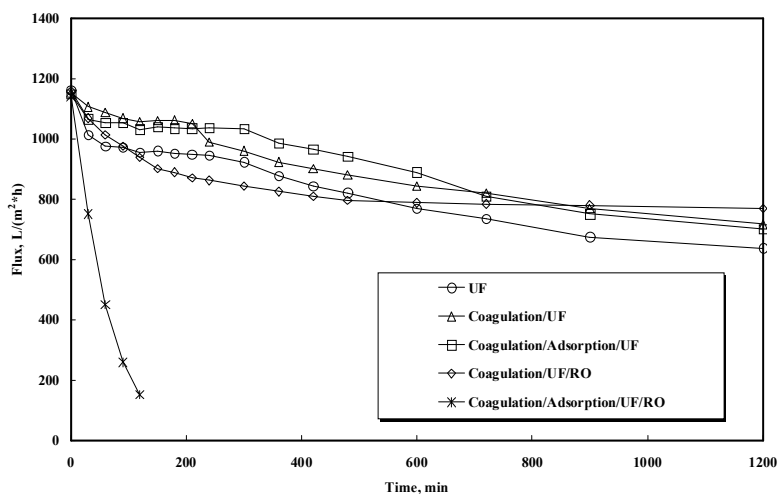


Figure 2. Flux variations of membrane separation hybrid processes

전처리를 실시하지 않고 UF막과 RO막을 사용하여 유가공폐수를 처리 했을 때, UF막의 경우 운전 초기에 급격한 유량 감소를 보였고, 폐수 제거율도 기준치에 미치지 못했다. UF막과 RO막을 사용하여 공정을 실시하기 전에 전처리를 실시한 후 막분리를 하여 유가공폐수를 처리하였을 때가 전처리를 실시하지 않고 막분리를 실시하였을 때보다 폐수의 처리효율이 증가 하였다. 하지만 분말활성탄을 사용하여서 흡착을 한 후, RO막을 사용하여 폐수를 처리하였을 때 폐수 속에 남아있는 미세한 분말활성탄 입자에 의해서 RO막의 기공이 막혀버림으로 폐수의 처리가 이루어지지 않았다. 위 공정 중 가장 좋은 특성을 보인 공정은 두 가지이다. 먼저 응집과 흡착을 거친 후 UF막을 사용한 경우는 COD, NH₃-N, 총인, 탁도가 각각 68.7 mg/L, 4.5 mg/L, 1.2 mg/L, 1NTU 이었고, 다음으로 응집과 UF막을 거친 후 RO막을 사용한 경우는 COD, NH₃-N, 총 인, 탁도의 농도는 각각 58.4 mg/L, 2.6 mg/L, 1.9 mg/L, 1NTU 로 기준치를 만족하는 결과를 보였다. UF막을 RO막의 전처리로 사용하였을 때, 뛰어난 전처리 성능 때문에 RO막의 수명이 연장되었고, 처리효율을 증가시켰다.

결론

본 연구에서는 유가공폐수처리를 위한 막분리공정에서 유기물질에 의한 막의 오염을 제어하고 처리효율을 향상시키고자 응집 및 흡착의 전처리공정을 실시하여 처리효과를 평가하였다. 전처리를 실시하지 않은 경우, 전처리공정으로 alum에 의한 응집을 실시한 경우, 활성탄에 의한 흡착을 실시한 경우, 그리고 응집-흡착을 조합하여 실시한 경우의 막분리 효과를 분석한 결과, 흡착에 비하여 응집에 의한 전처리효과가 더 우수하였으며, 응집-흡착을 조합한 전처리를 실시한 막분리공정에서 COD 및 탁도의 제거율은 각각 70~88 % 및 85~99 %로 증가하였으며, 일정한 압력에서 투과플럭스는 전처리를 실시하지 않은 경우에서 보다 10 % 이상 증가하였다.

참고문헌

1. Y. Wang, X. Huang, and Q. Yuan, *Pro. Biochem.*, **40**, 1733 (2005).
2. M. Mayhew and T. Stephenson, *Environ. Tech.*, **18**, 883 (1997).
3. A. D. Bailey, G. S. Hansford, and P. L. Dold, *Water Res.*, **28**, 297 (1994).
4. J. A. Lopez-Ramirez, S. Sahuquillo, D. Sales, and J. M. Quiroga, *Water Res.*, **37**, 1177 (2003).
5. J. J. Qin, K. A. Kekre, G. Tae, M. H. Oo, M. N. Wai, T. C. Lee, B. Viswanath, and H. Seah, *J. Membrane Sci.*, **272**, 70 (2006).
6. Y. H. Hong, *J. Korea Society of Environmental Administration*, **10**, 185 (2004).
7. J. W. Lee, S. P. Choi, R. Thiruvengkatachari, W. G. Shim, and H. Moon, *Dyes and Pigments*, **69**, 196 (2006).