

저온 펄프화법을 이용한 hemp 종이의 특성

김지섭, 윤승락¹⁾, 이명구

강원대학교 제지공학과, 경남과학기술대학교 인테리어 재료공학과¹⁾

Characteristics of hemp-paper by low temperature pulping

Kim, J.S., Yoon, S.L.¹⁾ and Lee, M.K.

Dept. of Paper Science and Engineering, Kangwon National University.,
Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongnam National University of Science
and Technology¹⁾

1. 서 론

비목질계 섬유들은 단기간에 재생산이 가능하여 원료 수급이 용이하다는 장점을 가지고 있는데, 이 중 hemp는 holocellulose의 함량이 높으며, lignin의 함량이 약 3%로 낮기 때문에 목재펄프보다 높은 펄핑 수율을 기대할 수 있다^{1),2)}. 또한 목재 펄프에 비해 섬유장이 길기 때문에 높은 인열강도를 요구하는 포장 제품에 사용될 수 있는 가능성을 가지고 있으며³⁾, 자외선 차단성, 방충성, 항균성 등의 특성을 가지고 있기 때문에 특수기능지를 제조할 수 있는 가능성을 가지고 있다⁴⁾.

그러나 hemp의 섬유장이 길고 회전체에 엉키거나 꼬이는 현상 때문에 산업화하여 대량생산을 하기에는 문제점이 많이 나타나고 있다⁵⁾. 또한 높은 인열강도에 비해 인장강도나 파열강도는 비교적 떨어지는 문제점을 가지고 있기 때문에 가공 공정에 대한 연구를 진행하여 실질적으로 자원화 할 수 있어야 한다.

Hemp의 core나 bast fiber를 펄프화 하여 종이를 제조하고자 하는 연구는 여러 연구자들에 의해서 수행되어져 왔으며, 크라프트펄프화법과 소다펄프화법을 활용한 경우에 대부분 증해는 150℃ 이상의 고온에서 행해졌다⁶⁾⁻⁸⁾.

본 연구에서는 전통 한지를 제작하는 것과 유사한 저온 펄프화 과정을 거친 hemp 섬유를 칼비터를 이용하여 분산시켜 수초지를 제조하여 수초지의 물성을 측정하고, 기존

연구⁹⁾에서 선정하였던 고온 펄프화 hemp 섬유로 수초한 종지와 물성을 비교하여 저온 펄프화와 칼비팅이 수초지 물성에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재

Hemp(*Cannabis sativa*) 인피는 보성삼배(전남 보성군)에서 구입하여 원주한지에서 저온 펄프화를 Table 1과 같은 조건으로 시행하였다. 목재펄프는 NBKP를 사용하였다.

Table 1. Soda cooking condition for hemp fiber

NaOH dosage (% on dry hemp)	35
Liquor to hemp ratio	10:1
Chipping size (mm)	2~3
Cooking temperature (°C)	100
Cooking time (hrs)	6

2.2. 실험방법

2.2.1. 수초지 제작

저온 펄프화를 실시한 hemp bast fiber를 칼비터(Fig 1)에 20분간 고회를 실시한 후 벨리비터를 이용하여 여수도를 조정하였다. Hemp 섬유는 목재 펄프를 고회하는 것보다 낮은 지료 농도로 고회를 실시하였고, 목재펄프 배합하여 Table 2의 조건으로 수초지를 제작하였다.



Fig 1. Knife Beater

Table 2. Sheet forming conditions

Wood to hemp ratio	10:0(H0), 8:2(H1)
Grammage(g/m ²)	60
Sheet size (cm)	20 × 20
Wood pulp freeness(mL)	600
Hemp fiber freeness(mL)	600

2.2.2. 물리적 특성 측정

제조된 수초지는 TAPPI standard T405 om-83에 따라 조습처리한 뒤 인장강도, 파열강도, 인열강도, 거칠음도, bulk, 투기도를 Table 3의 기준에 의거하여 평가하였다. 이러한 방법으로 제작된 수초지와 고온(170℃)에서 펄프화한 hemp로 제조한 수초지의 물성을 비교하였다.

Table 3. Testing methods

Paper properties	Standard methods
Tensile strength	T560 om-10
Tear strength	T414 om-88
Burst strength	T403 om-97
Air resistance	T460 om-06
Roughness	T538 om-08

3. 결과 및 고찰

3.1. 펄프화 온도에 따른 강도 특성 변화

Fig. 2과 Fig. 3에서 보여지는 것과 같이 인장강도와 파열강도는 저온 펄프화를 시행하였을 때 조금 감소하고 반면 인열강도의 경우에는 Fig. 4과 같이 두배 이상 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 저온화 펄핑 후 칼비터 공정을 거친 hemp 섬유는 섬유의 분산도가 비교적 우수하여 고온 펄프화를 진행한 치료보다 섬유의 절단과 파괴가 적게 일어났다고 판단되었으며, 수초지의 표면을 육안으로 관찰하였을 때도 장섬유의 분포를 확인할 수 있었다. 반면 고온 펄프화한 수초지에서는 육안으로 식별 가능한 장섬유의 분포는 관찰할 수 없었다.

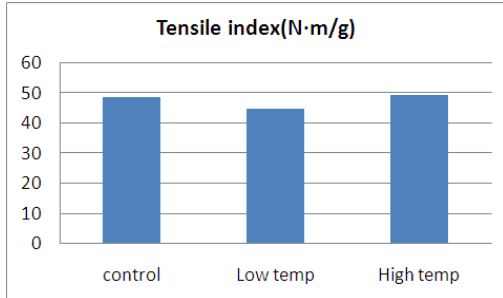


Fig. 2. Effect of cooking temperature on tensile strength

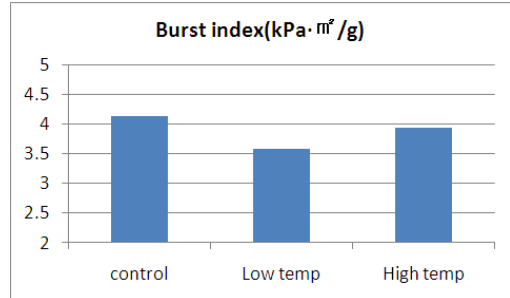


Fig. 3. Effect of cooking temperature on Burst strength

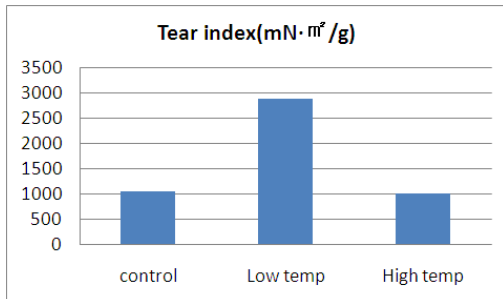


Fig. 4. Effect of cooking temperature on tear strength

3.2. 펄프화 온도에 따른 거칠음도, 벌크, 투기도의 변화

Fig. 5와 Fig. 6에서 나타나는 것과 같이 저온 펄프화를 시행한 수초지는 거칠음도와 벌크가 증가하였고 투기도도 Fig. 7과 같이 향상되었다. 강도적 특성에서 보여진 것과 같이 섬유 파괴가 비교적 적게 발생한 저온 펄프화 hemp가 표면이 거칠고 섬유간의 기공이 많다고 판단되었다. 고온 펄프화를 진행한 hemp 수초지는 거칠음도 벌크 투기도 모두 목재펄프로 수초한 종지와 비슷하게 나타났으므로 섬유의 절단이나 파괴가 많이 일어난 것으로 판단되며 hemp 섬유의 특성이 감소한 것으로 사료된다.

저온 펄프화법을 이용한 hemp 종이의 특성

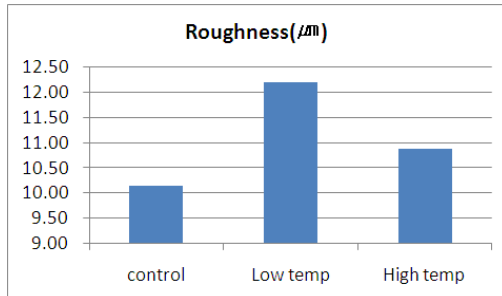


Fig. 5. Effect of cooking temperature on roughness

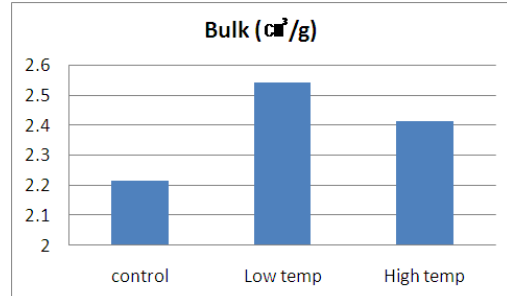


Fig. 6. Effect of cooking temperature on bulk

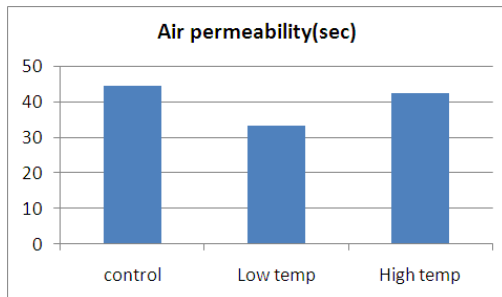


Fig. 7. Effect of cooking temperature on air permeability

4. 결론

펄프화 온도 및 조건이 다른 hemp 섬유로 수초지를 제조하였을 경우 저온 펄프화가 섬유의 파괴를 최소화하여 hemp 고유의 특성을 발현하기 좋은 것으로 판단되었으며, 칼비터로 섬유를 고해하면 섬유 파괴를 최소화 하여 여수도를 조정할 때 유리하며 hemp 섬유 고유의 특성을 유지하기에 적절한 것으로 판단되었다. 일반 목재펄프와 비교하였을 때 인장강도가 급격하게 떨어지는 않지만 높은 인열강도를 발현할 수 있기 때문에 높은 인열강도를 요구하는 지류 포장재에 사용될 수 있는 조건을 충족할 수 있을 것이라고 예상된다. 거칠음도나 투기도와 같은 특성은 후가공 공정이나 첨가제의 투입으로 보완할 수 있는 부분이므로 용도에 맞는 초지조건을 확립하여 가공하는 방법을 개발한다면 여러 분야에서의 활용도가 높아질 것이라고 사료된다.

사 사

본 연구는 농림수산물부에서 시행한 농림기술개발사업 308006-03(2008)의 일환으로 수행되었습니다.

인용문헌

1. Jaymini Kamat, Effect of harvesting time on the physical, chemical and pulping properties of hemp(*Cannabis sativa L.*), faculty of forestry, University of Toronto, Canada (2000).
2. Chen, K.-L., Tosaka, K., and Hayashi, j., Alkali-oxygen pulping of rice straw : two-stage pulping by alkali soaking and oxygen cooking. Tappi J., 77(7) : 109 (1994).
3. 이명구, 윤승락, 대마 구성 세포의 현미경적 관찰. 한국펄프·종이공학회 2009년 추계 학술발표논문집, pp. 137-144 (2009).
4. Fatima, M. C. C., The characterization of hemp(*Cannabis sativa L*) chemical pulp and paper, the thesis for the degree of doctor of philosophy, faculty of forestry, University of Toronto, Canada (2004).
5. Jim L. Bowyer., Hemp (*Cannabis sativa L.*) as a papermaking raw material in Minnesota : Technical, Economic and Evironmental consideration. (2001).
6. Frans, H. A. Z., Richard, J. A. G., Jan, E. G. V. D., and Boke, F. T., Organosolv pulping and test paper characterization of fiber hemp, Tappi Journal, 78(5) : 149-155 (1995).
7. Abdul-Karim, L.A., Rab, A., Polyànszky, É., and Rusznák, I., Kinetics of delignification in kraft pulping of wheat straw and hemp, Tappi J., 77(6) : 141-150 (1994).
8. Correia, F., Roy, D. N., and Goel, K., Chemistry and delignification kinetics of canadian industrial hemp(*Cannabis sativa L.*). Journal of wood Chemistry and Technology. (2001).

저온 펄프화법을 이용한 hemp 종이의 특성

9. 조병욱, 채수명, 윤승락, 이명구, 대마의 소다펄프화 kinetics에 관한 연구. 한국펄프·종이공학회 2010년 춘계학술발표논문집, pp. 1-6 (2010).