

Ferrate(VI)를 이용한 tetracycline 항생제 분해효율 및 중간생성물 연구

Study on degradation efficiency and pathways of tetracycline by ferrate(VI)

박경덕*, 김일규**

Kyeong Deok Park, Il Kyu Kim

요 지

Tetracycline은 sulfonamides, penicilines 등과 함께 축산계에서 널리 사용되는 대표적인 항생물질의 한 종류이다. 2011년 사료 내 항생제 투여를 금지한 이후 자가치료 및 예방용으로 사용되고 있으며, 가축의 체내로 투여되는 tetracycline는 주로 분뇨에 포함되어 배출되는데, 강우 등 물순환에 따라 지표수 및 지하수로 이동하여 미생물에 독성을 일으키거나 내성균이 발생하기도 한다.

Tetracycline 등의 항생물질 처리 방식으로 흡착 등 다양한 공정이 제시되고 있다. 본 연구에서는 산화제 중 하나인 ferrate(VI)를 이용하여 tetracycline 분해실험을 수행하였다. ferrate(VI)는 염소산화물 및 H₂O₂에 비해 비교적 강한 산화력을 가지며, 처리 후 발생하는 철염(Fe³⁺)은 독성이 없다는 장점이 있다. Ferrate(VI)는 병원균 제거 등에 효과적인 것으로 알려져 있으며, 다양한 난분해성 물질과 항생물질을 성공적으로 분해하여 그 효과를 입증한 바 있다. 본 연구에서는 자체적으로 제조한 potassium ferrate(VI)를 이용하여 다양한 수중 환경에서 tetracycline를 분해하고, 분해특성 및 중간생성물 연구를 수행하였다.

Ferrate(VI)는 염기성 환경에서 tetracycline 분해효율이 가장 높은 것으로 나타났으며, 이는 pH에 따른 tetracycline과 ferrate(VI)의 이온화가 가장 큰 원인인 것으로 판단된다. 특히 ferrate(VI)는 pH가 낮을수록 쉽게 환원되는 특징이 있으며, 염기성으로 갈수록 안정화하여 오래 잔류하므로 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 중간생성물 조사 결과, ferrate(VI)와 tetracycline 사이의 분해 메커니즘은 주로 OH 라디칼로 인한 것이 대부분이며, hydroxylation과 amino group에서의 demethylation의 형태로 발생하였다. 이후 추가적인 반응으로 benzene ring이 깨지면서 결과적으로 CO₂ 및 H₂O 등으로 무기물화 되는 것으로 판단된다.

핵심용어 : 수질 정화공정, 중간생성물 연구, 테트라사이클린, 페레이트, 항생물질

* 정회원 · 부경대학교 환경해양대학 지질환경연구소 전임연구원 · E-mail : zealot13gold@gmail.com

** 비회원 · 부경대학교 환경해양대학 환경공학과 교수 · E-mail : ikkim@pknu.ac.kr