

전기전도성 셀룰로스를 제조하는 새로운 방법

최근 미국 앨라배마 대학 연구팀에서 유해한 화학물질을 사용하는 대신에 액체 염(liquid salt)을 사용함으로써, 전기전도성 섬유 제조시 강도저하를 저감하는 기술이 개발되었다.

일반적으로 전기전도성 섬유 제조시에 강도가 강한 섬유를 사용해왔으나, 이번에 개발된 새로운 기술은 면섬유와 같이 비교적 강도가 약한 섬유에서도 전기전도성 부여가 가능하도록 하였다. 그 뿐만 아니라 전도성 고분자 복합체를 제조시에 발생하는 유해한 환경적 부작용을 감소시켜 제조비용도 저감할 수 있도록 하였다.

전도성 고분자는 넓은 범위의 물리적 및 전기적 성질을 가지고 있다. 전도성 고분자는 유기 트랜지스터, 연료전지용 코팅재료, 스마트 직물 및 전자파 차폐와 같은 다양한 분야에서 사용되고 있다.

그러나 전기전도성 면섬유, 양모섬유 또는 나일론섬유와 같은 전도성 고분자 복합체를 제조하는 공정이 어려운 까닭은, 재료의 기계적인 성질 또는 강도가 전처리 공정 중에 약해지기 때문이다.

앨라배마 대학 연구팀은 전도성 고분자로 매우 유용한 폴리피롤(polypyrrole)을 대상으로 연구를 수행하였다. 폴리피롤은 섬유에 결합시키기 어려운 전도성 고분자이다. 단량체인 피롤(pyrrole)을 전도성 고분자인 폴리피롤로 전환하기 위해, 연구팀은 메탄올과 철을 포함하는 염화 제2철(ferric chloride)을 사용하는 화학공정을 이용하였다. 목정(wood alcohol)으로도 불리는 메탄올은 인간에게 높은 독성을 나타내는 휘발성 유기화합물이다.

그러나 이 방법을 통해 제조한 폴리피롤은 면과 같은 섬유에 잘 부착되지 않는다. 섬유를 폴리피롤과 결합시키기 위해, 연구팀은 섬유를 산성 용매로 처리, 일부 분해하여 섬유의 표면적을 증가시킴으로써 폴리피롤의 부착을 가능하게 하였다. 그러나 이런 분해작용은 섬유의 강도를 저하시켰다.

앨라배마대학 연구팀은 이를 해결하기 위하여 이온성 액체(ionic liquid)를 사용하여 섬유 강도의 대부분을 유지할 수 있도록 하였다. 이온성 액체는 상온 근처에서 전하를 운반하는 휘발성이 낮은 액체 염(liquid salt)이다. 이온성 액체는 섬유에 손상을 많이 가하지 않으며, 이 공정을 통해 나노구조가 형성되어 결과적으로 더 강도가 강한 복합재료를 형성할 수 있게 해주며, 또한 복합재료가 전기를 더 잘 전도할 수 있도록 해준다.

이온성 액체는 전도성 고분자 복합재료를 제조하는데 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 폴리피롤

을 제조하는데 사용되는 다른 용매를 대체할 수도 있다. 이온성 액체의 존재로 면섬유나 나일론 섬유에 철이 더 잘 흡착될 수 있었다고 연구팀은 밝혔다.

새롭게 개발된 공정기술은 더 저렴하고 친환경적인 결과를 제공할 것으로 기대되고 있는데, 이것은 이온성 액체를 사용할 때 유해한 부산물이 덜 생성되기 때문이다.

제조 관점에서 화학적 방법을 통해 전도성 셀룰로스 섬유를 만드는 여러 연구 결과들은 그리 친환경적이지 못했다. 하지만 새로운 기술은 이온성 액체를 활용하여 유해한 메탄올을 사용하지 않도록 하였으며, 이온성 액체는 휘발성이 낮아서 메탄올 유출로 발생할 수 있는 문제점을 해소해 주었다.

이 기술은 직물이 전기신호를 더 잘 전달할 수 있도록 하기 때문에, 기존의 스마트 텍스타일 및 스마트 의복 분야에 영향을 미칠 것으로 예상되고 있다. 스마트 직물은 보호복, 의료용 직물 및 군용, 스포츠, 의료, 산업 및 소비재에 이르기까지 다양한 분야에 활용될 수 있다.

앞으로 의복이나 직물은 착용자를 보호하는 기능만 하는 것이 아니라 다기능성 센서나 컴퓨팅 기기 등과 같은 똑똑한 성능이 내장된 형태로 발전될 것이다. 전도성 면섬유는 앞으로 다양한 군용, 산업용 및 상업용 스마트 물질 개발에 중요한 구성성분으로 자리매김하게 될 것으로 기대된다.

♠ Phys.org, October 1, 2014