

옥수수 줄기의 펄프 자원화 (2) 옥수수 줄기 펄프의 제지 특성

원종명^{1)*} · 이재훈²⁾ · 한창석¹⁾

¹⁾강원대학교 제지공학과 · ²⁾신호제지 중앙연구소

1. 서 론

그동안 각종 농산 폐기물 및 비목재 섬유 자원에 대한 펄프 자원화를 위한 연구가 오랜 세월동안 꾸준히 이루어져 왔다. 그러나 이들이 지닌 각종 제약 때문에 일부 특수 용도에 국한되어 사용되었으며, 품질도 목재 펄프의 수준을 따르지 못하는 것으로 평가되어 왔다. 최근 환경 보호에 대한 관심이 급증되고 있고, 특히 산업 발전과 더불어 수반되는 각종 오염으로 인한 환경 및 생태계 파괴로 기후의 급변, 홍수, 고온화 등 많은 부작용이 더욱 심화되어가고 있다. 이러한 문제의 심각성 때문에 산업계뿐만 아니라 정부 및 민간 차원의 각종 환경 보호 운동이 더욱 활발해지고 있으며, 특히 산업계에서는 원료로부터 시작하여 공정, 제품의 리사이클에 이르기까지 전 과정 평가를 하는 LCA 기법을 적용하는 ISO 14000 시리즈를 적극적으로 도입하고 있다.

그 일환으로 비목재 섬유자원의 펄프 자원화를 위하여 마, 벚짚, 밀집, 갈대, 사탕수수, 바나나 줄기, 옥수수대 등 각종 농산 폐기물이 검토되었으며, 품질에서 목재펄프에 비하여 떨어지기는 하나 일부 용도로 충분히 활용될 수 있음이 확인되었고, 특히 비목재 섬유 자원의 펄프 자원에 대한 관심이 증가됨에 따라 비목재 펄프의 품질 향상 및 검토의 필요성을 느끼게 되었다.

옥수수 줄기 펄프의 제지용 펄프 자원으로서의 가능성을 검토한 제(1)보의 결과에 의하면 비록 활엽수 펄프보다 미세섬유 및 단섬유 분이 많기는 하나 펄프 수율, 펄프화 특성, 섬유의 형상 및 섬유장 분포를 감안할 때 충분히 제지용 펄프로서의 사용 가능성을 지니고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 옥수수 줄기 펄프로 종이를 제조하였을 때 얻어질 수 있는 특성을 검토하기 위하여 미표백 및 표백 펄프를 여러

조건으로 처리하여 물성 변화를 조사하였고, 특히 목재펄프의 물성과 비교하여, 기존 제지공장에서 사용되고 있는 목재펄프의 대체 가능성을 검토하고자 실시되었다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1 공시재료

제(1)보에서 제조된 소오다 및 크라프트 펄프를 공시재료로 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 초지실험

미표백 펄프 소오다 및 크라프트 펄프의 각 증해 조건별로 고해를 통하여 여수도를 조절한 후 평량 60 g/m^2 의 수초지를 제조하였다. 표백 펄프의 경우는 활성알칼리 15%로 증해한 소오다펄프를 5단표백(HEDEP)을 실시하였으며, 400 ml CSF로 고해하여 동일 수준으로 고해한 침엽수 표백 크라프트 펄프와의 혼합 초지를 실시하였고, 비교를 위하여 침엽수 표백 크라프트 펄프와 활엽수 표백 크라프트 펄프로 혼합 초지를 실시하였다.

2.2.2 종이 물성

각종 증해 조건 및 여수도 수준에서 제조된 수초지를 TAPPI Standard에 의거 전처리 및 조습처리를 실시한 후 밀도, brightness, 불투명도, 인장지수, 파열지수, 인열지수, stiffness를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 펄프의 고해 특성

옥수수 줄기 펄프는 제(1)보의 결과에서 보고한 바와 같이 목재 펄프에 비하여 가느다란 형상을 지니며, 미세 섬유 함유량이 많아 여수도가 낮은 특성을 지니고 있다. 고해 특성을 조사하기 위하여 목재 펄프와 비교한 결과 실험실용 고해기를 이용하여 동일한 조건에서 고해를 실시하였을 경우 옥수수 줄기 펄프의 여수도를 100 ml 감소시키는데 필요한 고해 동력이 목재 펄프(침엽수 펄프 약 84 kW/t, 활엽수 펄프 약 71 kW/t)에 비하여 20~25%인 약 18 kW/t를 나타내었다. 옥수수 줄기 표백 펄프의 초기 여수도가 523 ml CSF를 나타내었으며, 미세 섬유 함유량이 많은 것을 감안하면 거의 고해를 하지 않아도 충분한 강도를 얻을 수 있을 것으로 기대되었다.

Table 1. Physical properties of unbleached corn stalk soda and kraft pulp

	Active alkali(%)	Freeness (%)	Apparent density (g/cm ³)	Brightness (%)	Opacity (%)	Tensile index (N · m/g)	Tear index (mN · m ² /g)	Burst index (kPa · m ² /g)	Stiffness (gf · cm)
Soda	13	602	0.611	32.41	95.64	76.66	9.77	4.32	2.55
		400	0.754	29.76	90.99	114.95	6.38	7.06	2.08
		300	0.767	28.58	88.96	110.86	5.57	6.47	2.23
	15	595	0.615	35.71	95.32	82.34	10.33	4.68	2.73
		400	0.735	33.06	91.50	122.22	6.83	7.68	2.08
		300	0.794	32.58	88.14	120.39	5.94	7.03	2.35
Kraft	13	616	0.597	28.32	96.63	68.82	9.37	3.83	2.18
		400	0.746	25.23	93.10	108.95	6.10	6.31	2.03
		300	0.787	24.39	91.21	108.34	5.37	6.26	2.10
	15	599	0.616	32.81	95.96	82.04	9.09	4.87	2.48
		400	0.738	30.27	91.68	116.71	6.41	7.02	2.23
		300	0.777	29.06	87.81	114.89	5.30	6.63	2.30

3.2 미표백 펄프의 물성

산업포장용지로서의 사용 가능성을 평가하기 위하여 미표백 펄프의 물성을 조사한 결과 Table 1과 같이 옥수수 줄기의 펄프화에 있어서는 목재 펄프화와는 달리 크라프트 펄프화법의 장점이 전혀 확인되지 않았으며, 오히려 소오다법으로 제조한 펄프의 제반 물성이 우수하였으며, 두가지 펄프화법에 의하여 제조된 옥수수 펄프로 만든 종이의 겉보기 밀도는 목재 펄프로 만든 종이보다 현저히 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 결과가 얻어진 것은 미세 섬유 함량이 높고, 섬유가 가늘어 유연성이 높기 때문에 섬유간 결합이 목재 펄프보다 많이 일어날 수 있기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2. Physical properties of the handsheets made of corn stalk bleached soda pulp, mixture with SwBKP, and mixture of SwBKP and HwBKP

	Apparent density (g/cm ³)	Brightness (%)	Opacity (%)	Tensile index (N · m/g)	Tear index (mN · m ² /g)	Burst index (kPa · m ² /g)	Stiffness (gf · cm)
Corn stalk pulp (Unbeaten)	0.64	84.07	77.11	42.57	10.51	2.42	1.87
Corn stalk pulp (Beaten)	0.74	83.20	72.07	67.30	7.63	3.88	1.93
Corn : SwBKP (90 : 10)	0.75	83.17	71.07	74.95	7.74	4.29	1.47
Corn : SwBKP (80 : 20)	0.74	83.08	71.33	74.86	9.37	4.62	1.93
HwBKP : SwBKP (80 : 20)	0.69	80.56	78.34	66.82	8.62	3.78	2.03

3.3 표백 펄프의 물성

옥수수 줄기 표백 소오다 펄프가 백상지 제조용 원료로서의 사용 가능성을 평가하기 위하여 침엽수와 활엽수의 혼합펄프로 제조된 수초지 및 SwBKP와 옥수수 줄기 표백 소오다 펄프를 혼합 초지하여 얻은 수초지의 물성을 측정된 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 미고해 옥수수 줄기 표백 소오다 펄프 단독으로 초지한 종이의 경우는 인열

지수를 제외한 나머지 대부분의 물성에 있어서 SwBKP와 HwBKP를 혼합 초지한 종이보다 낮은 값이 얻어졌으나, 목재 펄프와 동일한 수준으로 고해를 실시함으로써 인열 지수를 제외한 다른 강도적 성질에 있어서 오히려 높은 값이 얻어졌다. 비록 10%의 SwBKP를 옥수수 줄기 표백 소오다 펄프에 혼합 초지할 경우 보다 높은 강도가 얻어질 수 있지만 현재 활엽수 펄프의 사용량을 더욱 늘려가는 추세를 감안하면 옥수수 줄기 표백 소오다 펄프를 100%의 사용도 가능성이 있는 것으로 사료된다.

4. 결 론

옥수수 줄기를 이용한 미표백 펄프 제조 시 목재 펄프와 달리 크라프트 펄프화법의 장점이 확인되지 않았다. 즉 소오다 펄프법 만으로도 오히려 우수한 강도를 지니는 종이의 제조가 가능하였고, 산업용지용 원료로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

옥수수 줄기 표백 소오다 펄프를 이용하여 만든 종이의 물성을 목재 펄프와 혼용 또는 목재 펄프로 제조한 종이의 물성과 비교한 결과 옥수수 줄기 표백 소오다 펄프만으로도 일반 인쇄 필기용지의 제조가 가능할 것으로 기대되었다. 또한 미세 섬유가 활엽수 펄프보다 많고, 섬유가 가는 것이 섬유간 결합의 개선에 도움이 될 뿐만 아니라 고해 시 목재 펄프에 비하여 매우 적은 량의 동력만으로도 필요로 하는 여수도를 얻을 수 있어서, 옥수수 줄기 표백 소오다 펄프를 사용할 경우 동력비 절감 효과도 얻을 수 있을 것으로 기대된다.