펄핑 시 선추출물 내의 헤미셀룰로오스 회수를 위한 에탄올 정제 및 선추출 조건에 따른 종이 물성 변화

임완희, 서동일, 심규정, 이학래, 윤혜정
서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부

Recovery of pre-extracted hemicellulose with ethanol isolation and effect of the pre-extractive conditions on paper properties

Im Wan Hee, Seo Dong il, Sim Kyu Jung, Hak Lae Lee and Hye Jung Youn
Department of Forest Sciences, College of Agriculture & Life Sciences,
Seoul National University

1. 서 론

자원민족주의의 팽창과 더불어, 전 세계 각지의 연구기관들은 자국의 자원 활용의 효율성을 제고하기 위한 방안을 연구하고 있다. 본 연구도 그러한 일환으로, 국산재 칩 펄핑 시 리그닌과 함께 추출되어 소각되는 헤미셀룰로오스를 회수하여, 그 특성을 분석하고 제지용 첨가제로서의 기능을 알아보기 위해 수행되었다. 특히, 열수 혹은 수산화나트륨만을 이용한 알칼리 선 추출로부터 얻어지는 헤미셀룰로오스를 연구 대상으로 하였다.

본 연구에서 국산재 칩으로부터 추출된 헤미셀룰로오스는 에탄올 침전법을 이용하여 정제되었다[1]. 정제 전의 추출액에는 상당량의 리그닌과 선추출 시 투입된 수산화나트륨이 포함되어 있어 고 순도의 헤미셀룰로오스를 얻기 위한 정제가 반드시 필요했다[2]. 정제된 헤미셀룰로오스는 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)를 통해 당 분석, SEC(Size Exclusive Chromatography)를 통해 분자량, PCD(Particle Charge Detector)를 통해 전하 밀도의 측정이 수행되었다.

열수 선 추출된 정제물은, 반응 시 칩으로부터 생성되는 아세틱 액시드 등의 산에 의해 자가 가수 분해 된 탓에, 가장 작은 분자량을 나타내었다. 알칼리 선 추출된 두가지 정제물은, 추출액의 pH가 서로 달랐음에도 불구하고, 별도의 가수 분해 없이 높은 분자량을 나타내었다. 당분석 결과, 추출 시 알칼리 투입량이 늘어날수록 자일란의 분율

이 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 이와 함께, 정제물의 전하 밀도도 상승하는 것을 관찰하였다. 이를 수초지에 적용하였을 때, 인장, 인열, 내부 결합강도 모두 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 인장 강도 향상에는 매우 효과적이나 인열 강도의 저해를 일으킬 우려가 있는 고해와 달리 섬유를 손상시키지 않아 섬유 자체의 강도를 떨어뜨리지 않았고, 섬유 표면에 흡착된 자일란 등 헤미셀룰로오스는 섬유 간 결합 강도 향상을 위한 추가적인 결합부를 생성하여 상대 결합 면적을 늘림으로써 인장, 인열 강도 모두를 향상시킬 수 있었다. 분자량이 작았던 열수 선 추출 헤미셀룰로오스는 투입량이 증가함에 따라 지속적으로 강도를 향상시키는 결과를 보였으며, 분자량이 상대적으로 큰 알칼리 선 추출 헤미셀룰로오스는 적은 투입으로도 강도 상승폭의 최대치에 이르렀다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

선 추출에 필요한 국산재 칩은 무림P&P로부터 분양받아 실험에 사용하였다. 공시 펄프로는 Sw-UKP가 사용되었다. 선 추출을 위한 알칼리 약품으로 수산화나트륨이 사용되었다. 선 추출물을 정제하기 위해 acetic acid, ethanol, methanol이 사용되었다. 헤미셀룰로오스를 펄프 섬유에 흡착시키기 위한 매개체로 poly-DADMAC이 사용되었다.

2.2 실험방법

국산재 칩은 150℃, 90 분 조건에서 선 추출되었다. 액비는 4:1로, 열수 (수산화나트륨 0%)만이 사용되거나 알칼리 (수산화나트륨 4%, 16%) 조건이 사용되었다. 추출물은 정제를 위하여 pH 3 - 4로 조절되었고, 에탄올에 의한 침전 후, 워싱을 거쳐 정제물이 되었다. 각 정제물의 명칭은 N0E, N4E, N16E로 하였다. 정제물의 분자량은 SEC를 통해 측정되었다. 정제물은 동결 건조된 후 파우더 상태로 준비되었다가, 수초지 제작에 사용되었으며, 투입량은 1 - 4%였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 정제물의 분자량

Figure 1.에 정제물의 분자량을 나타내었다. 열수(수산화나트륨 0%) 추출된 정제물의 분자량은 10,000 g/mol 이하로, 알칼리 조건의 정제물이 23,000 - 27,000 g/mol 의 분자량을 갖는 것에 비하여 약 2.5배 작음을 보았다. 이는 추출 시, 칩으로부터 생성되는 아세틱 액시드 등의 산에 의하여 칩 내의 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스가 가수 분해되

고, 이미 추출된 헤미셀룰로오스 등도 가수 분해되기 때문으로 생각된다.

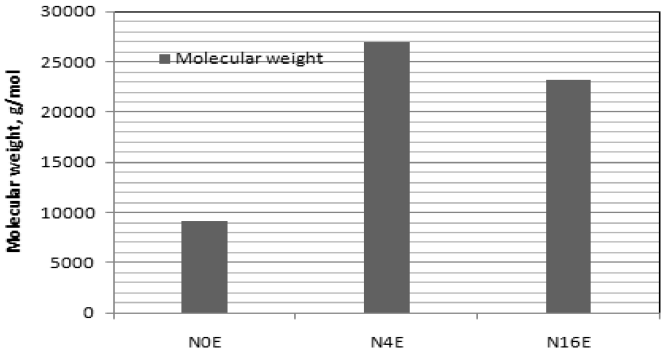

Figure 1. Molecular weight of hemicellulose samples.

3.2 수초지 물성

헤미셀룰로오스의 펄프 섬유 위에의 흡착은 섬유를 손상시키지 않아 섬유 자체의 강도를 떨어뜨리지 않고, 섬유 간 결합 강도 향상을 위한 추가적인 결합부를 생성하여 상대 결합 면적을 늘림으로써 인장, 인열 강도 모두를 향상시킬 수 있었다. 분자량이 작았던 열수 선 추출 헤미셀룰로오스는 투입량이 1 - 4% 까지 증가함에 따라 지속적으로 강도를 향상시키는 결과를 보였으며, 분자량이 상대적으로 큰 알칼리 선 추출 헤미셀룰로오스는 섬유 대비 1% 투입으로도 강도 상승폭의 최대치에 이르는 모습을 나타냈다.

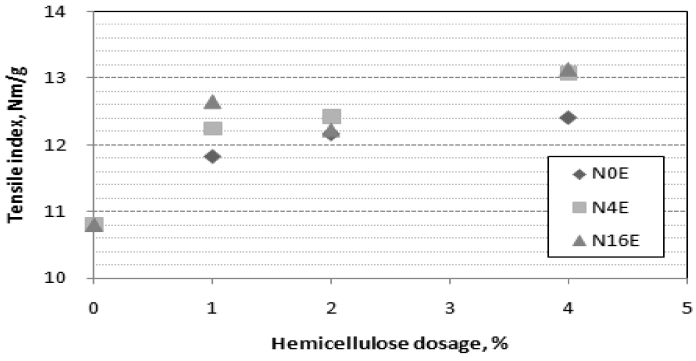

Figure 2. Tensile index as a function of hemicellulose dosage.

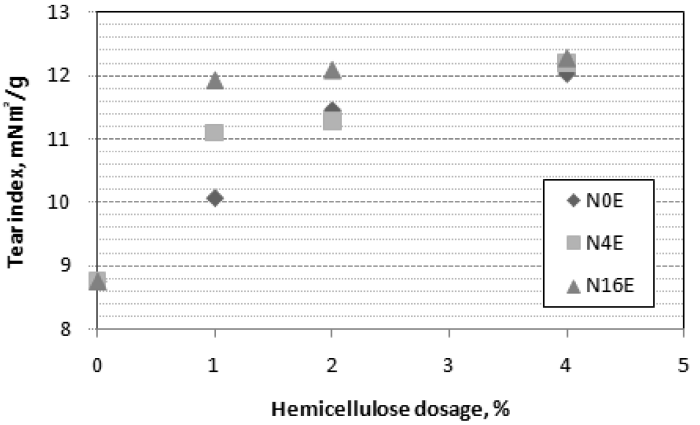

Figure 3. Tear index as a function of hemicellulose dosage.

4. 결 론

국산재 칩으로부터 정제된 헤미셀룰로오스는 추출 조건에 따라 다른 분자량을 가졌으며 특히 알칼리 조건에 비해 열수 추출시 아세틱 액시드 등의 산에 의한 가수분해 영향에 의해 분자량을 감소시키는 요인으로 작용하였다. 정제물의 종류에 따른 수초지의 물성은 펄프 섬유 위에 헤미셀룰로오스를 흡착시킴에 따라 섬유 간 결합 강도를 향상시켜 인장, 인열 강도 모두 향상 되는 것을 확인하였다. 알칼리 추출물은 열수 추출물 투입에 비하여 분자량이 상대적으로 크기 때문에 강도 상승 폭이 상대적으로 큰 것을 알 수 있었으며 그들의 최대값은 비슷하였으나 투입량에 영향을 받았다.

사 사

본 연구는 산림청의 산림과학기술개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

인용문헌

1. Li, Lizi ., Lee, S. H., Lee, H. L., Youn, H. J., Zhu., H. X., H_2O_2 bleaching of pulp with adsorbed xylan, Bioresources 6(1), pp. 721-736 (2011)
2. Lee, S. H., and Lee, H. L., Youn, H. J., Adsorption of cationic birchwood xylan on Hw-BKP and its effect on paper properties, J. Korea TAPPI 42(2), pp. 1-11(2010)