졸-겔법에 의한 단백질 분리 정제용 실리카 코팅 자성 나노입자의 제조
(Fabrication of SiO_2 Coated Magnetic Nanoparticle for Protein Separation and Purification by Sol-Gel Method)

한양대학교 윤성희, 이창우, 이재성, 서창우, 이은규

1. 서론

단백질 분리정제용 자성입자는 자장 제거 후 입자의 재분산을 위하여 낮은 잔류자화(Mr)값 및 보자력(Hc)값을 가지며 무독성, 화학적 안정성을 나타내야한다. 또한 높은 비표면적을 갖고 중력 및 부력에 독립적이어야 한다. 이에 최근 기존의 강자성체 입자보다 초상자성의 나노입자를 이용하여 단백질 분리 정제에 응용하려는 연구가 활발히 진행 중이다. 본 연구에서는 기존의 졸-겔 공정을 단순화시켜 γ-Fe_2O_3 상용 자성 나노입자의 표면에 SiO_2층을 코팅시킴으로써 분리정제용 단백질과의 접합성 증진을 위한 OH radical을 제공하였다. 본 연구에서 이용한 졸-겔법은 억제제·촉매제의 첨가나 pH 조절 등의 단계를 거치지 않는 단순화된 공정으로서 세척단계의 감소로 연속적으로 대량의 분말을 생산할 수 있고, 환경 친화적이라는 장점을 지닌다. 이러한 졸-겔법으로 제조된 γ-Fe_2O_3/ SiO_2 코팅입자의 특성을 평가하였다.

2. 실험방법

γ-Fe_2O_3 *(NanoTek Iron Oxide NanoPhase Tech. Corp.)* 나노입자를 혼합기를 이용하여 DI-water에 분산시킨 후 micro-pump를 이용하여 TEOS(Tetraethylorthosilicate)를 주입하였다. 이때 TEOS와 DI-water의 몰비는 1:10이었다. 이후 일주일간의 aging과정을 거친 다음, 80℃로 유지된 oven에서 완전히 건조시켰다. 마지막으로 응집도와 입도의 제어를 위해 100mesh의 체망에 zirconia ball과 함께 체질하였다. TEM을 이용하여 미세구조를 관찰하였고, XRD와 BET를 이용하여 상과 비표면적을 분석하였으며, VSM과 FT-IR을 이용하여 자기적 특성과 SiO_2 표면에 OH radical의 유무를 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

졸-겔법으로 제조된 γ-Fe_2O_3/SiO_2 코팅입자는 TEM 분석결과 그림에서와 같이 SiO_2 층이 약 5 nm두께로 γ-Fe_2O_3 나노입자를 균일하게 둘러싸고 있는 것을 관찰할 수 있었다. 또한, XRD분석결과로부터 amorphous SiO_2 상과 γ-Fe_2O_3상의 피크를 확인하였고, BET측정결과 700 m^2/g이상의 거대한 비표면적을 나타내어 분리정제의 수율 및 속도향상에 유리함을 알 수 있었다. 자장 제거 후 재분산을 위한 낮은 잔류자화값 및 보자력 값과 전달약물의 ligand역할을 하는 많은 양의 OH radical을 VSM, FT-IR 분석으로 확인하였다. 결과적으로, 제조된 γ-Fe_2O_3/SiO_2 코팅입자는 그 특성상 본 연구의 목적인 단백질 분리 정제용으로의 적용이 가능함을 확인할 수 있었다.

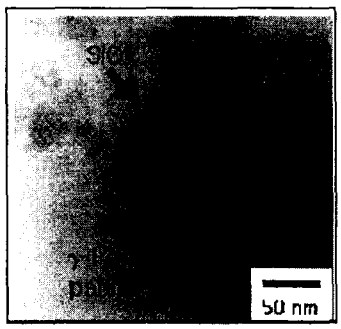

Fig 1. Microstructure of γ-Fe_2O_3/SiO_2 by Sol-Gel