

그래핀과 단백질 섬유로 만들어진 새로운 종이

조용우 | 한양대학교 (E-mail: ywcho7@hanyang.ac.kr)

스위스 연방공과대학(ETH Zurich)의 Raffaele Mezzenga 교수가 이끄는 연구진은 그래핀과 단백질 섬유를 적층하여 만들어진 매우 얇은 종이 형태의 새로운 나노복합물을 보고하였다. 이 나노복합물은 두 개의 구성 요소가 가지고 있는 독특한 성질들을 동시에 가지고 있다. 두 개의 구성요소들은 서로 다른 조성으로 혼합 될 수 있고, 서로 다른 물질의 조합을 통해서 새로운 장점을 가진 나노복합물을 생성할 수 있다.

그래핀은 기계적으로 강하고 전기적으로 전도성을 가지며 소수성을 가지고 있다. 한편, 단백질 섬유는 생물학적 활성을 갖고 있으며 물과 결합될 수 있다. 이것은 새로운 물질이 물을 흡수할 수 있게 하고 습도 조절을 통하여 형상을 변화시킬 수 있게 할 수 있다. 또한 그래핀 종이는 형상 기억 특성을 가지고 있는데, 이것은 물을 흡수할 때 변형되고 건조될 때 원래 모양으로 회복된다. 이러한 특성으로 이 복합물은 습도 센서 또는 습도 액추에이터로 적용될 수 있으며, 효소의 활성을 정밀하게 측정하기 위한 바이오센서로서도 활용될 수 있을 것이다. 주위 환경에 따라서 복합물의 저항이 변하는데, 이것은 그래핀 종이 전기 회로와 결합될 때 측정 가능하다. 이런 특징은 이 연구의 가장 핵심 부위이다. 이 물질은 여러 다른 용도에 적용될 수 있는데, 예를 들어, 더 높은 그래핀 비율은 더 나은 전기 전도성을 가지

게 한다. 한편, 더 많은 단백질 섬유가 존재하면 이 물질은 더 많은 물을 흡수할 수 있고, 이것은 습도 변화에 따라서 더 큰 변형을 나타낸다. 흥미로운 점은 이 새로운 물질을 상당히 간단한 방법으로 만들 수 있다는 것이다. 단백질(이번 경우에는, 베타-락토글로불린[beta-lactoglobulin], 유즙 단백질[milk protein])은 산성 용액 혹은 고온에서 변질된다. 변질된 베타-락토글로불린은 물속에 부유하는 섬유를 형성하여 소수성 그래핀 시트를 위한 안정제로서 작용하고 그래핀이 물속에 미세하게 분산될 수 있도록 하며 간단한 여과 기술에 의해서 나노복합물로 가공된다. 특정 조건하에서 섬유를 형성하려는 단백질의 성향을 고려할 때, 이런 특성은 달걀, 혈청, 콩에서 발견되는 다른 식품 단백질로 확장될 수 있다. 이번 연구에서 사용된 베타-락토글로불린 섬유는 펩신(pepsin)에 의해서 소화된다. 펩신은 위 속에서 존재하는 분해 효소이다. 그러나 다른 단백질을 본 시스템에 적용하면 단백질과 특이적으로 반응하는 특정 생체 활성 분자를 검출할 수 있는 새로운 플랫폼 기술을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구결과는 저널 "Biodegradable nanocomposites of amyloid fibrils and graphene with shape-memory and enzyme-sensing properties"라는 제목으로 *Nature Nanotechnology*에 게재되었다 (DOI:10.1038/nnano.2012.62).

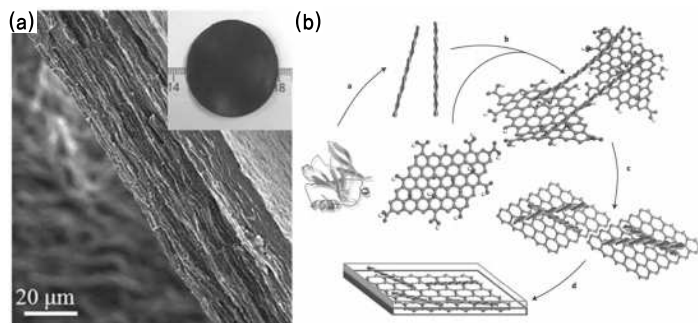


그림 1. (a) 진공 건조 후에 단백질 섬유와 그래핀으로 만들어진 최종 하이브리드 나노복합물 종이, (b) 아밀로이드 섬유-그래핀 복합물의 박막 제조 과정을 보여주는 구조도. 새로운 하이브리드 나노복합물 종이는 그래핀과 단백질 섬유를 적층하여 제조되었다.

[본 내용은 KISTI 미리안의 글로벌동향브리핑(GB) 및 Nature Nanotechnology에서 발췌, 정리하였습니다.]