

Hemp 투입비가 종이의 흡수성에 미치는 영향

김지섭, 윤승락¹⁾, 이명구

강원대학교 제지공학과, 경남과학기술대학교 인테리어 재료공학과¹⁾

Effect of the mixture ratio of hemp and wood fiber onto water absorption

Kim, J.S., Yoon, S.L.¹⁾, 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. 서론

현 인류가 가진 최대 관심사인 지구 환경문제는 사회적인 관심을 받고 있다. 지구 온난화와 사막화로 인하여 산림보호의 중요성이 강조되고 있는 가운데 친환경적인 사업 및 자원의 활용이 대두되고 있다. 세계적으로 종이와 판지의 소비량은 증가하는 추세이기 때문에 목재펄프만을 사용하여 종이의 원료를 충당하는 것은 산림의 급격한 손실을 초래할 수 있다. 이러한 사실에 근거하여 여러 가지 해결방안을 모색하고 있으며 그 중 비목재 자원을 활용하여 목재펄프를 대체할 종이를 생산하는 것도 한 가지 방법이 될 수 있을 것이다.

현재 펄프의 원료로는 목재가 90% 정도 사용되고 있는데, 비목재의 사용량은 점점 증가하고 있는 추세이다[1]. 일반적으로 사용되는 비목질계 섬유로는 옥수수, 대나무, bagasse, 짚, kenaf, hemp 등이 있다. 이들은 단기간에 재생산이 가능하여 생산성이 높고 대부분 농업 부산물로 생산되어 가격이 저렴하다는 이점을 가지고 있다. 또한 일반 농작물로 경작하여 농업 및 임업의 소득 증대에 크게 기여할 가능성이 있으며 산림자원의 소비를 줄일 수 있어 친환경적이라고 여겨진다[2-5].

Hemp는 파종 후 90일 정도에 수확할 수 있고 holocellulose의 함량이 높으며, lignin

함량이 약 3%로 목재펄프보다 낮기 때문에 높은 펄핑 수율을 기대할 수 있다[6]. 또한 목재 펄프에 비해 섬유장이 길다는 특징을 가지고 있기 때문에 강도를 요구하는 포장 제품에 사용될 수 있는 가능성을 가지고 있다. 또한 항균성, 자외선 차단성, 방충성이 뛰어나기 때문에 특수기능성을 지닌 고부가가치의 제품을 생산할 수 있는 가능성도 있다[7-14]. 흔히 마리화나와 hemp를 혼동하는 경우가 있는데 두 가지는 다른 식물이며 산업용으로 재배되는 hemp에는 향정신성 물질인 delta-9 tetrahydrocannabinol(THC)이 1% 미만 포함되어 있기 때문에 마리화나에 포함된 20%보다 훨씬 적은 양이므로 hemp는 향정신성 물질로 사용될 가능성이 없다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 앞서 연구한 소다펄프화 조건[16]을 사용하여 펄프화 시킨 hemp 섬유를 목재펄프와 혼합하여 초지한 경우 종이의 흡수성 및 공극구조에 미치는 영향을 평가하는 실험을 실시하였으며 이러한 특성은 흡수성을 요구하는 종이 제품에 사용될 수 있는지 판단할 수 있는 자료로 활용될 것이다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

Hemp(*Cannabis sativa*) 인피는 보성삼베(전남 보성군)에서 구입하여 1 cm 길이로 자른 후 공시재료 사용하였고 목재펄프는 NBKP와 LBKP를 1:1 비율로 혼합하여 사용하였다. Hemp 인피섬유의 평균 섬유장은 4.4 mm, 섬유폭은 평균 30.5 μm 이었다[17].

2.2. 실험방법

실험실용 증해기를 사용하여 Table 1과 같은 조건으로 소다 펄프화 하였다. 실험실용 사각 수초지기(square sheet machine)를 사용하여 목재 펄프와 hemp 섬유의 혼합 초지 조건을 Table 2와 같이 실시하였으며 조건별로 R, A, B, C, D, E로 지정하였다. Hemp bast fiber의 영키고 꼬이는 특성 때문에 지료 교반기의 속도를 200 rpm 이하로 설정하였으며 사각 수초지기에 에어 펌프식 교반장치를 부착하여 지료의 분산을 원활하게 하였다. TAPPI standard T405 om-83에 따라 항온·항습실에서 24시간 이상 조습처리한 후 hemp 섬유의 혼합비율이 종이의 백색도, 불투명도, 투기도, 거칠음도, bulk, 겉보기 밀도, 흡수도에 미치는 영향을 Table 3의 기준에 의하여 평가하였다.

Table 1. Soda cooking condition for hemp fiber

NaOH dosage (% on dry hemp)	25
Liquor to hemp ratio	10:1
Chipping size (mm)	10
Cooking temperature (°C)	170
Time to temperature (min)	56
Time at temperature (min)	80

Table 2. Sheet forming condition

NBKP to LBKP ratio	1:1
Wood to hemp ratio	10:0(R), 9:1(A), 8:2(B), 7:3(C), 6:4(D), 5:5(E)
Grammage(g/m ²)	60
Sheet size (cm)	20 × 20
Wood pulp freeness(mL)	500
Hemp fiber beating time(min)	10

Table 3. Testing methods

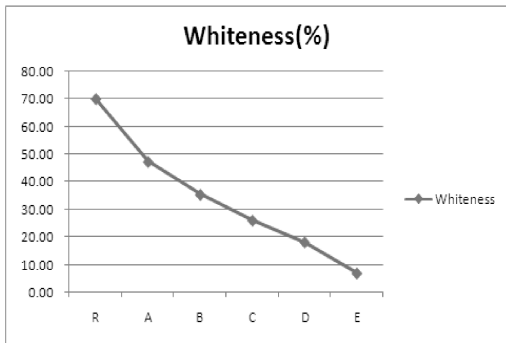
Paper properties	Standard methods
Whiteness	TAPPI T560 om-10
Opacity	TAPPI T425 om-06
Air resistance	TAPPI T460 om-06
Roughness	TAPPI T538 om-08
Water absorption	KSM 7094

3. 결과 및 고찰

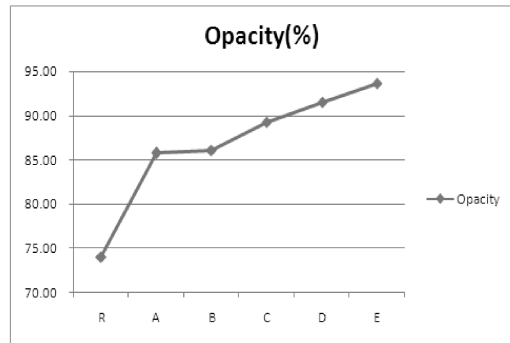
3-1 Hemp 첨가량에 따른 백색도 및 불투명도의 변화

Fig. 1에 나타난 바와 같이 미표백 hemp 섬유를 목재펄프와 혼합 수초하였을 시 백색도는 떨어지는 경향을 보였는데 이는 단순히 hemp의 투입비가 높아질수록 수초지의

황색화가 이루어졌기 때문이라고 판단되었다. 불투명도의 경우에는 Fig. 2에서 나타나는 것과 같이 hemp를 10% 첨가하였을 때 급격하게 상승하고 이후 hemp 첨가량이 증가하면서 조금씩 증가하는 경향성을 보였는데 이는 백색도와는 다르게 섬유 구조에 영향을 받은 것으로 hemp의 장섬유와 목재펄프의 단섬유가 결합하면서 벌크한 구조를 형성하여 자외선이 섬유를 투과하면서 빛의 산란이 일어났기 때문에 불투명도가 높게 측정된 것으로 판단되었다.



10:0(R), 9:1(A), 8:2(B), 7:3(C), 6:4(D), 5:5(E)



10:0(R), 9:1(A), 8:2(B), 7:3(C), 6:4(D), 5:5(E)

Fig. 1. Effect of hemp ratio on whiteness

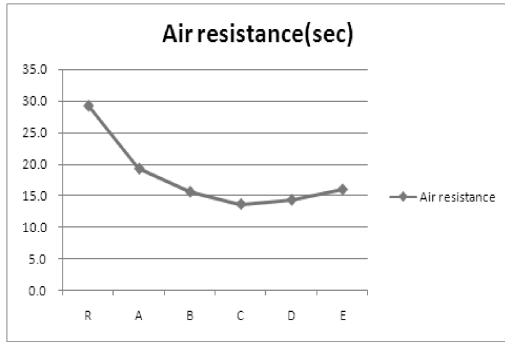
Fig. 2. Effect of hemp ratio on opacity

3-2 Hemp 첨가량에 따른 투기도, 거칠음도, bulk, 겉보기밀도의 변화

Fig. 3에 나타난 바와 같이 hemp 섬유가 10% 투입되었을 때 투기도가 급격히 증가하고 이후 hemp 투입량 30%까지 투기도가 서서히 증가하다가 투기도의 변화가 거의 없거나 조금 감소하는 경향을 보였다. Fig. 4에서 hemp 섬유 투입이 증가함에 따라 벌크가 증가하다가 40%에서 거의 멈추고, 50% 투입 시에는 bulk가 약간 감소하는 것을 확인할 수 있었다. hemp의 투입비가 높아질수록 투기도와 bulk가 급격히 변화하지는 않지만 목재펄프 100%로 초지한 종이에 비해 급격히 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 hemp의 투입이 수초지의 bulky한 공극구조를 형성하는 것으로 판단되었고 hemp 투입비 증가에 따른 변화는 크게 관찰되지 않는다는 것으로 판단되었다.

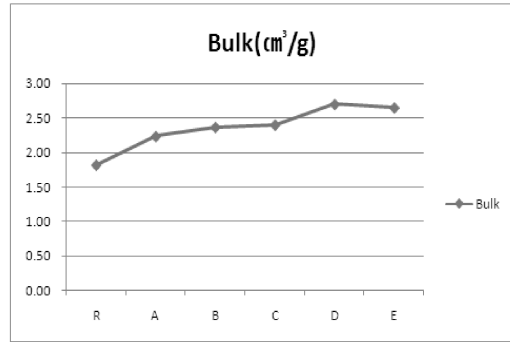
겉보기 밀도는 bulk가 증가함에 따라 Fig. 5와 같이 감소했다. Hemp의 투입비가 높아질수록 거칠음도는 Fig. 6에서 나타나는 것과 같이 거의 일정하게 증가하는 경향을 보

였다. Hemp 장섬유의 첨가량이 많아질수록 거칠음도는 비례하여 증가하는 것으로 판단되었다.



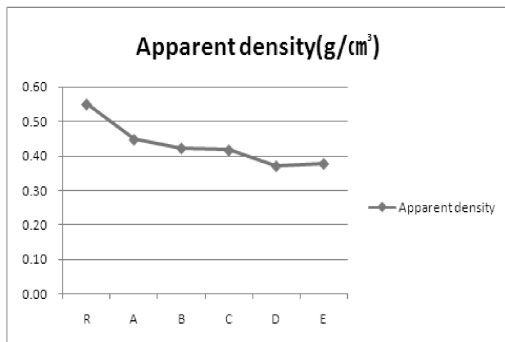
10:0(R), 9:1(A), 8:2(B), 7:3(C), 6:4(D), 5:5(E)

Fig. 3. Effect of hemp ratio on Air resistance



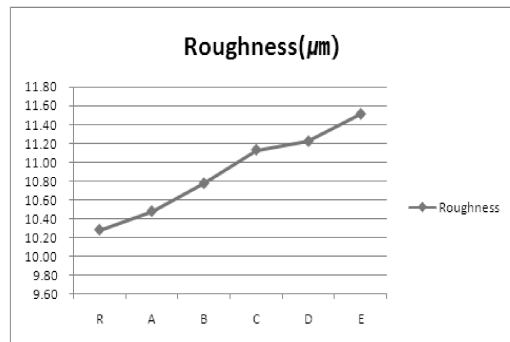
10:0(R), 9:1(A), 8:2(B), 7:3(C), 6:4(D), 5:5(E)

Fig. 4. Effect of hemp ratio on roughness



10:0(R), 9:1(A), 8:2(B), 7:3(C), 6:4(D), 5:5(E)

Fig. 5. Effect of hemp ratio on Apparent density



10:0(R), 9:1(A), 8:2(B), 7:3(C), 6:4(D), 5:5(E)

Fig. 6. Effect of hemp ratio on bulk

3-3 Hemp의 첨가량에 따른 흡수도의 변화

Hemp를 첨가한 종이는 목재펄프 100%로 초지한 종이보다는 흡수도가 높게 나타났

다. 수초지의 투기도와 흡수도가 비슷한 경향성을 보이고 있으므로 공극구조가 흡수도에 영향을 미친다고 판단되었다. 그러나 Fig. 7에 나타난 바와 같이 hemp 투입비가 증가함에 따른 변화는 크게 관찰할 수 없었다. 흡수도는 hemp 투입비에 비례하여 증가하는 것은 아니라고 판단되었다.

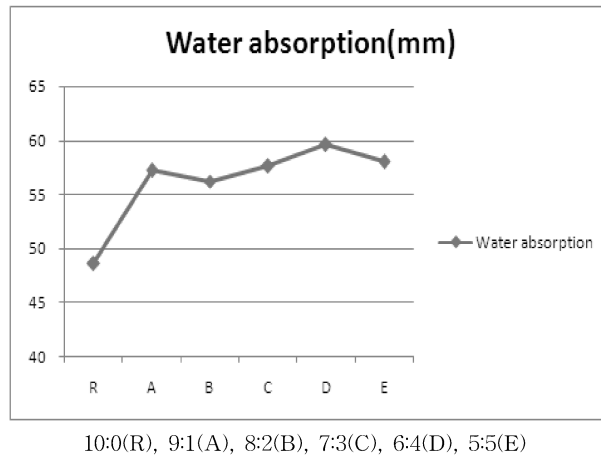


Fig. 7. Effect of hemp ratio on water absorption

4. 결 론

Hemp 섬유와 목재펄프를 혼합하여 수초지를 제작하면 내부 공극이 증가한다고 판단되었다. 이로 인해 불투명도, 벌크, 투기도, 흡수성이 향상되었다. 그러나 hemp 투입량에 따른 변화치가 크게 나타나지 않았으므로 10% 정도의 배합비를 가지고도 흡수성 및 기능성을 부여할 수 있다고 판단되었다. 따라서 hemp paper의 이러한 특성을 고려하여 흡수성 및 통기성을 요구하는 특수기능지로 사용된다면 친환경적이고 고부가가치를 창출할 수 있는 상품을 개발할 수 있을 것이라고 생각한다.

사 사

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

인용문헌

1. 원종명, 제지용 원료로서의 비목재 자원. 한국펄프·종이공학회 2005년 춘계학술논문집, pp. 56-67 (2005).
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. Mammers, H., Yuritta, J. P., and Menz, D. J., The siropulper - an explosive alternative for non-wood pulping. Tappi J., 64(7) : 93 (1981).
4. Marguerite, S., Environmental compatibility of effluents of aspen biomechanical pulping of bagasse and wheat straw. Tappi J., 77(1) : 161-166 (1994).
5. Kobayashi, Y., Recent worldwide trends of R&D on pulping and paper-making of nonwood plant fiber, Tappi J., 69(6) : 1-23 (1986).
6. Jim L. Bowyer., Hemp (*Cannabis sativa* L.) as a papermaking raw material in Minnesota : Technical, Economic and Evironmental consideration. (2001).
7. Johnson, P., Industrial hemp : A critical review of claimed potentials for *Cannabis sativa*, Tappi J., 82(7) : 113-123 (1999).
8. 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).
9. 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).
10. Abdul-Karim, L.A., Rab, A., Polyànszky, É., and Rusznàk, I., Optimization of process variables for production of dissolving pulps from wheat straw and hemp, Tappi J., 77(6) : 141-150 (1994).
11. Abdul-Karim, L.A., Rab, A., Polyànszky, É., and Rusznàk, I., Kinetics of delignification in kraft pulping of wheat straw and hemp, Tappi J., 77(6) : 141-150 (1994).

12. 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).
13. Choi, T.-H. and Hwang, W.-R., Pulping characteristics of seed-gathering hemp(*Cannabis sativa L*), J. Agr. Sci. 25(1) : 43-47 (2009).
14. Lee, H.C. and Kim, B.Y., Manufacture and characterization of papers made from New-Zealand hemp fibers, J. KTAPPI 36(1) : 67-74 (2004).
15. Laurel M. Sheppard., How Product are Made : Industrial Hemp. (2009)
16. 조병욱, 채수명, 윤승락, 이명구, 대마의 소다펄프화 kinetics에 관한 연구. 한국펄프·종이공학회 2010년 춘계학술발표논문집, pp. 1-6 (2010).
17. 이명구, 윤승락, 대마 구성 세포의 현미경적 관찰. 한국펄프·종이공학회 2009년 추계학술발표논문집, pp. 137-144 (2009).