

요 약 문

I. 연구개요

- 독자적인 혐기성 암모니아 산화(Anaerobic ammonia oxidation; Anammox) 미생물 대량 배양기술 및 관리, 회수방법 확보
- 혐기성 소화조 반류수의 고농도 질소제거를 위한 single-stage Anammox의 최적 운전 인자 확보

II. 연구의 필요성 및 목적

- 고농도 질소 함유 폐수의 처리량 증가에 대한 문제 해결과 방류수 수질 기준 강화에 따른 총질소 기준 준수에 대한 문제 해결 대응 기술 개발 필요
- 고농도 질소제거를 위한 전통적인 질소제거방법은 과다한 산소와 외부탄 소원 투입 요구
- Anammox 공정은 기존 공정 대비 약 10배 이상의 처리부하에서도 안정적으로 질소를 제거 가능하며, 처리비용의 최대 90%까지 줄일 수 있는 매우 경제적인 공정
- 소화처리 후 발생하는 반류수(탈리액)에 포함된 고농도 암모니아의 처리를 위해서 Anammox 공정을 기반으로 한 독자적인 질소제거 기술개발이 필요
- Anammox 공정에 필요한 아질산성 질소 확보를 위해 요구되는 부분질산화 공정 시설 확장 및 운전 관리 문제 해결을 위해 두 공정이 결합된 single-stage Anammox 공정 필요
- 성공적인 Anammox 공정 개발을 위해서는 Anammox 미생물의 대량 배양 기술 및 보관 방법, Anammox 공정의 핵심 운전인자 및 최적 조건 도출을 위한 연구가 필요

III. 연구의 내용 및 범위

- 가. Pilot 규모 적용을 위한 Anammox 미생물 대량배양 기술 확보
- Pilot 규모 적용을 위한 Anammox 미생물 확보(300 L 이상)

나. Anammox 미생물 관리 방법 개발

- Anammox 미생물의 장기보관 및 재활성화 평가
- Anammox 미생물의 공정 내 농도 유지 방법 평가

다. Single-stage Anammox 공정의 start-up 촉진 방법 개발

- 활성슬러지, 부분질산화 미생물, Anammox 미생물의 혼합에 따른 공정 평가
- 핵심운전인자(질소농도, pH, DO 등)에 따른 공정성능 평가
- 유기물 부하에 따른 공정성능 평가
- 총 질소제거율 85% 이상 달성

라. Single-stage Anammox 공정의 Pilot-plant 설계 인자 도출

IV. 연구결과

가. Pilot 규모 적용을 위한 Anammox 미생물 대량배양 기술 확보

- 유입수의 암모니아성 질소와 아질산성 질소 농도는 각각 175 mg/L, 빠른 HRT(6시간)로 배양(질소제거율 1.2 kg N/m³/d).
- 단계적 배양의 1단계로써 반응기 규모 10 L에서 30 L 규모까지 확대 배양
- Pilot 규모 적용을 위해 환경공단(수영사업소) 내 300 L 이상 배양 시스템 구축 및 운전

나. Anammox 미생물 관리 방법 개발

- 물리적 조건(온도, 건조)과 첨가제 유무가 조합된 조건들에서 아나목스 바이오매스를 저장시킨 후, 보관일(20, 100, 145일) 경과 후 활성을 조건별로 비교 검토
- Anammox 미생물의 잉여슬러지를 보관·관리하기 위하여 평가한 결과, 단기간의 보관을 위해서는 냉장이나 실온 상태에서 Anammox 미생물을 보관하고, 장기화 될 경우에는 glycerol을 처리하여 냉동보관 할 때 가장 좋은 재현성을 얻을 수 있을 것으로 판단
- 배양기 내 미생물 유출 방지 방안을 비교하여 미생물 유지 평가. 배양기 유출구에 사면체 모양의 20 mesh 공극 sieve를 이용한 유출 방지 구조물을 설치하여 Anammox granule의 유출 저감(미생물유출량 37 mg VSS/day)

다. Single-stage Anammox 공정의 start-up 촉진 방법 개발

- 활성슬러지 식종 조건을 제외한 모든 조건에서 77% 이상의 질소제거 효율을 얻었으며, 활성슬러지와 Anammox 미생물 혼합 조건과 활성슬러지, 부분질산화 미생물과 Anammox 미생물 혼합 조건에서 질소제거 효율 79% 달성
- 활성슬러지와 Anammox 미생물 혼합 조건의 최대 질소제거율 0.127 kg N/m³/d로 가장 우수
- 활성슬러지와 Anammox 미생물을 SBR 공정의 식종원으로 선정

라. Single-stage Anammox 공정의 Pilot-plant 설계 인자 도출

- 30 L 규모의 Lab-scale SBR 반응기 설계 및 제작 후 활성슬러지 /Anammox 미생물 식종하여 운전
- Single-stage SBR Anammox 시스템의 기질(유기물, 질소)부하별 운전을 통해 운영 인자를 도출하였으며, 공정 내 각 모드의 운전 시간, 산소요구량에 대한 인자 제시

V. 연구결과의 활용계획

- 대량배양을 통해 확보된 Anammox 미생물을 Pilot-plant Anammox 공정 구축에 식종원으로 활용
- 확보된 핵심 운전인자를 부산시 하수처리장의 하수찌꺼기 및 음폐수 통합처리 현장에 적용, Anammox 공정 구축 및 운전에 활용
- 기존 반류수 처리 공정과 비교한 처리효율 및 경제성 분석을 통해 현장 적용을 위한 기초자료로 활용 가능