

바이오 에탄올 생산을 위한 부들의 전처리 공정

김완중, 박지순, 서영범

충남대학교 임산공학과

1. 서론

1970년대 첫 국제 오일쇼크 이후 바이오 에너지, 바이오물질을 생산할 수 있는 자연 탄소 자원인 바이오매스(Biomass)로부터 대체에너지를 얻으려는 연구가 시작되었다. 이후 오일가격이 안정되고 경제적 측면에서 그 활용가치가 낮아짐에 따라 지속적인 연구가 이루어지지 못 하였다. 하지만 최근 수년간 중국, 인도, 그리고 브라질을 대표하는 개발도상국들의 에너지 수요 확대가 다시 국제유가를 급등시켰고, 국제 에너지 수요가 2050년에는 현재보다 50%까지 증대될 것으로 예상됨에 따라 1970년대와 같이 다시 유가가 하락하는 일은 앞으로 없을 것으로 보인다. 이런 추세라면 고유가의 지속에도 화석연료 사용은 점차 확대될 것이고 이에 따라 지구대기의 이산화탄소 배출량 또한 크게 증가할 것이며, 이는 지구온난화를 가속시킬 것이다. 이에 대처하기 위해 선진국 8개 정상들은 지난 2005년 7월에 지구온난화에 대한 국제사회의 우려에 동조하여 지구온난화의 주요원인인 온실가스를 줄일 수 있는 획기적인 방법들을 모색하기로 합의하였다. 이러한 국제적 추세는 화석연료를 대체할 자연자원으로부터 대체 에너지 연구개발에 대한 관심을 다시 고조시키고 있다. 현재는 미국과 유럽을 중심으로 바이오매스로부터 대체 에너지를 생산하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 대체에너지 중 바이오 연료로 통용되는 바이오 에탄올이 그 중심에 있다.

바이오에탄올이란 일반적으로 식물을 원료물질로 하여 생산되는 에탄올을 말한다. 바이오에탄올은 크게 전분이나 설탕에서 생산되는 에탄올과 바이오매스로부터 생산되는 셀룰로식 에탄올로 구분될 수 있다. 현재 세계에 공급되는 대부분의 에탄올은 사탕수수나 사탕무로부터 얻어진 설탕이나 옥수수전분으로부터 생산되고 있다. 이들 원료물질의 경우 가축사료나 식품에도 사용되기 때문에 에너지생산을 위한 이들 원료물질의 이용은 결국 물가를 올리는 효과가 있을뿐더러 이들 설탕과 전분자원으로는 궁극적으로 전

세계가 필요로 하는 에탄올 수요량을 충족시킬 수 없다.

예를 들면, 미국의 경우 2030년까지 2004년에 사용된 미국 전체 수송연료의 30%(약 2271억 리터)을 에탄올로 대체하겠다는 계획을 발표하였다. 미국 에너지국 (U.S. Department of Energy)의 추정치로는 이 2271억 리터중 20~30% 정도의 수량은 옥수수 전분으로부터 충당할 수 있을 것으로 예상하고 있으나 나머지 잔여분의 경우는 바이오매스에서 생산되는 셀룰로식 에탄올이 아니면 계획목표 달성이 어렵다고 보고 있다. 유럽의 경우도 2010년까지 석유관련 및 디젤 수송연료의 5.75%를 바이오에탄올이나 바이오디젤과 같은 자연재생연료로 확대하겠다는 계획을 수립해 놓고 있다. 미국이나 유럽에서 볼 수 있듯이 셀룰로식 에탄올 생산에 대한 그 중요성은 점차 증대되고 있고, 우리나라 또한 저탄소 녹색성장이라는 주제로 이 문제를 국가 정책적으로 적용하여 시행하려하고 있다. 따라서 본 실험은 물가상승을 유발시키지 않는 바이오매스인 부들을 이용해 셀룰로식 바이오 에탄올 생산을 위한 전처리 공정과 이에 따라 나타나는 섬유 변화를 연구하였다.

2. 재료 및 실험방법

2. 1 공시재료

충남대학교에서 재배중인 큰부들(*Typha latifolia* L.)을 이용하였다.

2. 2 실험방법

전처리 공정은 실험용 다이제스터를 이용하여 부들과 촉매제를 활용하여 전처리하였으며, 펄핑 공정은 SODA펄핑 제법을 이용하여 실험하였고, 표백 공정은 ClO_2 , H_2O_2 를 이용하여 실험하였다. 그리고 각 각의 물성은 조습처리된 시편을 사용하여 회분(TAPPI T244 cm-99), 내절도(TAPPI T 423 om-89), 인장강도(TAPPI T 494 om-88), 평활도(TAPPI T 479 om-99), 파열강도를 TAPPI Standard에 의거하여 실험하였다. 광학적 특성은 백색도(Technidyne color Touch2 Model ISO)을 이용하여 측정하였고, 불투명도는(Technidyne color Touch2 Model ISO)을 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

각 전처리에 따른 추출액 수율과 전처리에 따른 수초지의 물성을 Table.1에서 나타내었다. 전처리에 의한 섬유유의 영향은 전처리 공정을 거친 시료를 사용한 펄프의 수초지를 제작 후 그 수초지의 물리적 강도를 측정하여 판단하였다. 그래서 전처리공정을 거친 펄프의 물리적 강도를 확인하면, 전처리공정에 의한 섬유유의 영향을 판단할 수 있었다. 그리고 고해시, 단섬유로 이루어진 부들 펄프가 짧은 고해시간의 고해 공정을 거치면서 나타나는 섬유유의 물리적 강도 증가가 목재 펄프를 이용한 수초지의 물리적 강도에 약 80~90%까지 따라가는 것을 확인할 수 있었고, 전처리 공정의 변화에 따라 부들 펄프를 이용한 수초지의 물리적 강도의 변화를 확인할 수 있었다. 그 중 산 전처리를 통한 부들펄프의 물리적 강도는 목재 펄프의 약 40~45%로 확인할 수 있었으며, 알칼리 전처리를 통한 부들펄프의 물리적 강도는 목재펄프의 약 80%로 확인할 수 있었다.

그래서 바이오 에탄올 생산을 위한 부들 전처리 공정은 산 전처리에 의한 부들 섬유유의 물리적 강도저하의 문제를 알칼리 전처리로 대체함으로써 어느 정도의 보완이 가능하다고 판단되었다.

Table 1. Properties of cattail paper after pretreatment

	Basis wt (g/m ²)	Density (g/cm ³)	Bulk (cm ³ /g)	Breaking L (Km)	Stretch (mm)	Freeness (cst)	Belt smooth.(sec)		Folds	Burst (Kg/cm ²)	ISO Bright	Opacity	Ash (%)	Yield of pretreatment (%)
							top	wire						
SW+HW(1:1)	63.85	0.61	1.64	4.50	2.80	600	2.96	2.44	73.38	1.66	85.73	77.02	0.35	-
Non-pretreatment	62.46	0.49	2.04	3.55	2.63	586	10.37	3.60	6.67	1.20	84.96	90.04	0.48	-
Acid pretreatment	No.1	64.63	0.52	1.94	2.02	551	9.40	6.57	2.00	0.40	84.69	92.30	0.61	24.23
	No.2	64.77	0.47	2.11	1.61	597	10.00	6.33	2.00	0.37	84.63	92.25	0.60	19.34
	No.3	61.07	0.47	2.14	1.69	558	8.83	6.87	1.67	0.23	84.64	91.60	0.53	22.79
	No.4	60.33	0.45	2.21	1.74	585	6.17	4.67	1.33	0.20	84.84	90.84	0.41	22.61
Alkali pretreatment	No.5	63.60	0.51	1.96	2.79	521	9.63	4.83	4.00	0.87	82.25	90.02	0.46	21.07
	No.6	61.75	0.63	1.91	2.82	511	11.67	5.53	4.33	1.20	84.23	89.69	0.73	20.74
PFI mill (120sec)														
	Basis wt (g/m ²)	Density (g/cm ³)	Bulk (cm ³ /g)	Breaking L (Km)	Stretch (mm)	Freeness (cst)	Belt smooth.(sec)		Folds	Burst (Kg/cm ²)	ISO Bright	Opacity	Ash (%)	Yield of pretreatment (%)
							top	wire						
SW+HW(1:1)	60.54	0.69	1.46	6.21	3.34	400	9.44	1.44	566.38	2.48	84.20	73.10	0.24	-
Non-pretreatment	63.27	0.66	1.52	5.58	5.75	258	14.00	7.60	61.33	2.47	83.84	88.40	0.43	-
Acid pretreatment	No.1	64.35	0.56	1.79	2.70	344	14.70	8.80	7.33	1.07	85.87	90.01	0.69	24.23
	No.2	63.23	0.54	1.86	2.44	374	11.17	8.77	6.00	1.00	85.82	91.80	0.64	19.34
	No.3	63.91	0.52	1.92	2.45	374	13.55	8.88	6.75	0.95	86.46	90.31	0.61	22.79
	No.4	61.48	0.57	1.75	3.13	300	13.63	7.47	6.00	1.00	84.36	90.69	0.47	22.61
Alkali pretreatment	No.5	61.43	0.65	1.53	5.05	339	13.60	6.20	21.00	2.60	81.79	85.69	0.53	21.07
	No.6	61.12	0.63	1.58	5.05	334	15.37	7.93	18.33	2.47	84.02	85.33	0.89	20.74

4. 결 론

바이오 에탄올의 생산을 위한 전처리중 산 전처리로 인한 섬유 손상을 알칼리 전처리를 통해 물리적 성질이 보완되는 것을 확인할 수 있었고, 알칼리 전처리 공정을 통한 추출액도 산 전처리를 통한 추출액과 같이 바이오 에탄올을 생산에 이용할 수 있었다. 또한 산 전처리 수율과 알칼리 전처리 수율은 약 19~23%로 측정되어 큰 차이를 보이지는 않았고, 부들 펄프가 목재 펄프에 비해 적은 고해에너지로 높은 물리적 강도의 증가가 보인다. 그리고 부들의 고유의 특성인 높은 불투명도를 활용한 기능성을 갖춘 용지 개발이 가능할 것으로 보인다.

5. 참고 문헌

1. 정장호, 셀룰로식 에탄올 생산 한국생물공학회지, 23권 제1호, 2008년
2. 길상혁, 김완중, 서영범 부들의 펄프화 및 섬유의 성질, 펄프종이공학회춘계학술발표, 2008년
3. 김완중, 서영범 부들섬유의 제지특성에 관한 연구, 펄프종이공학회추계학술발표, 2008년
4. 서영범, ECO 종이과학, 에코시티사업단, 2007년
5. 서영범, 섬유특성과 지료조성 공정에 의한 종이 특성의 변화, 펄프종이공학회, 2004년
6. 펄프제지기술사전, 한국펄프제지종이공학회, 2001년
7. 서영범, 이학래, 이복지, 신동소, 임기표, 원종명, 손창만, 제지과학(3판), 광일문화사, 2000년
8. 조현정, 운병호, 전양, 이학래, 펄프제지공학, 선진문화사, 1995년