

NF-RDM과 RO를 이용한 양돈폐수 무방류 자원화 시스템

최찬섭, 이영, 노수홍
연세대학교 환경공학부

Zero Discharge System of Pig Farm Wastewater by Using NF RDM and RO system

Choi Chansup, Lee Young, Noh Soohong
Department of Environmental Engineering, Yonsei University

1. 서론

국내의 양돈 산업은 현대사회의 육류 소비 증가에 힘입어 지속적인 양적 증가를 보이고 있다. 대한 양돈협회의 자료에 의하면 사육 두수는 증가하였으나, 사육 가구 수는 감소하는 경향을 보이고 있다. 또한, 사육 규모의 대형화가 진행되고 있다.¹⁾ 전업규모인 500두 이상을 사육하는 가구의 양돈폐수처리 방법은 정화방류, 퇴비화, 액비화, 퇴비+액비화, 위탁처리, 해양투기의 방법을 사용하고 있으나, 돈사의 구조에 따른 분뇨의 분리여부에 따라 크게 퇴비화, 액비화, 퇴비+액비화 방법을 주로 사용하고 있다. 그러나, 대부분 양돈농가의 가장 큰 애로사항으로 꼽히는 것이 양돈폐수의 처리 문제로서 국내 양돈 규모의 발전에 비해 양돈폐수의 처리 방법은 적절하지 못하다고 하겠다.²⁾

본 연구에서는 고농도 유기성 폐수에 적용할 수 있는 회전판형 분리막모듈과 RO 시스템을 적용하여 새로운 양돈폐수의 무방류 자원화 시스템을 구성하여 각 분리막 공정의 여과 특성을 고찰하였다. 양돈폐수는 돈뇨와 세척수, 식수 등으로 구성되나 최근에는 스크레파와 같은 분뇨 분리시설을 사용하지 않거나 슬러리·돈사와 같은 분뇨 분리가 불가능한 돈사가 많아 본 시스템에서는 노만 포함된 양돈폐수와 분뇨가 혼합된 슬러리 상태의 폐수 모두에 NF RDM과 RO 시스템을 적용하였다.

2. 이론

회전판형분리막 모듈에서의 투과특성은 일반적인 경계층 저항 모델(Resistance-in-series model)에서 발전하여 막 모듈에서 실제 압력차 (ΔP), 유체가 갖는 원심력에 의한 압력강하(P_{FC}), 막 표면과 유체와의 Slip 에 의한 압력강하(P_{slip})에 대하여 폐수의 농도, 회전축의 속도, 회전판의 반경 및 유효압력 등이 포함된 다음의 (1)식으로 나타낼 수 있다.⁴⁾

$$J = \frac{\Delta P_t}{R_m' + \alpha (C_B)^\beta (\omega r)^\gamma \Delta P_t} \dots\dots\dots (1)$$

(R_m' : $R_m + R_f$, C_B : Bulk concentration of the rejected solute, ω : Angular velocity, r : Radius of plate, ϕ : Coefficient of epn., α , β , γ : Values of eqn.)

3. 실험

실험에 사용된 회전판형 분리막 모듈이 장착된 막분리 공정은 Figure 1. 의 개략도와 같이 구성되어 있으며 원수는 공정이 시작되기 전에 1mm의 sieve screen에 걸러진 후 RDM 하우징에 유입되었다. RO 공정은 폴(PALL)의 DT 101 시스템이 사용되었다. NF-RDM에 사용된 분리막은 TRISEP사의 XN45 (6m²)이 사용되었고, DT 101에는 Filmtec사의 TFC (1.395m²) 분리막이 사용되었다.

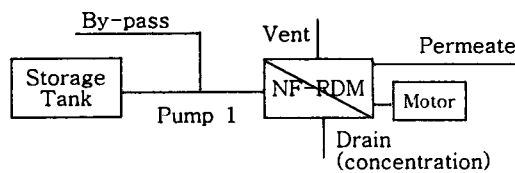


Figure 1. Schematic diagram of NF-RDM system

실험에 사용된 원수는 돈사의 구조에 따라 분뇨 분리가 가능한 돈사에서 흘러내리는 신선한 돈뇨를 저류조를 거쳐 2시간 이내에 농축하였으며, 분뇨가 혼합되어 있는 슬러리는 돈사에서 1개월에서 3개월 이상을 체류한 후 50 mesh의 진동 스크린을 거친 슬러리를 농축하였다. 각각의 운전 조건은 5kg/cm²의 압력을 가하면서 지름 50 cm의 회전판을 150 rpm의

속도로 회전하였으며, 5분 마다 30초 간격으로 압력을 1.2 kg/cm²으로 강하시키면서 운전하였다. 농축은 RDM 하우징 내에서 일어났으며 원하는 농축 배수를 유지할 때 까지 펌프로 압력을 유지하며 원수를 하우징 내로 밀어 넣어 농축하였으며 농축이 끝나면 배수를 시키고 다시 농축을 반복하였다.

돈뇨의 농축에 있어서는 이를 동안 약 23배를 농축 후 배수하여 하루에 한번 씩 배수를 반복하여 투과 특성을 관찰하였다. 돈 분뇨 슬러리를 원수로 하여 이틀간 약 8배를 농축한 후 배수 하였다. 이런 농축 과정에서 생성된 NF-RDM의 투과수는 RO 시스템을 통하여 농축되었다. DT 101의 운전압력은 60kg/cm²를 유지하였으며 돈뇨의 NF 투과수는 8배, 분뇨 슬러리는 6배까지 농축하면서 투과 특성을 관찰하였다.

4. 결과 및 토론

생물학적, 화학적 공정을 배제하고 NF-RDM과 RO 공정을 이용한 돈뇨 및 돈분뇨 슬러리를 직접 농축하여 퇴비화 및 액비화하고 투과수는 재이용하는 무방류 자원화 공정을 개발하기 위한 NF-RDM 및 RO 농축 실험을 수행한 결과 고농도의 농축이 반복 수행되어도 안정한 운전이 지속됨을 확인하였다. 고농도 유기 폐수인 양돈폐수에서 NF 및 RO 분리막 공정의 적용은 막분리 공정의 새로운 적용 분야로 성공적으로 수행되었으며 이후 지속적인 연구 개발로 고농도 폐수의 막분리 공정의 적용에 일조를 할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청 기술혁신사업(회전판형분리막모듈을 이용한 양돈폐수 무방류 자원화 시스템 개발)의 연구비에 의해 수행되었기에 이에 감사드립니다.

5. 참고문헌

- 1) 대한양돈협회 홈페이지 www.koreapork.org.kr
- 2) 농림부, 전업규모 양돈농가 경영실태조사 결과, 2001.11.
- 3) 농촌진흥청 축산기술연구소, 새로운 가축분뇨처리기술, 1997
- 4) 장진호, 2축 회전판형 막모듈의 오일에멀전 투과모델에 관한 연구, 연세대 석사학위논문, 1997
- 5) 박성균, 슬러리 양돈분뇨의 효율적인 처리방안, 아주대 환경공학과 박사학위논문, 2000

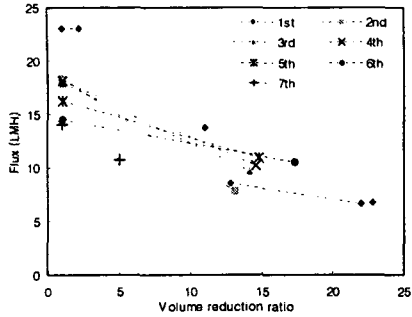


Fig. 2. Variation of flux by the volumereduction ratio (Urine, NF-RDM)

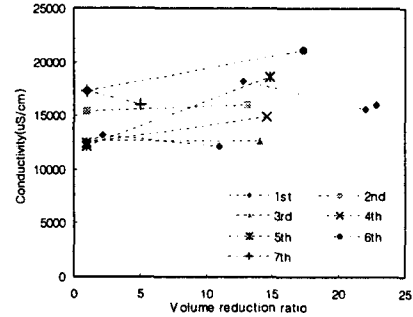


Fig. 3. Variation of conductivity by the volume reduction ratio (Urine, NF-RDM)

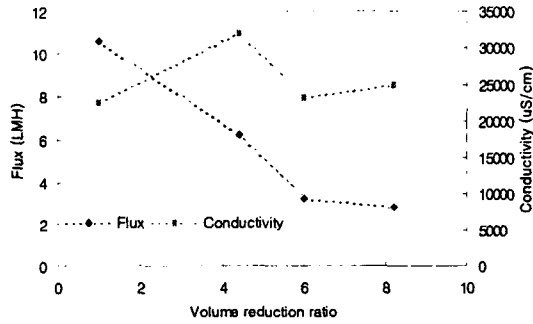


Fig. 4. Variation of flux and conductivity volume reduction ratio (Slurry, NF-RDM)

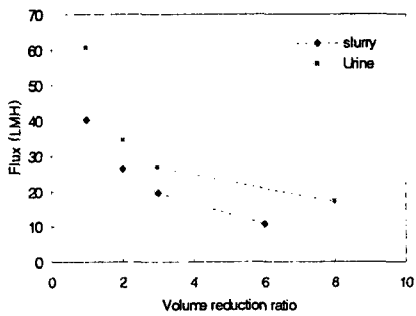


Fig. 5. Variation of flux by the volume reduction ratio (RO-DT101)

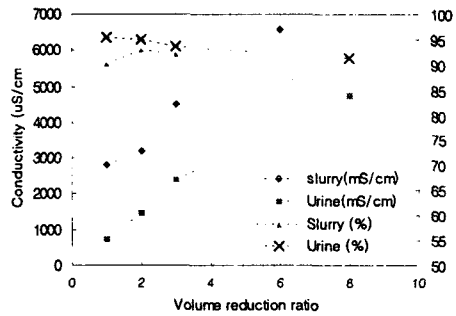


Fig. 6. Variation of conductivity and the rejection by the volume reduction ratio (RO-DT101)