

# 하수처리장 잉여슬러지로부터 단백질 접착제 개발에 관한 연구

< 명지대학교 환경생명공학과 장 덕 진 >

## I. 연구의 목적 및 필요성

하수도 보급률의 상승 및 하수 종말처리시설의 증설에 따라 국내 하수처리장에서 발생하는 슬러지의 양은 지속적으로 증가하고 있다. 또한 현재 일일 발생 슬러지의 53%인 9,693톤 슬러지가 해양투기를 통해 처리되고 있는 가운데 2012년부터 전면 해양투기를 금지하게 됨에 따라, 슬러지의 최종처리 문제의 해결을 위하여 슬러지의 최소화 및 재사용을 위한 많은 연구와 개발이 요구되고 있는 실정이다.

활성슬러지 공법에 의해 발생하는 잉여슬러지는 다양한 미생물이 혼합되어 있는 것으로 건조중량의 약 20~60%의 단백질을 포함하고 있다. 잉여슬러지에 포함되어 있는 세포단백질을 추출하여 이를 접착제 원료로 사용할 때 폐슬러지 양과 오염량 감소, 비교적 친환경적인 접착제의 개발 등 다양한 이익으로 그 개발 가치가 높을 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 하수 잉여슬러지로부터 단백질을 분리하고 이를 접착제로 개발하고자 하였다.

## II. 연구의 내용 및 범위

본 연구는 수처리 공정으로부터 발생된 잉여슬러지로부터 단백질을 추출하여 폐슬러지 감량과 친환경 접착제의 개발을 실현하는 것으로, 초음파 처리와 알칼리 처리를 거쳐 추출한 단백질을 sodium hydroxide, urea 등과 혼합하여 접착제로 가공 후 접착강도 개선 인자를 규명하여 목재용으로 실제 활용 가능한 친환경 접착제를 개발하고자 하였으며, 전단인장강도( $\text{kg}_f/\text{cm}^2$ ) 측정을 통하여 접착성능을 평가하였다.

## III. 연구결과

초음파 파쇄와 알칼리 처리를 이용하여 단백질을 추출하였고, 추출한 단백질은 이미 접착제로 사용된 바 있는 대두 단백질 접착제의 제조 방법을 기초로 하여 응용하였다. 단백질을 변성시키기 위한 기초 첨가물은 sodium hydroxide와 urea이었으며, 두가지 중 sodium hydroxide를 사용한 경우 접착강도가  $5.98\text{kg}_f/\text{cm}^2$ 으로 urea를 사용했을 때 보다 더 강하였다. 또한 핵산 추출과 반복적인 추출을 한 경우 각각  $9.74\text{kg}_f/\text{cm}^2$ 과 접착보조제로서 lime, zinc acetate, copper(II) acetate, sodium silicate를 이용하였으며, 각각 같은 양의 슬러지 추출 단백질로 접착제를 제조하여 인장강도를 측정한 결과, lime과 sodium silicate를 첨가한 경우 각각  $17.64\text{kg}_f/\text{cm}^2$ ,  $19.21\text{kg}_f/\text{cm}^2$ 으로 접착력이 크게 향상되는 것을 확인하였다

또한 화학접착제 성분을 첨가하여 접착력이 향상되는 것을 확인하였다. 화학접착제로는 널리 사용되고 있는 PF(phenol-formaldehyde), UF(urea-formaldehyde), PVAc(poly vinyl acetate) 등을 이용하였으며, 이 중 PF를 첨가한 경우  $22.41\text{kg}_f/\text{cm}^2$ 으로 가장 큰 성능 향상을 보였다. 여러 가지 첨가물 중 접착력 개선 효과가 컸던 lime, sodium silicate, PF접착제에 대하여 복합적으로 첨가 하였을 때, 최적의 첨가량을 구하기 위하여 반응표면분석법을 이용하였다. 모든 성분을 최적화된 혼합비로 첨가하여 30에 가까운 접착강도를 얻을 수 있었으며, 이는 대두 단백질의 접착강도와 비슷한 수준으로 충분한 경쟁력이 있다는 것을 확인하였다. 그러나 내수성 시험 결과, 물이 닿았을 경우 접착력이 심각하게 저하되는 것을 확인하였다. 따라서 실제 접착제로 이용하기 위해서는 내수성이 약해도 상관이 없는 다른 용도로의 사용 방법을 찾거나, 내수성 개선을 위한 연구가 더 필요하다고 판단하였다.

#### IV. 연구결과의 활용계획

하수슬러지 관리의 핵심은 최종 처분법에 상관없이 그 양을 줄이는 데 있다고 해도 과언이 아니다. 잉여슬러지의 가용화 후 폭기조 재순환법 등 잉여슬러지 원천 저감을 위한 많은 연구가 있었지만, 비록 그 양이 최소화되더라도 잉여슬러지가 발생하는 것은 피할 수 없다. 따라서 이상적인 잉여슬러지 처분을 위해서는 발생한 잉여슬러지로부터 유용한 물질을 회수하여 경제적 이익을 도모하고 물질회수에 따라 최종 처분량이 감소됨으로써 얻어지는 경제적, 환경적 이익을 최대화하여야 한다. 본 연구에서 제안한 바와 같이 잉여슬러지로부터 단백질을 추출하여 이를 목재용 접착제로 사용할 수 있다면, 건축용 목재의 친환경성을 강화할 수 있고, 슬러지 처분 경제성을 크게 개선할 수 있을 것으로 기대된다.