

펄프섬유의 형태학적 특성이 고분자 흡착에 미치는 영향

Effect of pulp fiber morphology on adsorption of polyelectrolyte in LbL multilayering

윤혜정 · 진성민 · 류재호 · 권현승 · 조휘 · 이성린

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부

나노 기술은 IT, BT 뿐 아니라 우리 생활 전 분야에 적용되고 있으며 제지산업 역시 나노기법을 이용한 고도기술을 활용하고 있다. Nanko 등¹⁾은 고분자 흡착 거동을 나노 수준으로 시각화하여 제지의 보류시스템에 이용하기도 하였으며, Pekarovic 등²⁾은 실리카 입자를 나노 수준으로 생산할 수 있는 기술을 보고하는 등 제지 산업에 나노 기술의 활용 범위는 매우 넓다.

특히 IT, BT 및 재료 분야뿐 아니라 제지분야에서도 섬유의 고도활용을 위해 LbL (Layer-by-Layer) multilayer 기술이 검토되고 있다. LbL multilayering 기법은 기질에 반대전하를 띠는 고분자를 교대로 흡착시켜 용도에 맞게 기질의 성질을 개질시키는 기술이다.³⁾ 최근에 LbL (Layer-by-Layer) multilayering 기술을 이용하여 음전하를 띠는 섬유와 양전하를 띠는 섬유를 적절한 비율로 혼합하면 종이의 강도 특성을 향상시킬 수 있다는 연구 결과가 보고된 바 있다.⁴⁾

LbL 기술을 이용함에 있어 고분자의 흡착 거동 및 반응 조건은 섬유의 전기화학적 특성 및 최종적인 종이 물성에까지 매우 중요한 역할을 한다. LbL 기술은 대부분 실리콘과 운모와 같은 평편한 구조의 기질이나 비교적 균일한 형상을 가진 파티클에 적용되었다. 그러나 제지분야에서는 표면이 불균일하고 형상이 다양한 섬유에 LbL 기술을 적용하게 되므로 고분자 흡착 두께 및 흡착 양상을 평가하는 데 있어 어려움이 따른다. 고분자전해질에 의한 multilayering의 구조는 기질인 펄프 섬유의 특성에 의해 영향을 받게 되며 그 영향이 미치는 layering 처리횟수 또한 차이를 나타낼 것으로 생각된다. 펄프 섬유에의 고분자 흡착 현상을 평가하는 것은 섬유 특성 및 종이 물성에 미치는 영향을 예측에 있어 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서는 섬유유의 형태학적 특성에 따른 LbL multilayering 흡착 거동을 평가하고 이로 인한 섬유유의 전기화학적 특성에 미치는 영향을 구명하고자 하였다.

공시 펄프로서 활엽수 표백크라프트펄프 (Hw-BKP), 국산골판지고지 (KOCC), 표백열화학기계펄프 (BCTMP)를 이용하였다. 공시 펄프를 실험용 해리기로 30,000 rev.으로 해리한 후 1%의 농도가 되도록 희석하였다. 미세섬유유의 영향을 배제하기 위하여 200 mesh wire를 통과하는 미세분은 제거하였으며 제타전위 측정이 가능한 수준의 전도도를 부여하기 위하여 0.005 M NaCl 용액을 지료 조성에 사용하였다.

DDJ 내에 지료를 넣고 pH를 7.7로 조절한 후 양이온성 고분자 전해질 polyDADMAC (poly-diallyldimethylammonium chloride, Sigma aldrich)을 전건 섬유유대비 3% 투입한 후 20분간 교반하였다. 흡착 반응 후 탈이온수로 5분간 세척을 실시하였다. 2회 세척 후 음이온성 고분자 전해질 PSS (poly-sodium 4-styrenesulfonate, Sigma aldrich)를 전건 섬유유대비 3% 투입한 후 20분간 교반하였다. 다시 2회 세척을 실시하고 poly-DADMAC을 투입하는 과정을 반복하여 multilayering을 실시하였다.

섬유유의 형태학적 특성을 평가하기 위하여 Kajaani FiberLab으로 섬유유장을 측정하였고 에탄올과 핵산을 이용한 용매치환을 통해 건조한 지료 내 섬유유의 비표면적을 BET법에 의거한 QuadraSorb-SI (한국ATI(주))를 이용하여 측정하였다. 또한 WLSI (White light scanning interferometer) 방식의 Nanoscan NV-E1000 (Nanosystem Co.)을 이용하여 multilayering 전후의 섬유유의 표면 프로파일을 평가하였다.

PCD (Particle charge detector, Mütek Co.)를 이용하여 고분자 흡착 반응 직후 세척하기 전 여과 시 나온 여액의 charge demand를 측정과 SZP (System zeta potential, Mütek Co.)를 이용한 섬유유의 표면전하를 측정을 통해 LbL multilayering 후 지료의 전기화학적 특성을 평가하였다.

사사

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구사업에 의해 수행되었음. 일부 연구원은 BK 21 핵심 사업 지원을 받았음.

인용문헌

1. McNeal, M., Nanko, H., Understanding nanoparticle/microparticle performance through visualization of conformational changes of a retention aid at the nanoscale level, 2006 International conference on nanotechnology, TAPPI (2006).
2. Pekarovic, J., Pekarovicova, A., Fleming, P.D. Preparation of biosilica-enriched filler and an example of its use in a papermaking retention system, 2006 International conference on nanotechnology, TAPPI (2006).
3. Decher, G., Fuzzy nanoassemblies: Toward layered polymeric multicomposites, *Science* 277:1232-1237 (1997).
4. Lvov, Y.M., Grozdits, G.A., Eadula, S., Zheng, Z. and Lu, Z, Layer-by-layer nanocoating of mill broken fibers for improved paper, *NPPRJ* 21(5):552-557 (2006).