

폐지를 이용한 생분해성 고분자의 제조(I)^{*1}

- 폐지의 화학적 조성 분석 및 전처리 -

권기훈^{*2} · 임부국^{*2} · 양재경^{*3} · 장준복^{*4} · 이종윤^{*2}

Manufacture of Biodegradable Polymer with Wastepaper(I)^{*1}

- Pretreatment and Analysis of Chemical Components On Wastepaper -

Ki-Hun Kwon^{*2} · Bu-Kug Lim^{*2} · Jae-Kyung Yang^{*3} · Jun-Pok Chang^{*4} ·
Jong-Yoon Lee^{*2}

요약

최근 들어 범용 플라스틱계 고분자의 환경오염이 심각한 사회적 문제를 유발함에 따라 많은 연구자들이 생분해성 고분자 소재 개발에 관한 연구를 시행하고 있으며, 본 연구에서는 폐지를 이용한 생분해성 고분자물질의 제조를 위하여 폐지의 화학적 조성 및 최적 전처리조건을 검토하기 위해 시행하였고, 그 결과는 다음과 같다.

각 공시재료별 화학적 조성분 분석 결과 신문폐지와 골판폐지의 리그닌 함량이 사무실 폐지에 비해 높게 나타났다. 또한 건식해리 펄프에 비해 습식해리 펄프의 회분 함량이 낮게 나타났다.

생분해성 고분자의 제조를 위해서는 반드시 폐지의 화학적 전처리가 요구되며, 습식해리 시료가 건식해리 시료에 비해 전처리 효과가 우수하였다. 본 연구에서 행해진 화학적 전처리 중 아염소산나트륨으로 가온(70℃)처리한 전처리방법이 가장 우수한 것으로 판명되었다. 한편 산소-알카리 전처리는 탈리그닌처리 효과는 우수하였지만, 수율이 과도하게 저하되고, 탄수화물의 붕괴에 따른 셀룰로오스의 중합도 저하로 인해 전처리 공정으로서 부적합하다고 판단되었다.

ABSTRACT

Recently many scientists have tried to synthesize biodegradable polymers due to durable and non-biodegradable products of conventional synthetic plastics when these were wasted in nature. So to reuse the wastepapers for biodegradable polymer resources, ONP (old newsprint), OCC (old corrugated containerboard) were carried out by

*1 접수 1999년 8월 5일, 채택 2000년 8월 16일

본 연구는 한국과학재단 특정기초사업(98-0402-01-2) 연구비 지원에 의해 수행되었음.

*2 경북대학교 농과대학 College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

*3 경상대학교 농과대학 College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

*4 중부대학교 생명자원학부 Division of Life Resources Science, Joongbu University, Gumsan 312-940, Korea

the pretreatment of chlorinite, hypochlorite and oxygen-alkali treatment conditions. For manufacturing of biodegradable polymer with wastepaper, this study performed to investigate change of chemical components and optimal pretreatment condition.

The summarized results in this study were as follows:

Lignin content in ONP and OCC was higher than in MOW and ash content was the highest in MOW. More amount of ash components were reduced by wet defiberation than by dry defiberation. Wet defiberation fiber are better than dry defiberated fiber in chemical pretreatment condition for wastepapers, and the best result was obtained in the condition of sodium chlorite at 70 °C, because it has high delignification ratio, α -cellulose contents and degree of polymerization in this treatment condition. Oxygen-alkali treatment condition is the worst method because of low yield, low degree of polymerization in this pretreatments.

Keywords : Biodegradable polymer, wastepaper, wet defiberation, dry defiberation, pretreatment condition, delignification ratio, α -cellulose contents, degree of polymerization

1. 서론

생활수준의 향상과 더불어 생활쓰레기의 양이 급격하게 증가하고 있으며, 이러한 생활쓰레기는 현재 대부분 소각 및 매립에 의해 처리되고 있어 소각시 다이옥신의 발생, 매립시 침출수 유출 등 많은 사회적 문제를 야기시키고 있다. 최근 환경백서(1997)에 의하면 생활쓰레기 중 폐지류는 약 26.4%를 점하고 있으며, 1996년 쓰레기 하루 발생량이 45,795톤임을 감안한다면, 하루 약 1만 2천 톤의 막대한 폐지가 발생된다는 것을 알 수 있다. 그러나 기존 제지용 원료로서의 고지를 이용할 경우 단일 지종으로 구성되어야 하는 등 그 이용에 제한요소가 많아 분리수거된 폐지의 경우 다시 소각 및 매립에 의해 처리되고 있는 실정에 있다. 따라서 생활쓰레기로 배출되는 폐지의 용도개발에 관한 연구는 매우 시급한 연구과제라 할 수 있다.

한편 최근 들어 선진 각국의 환경보호규제정책에 수반하여 석유화학계 고분자가 폐기되는 과정 중 지구환경 파괴에 관련된 원인을 제공함으로써 새로운 대체 고분자가 필요하게 되었다. 따라서 이러한 시대적 상황에 즈음하여 목질계 소재를 이용한 생분해성 고분자를 제조하고자 하는 연구가 각국에서 시행되고 있는 실정에 있다.

그러나 자연계에서 생분해되는 목질계 소재로부터 단순히 물리·화학적 개질만으로 다양한 용도와 기능성을 가지는 석유계 합성 고분자 대용소재를 제

조하기에는 역부족이다.

현재 생분해성 고분자에 관한 연구는 몇 개의 영역으로 구분할 수 있다. 폴리에스테르에 관능기를 도입하여 토양에서 쉽게 분해가 이루어지게 하는 방법(Yoshihara *et al.*, 1990), 합성수지 플라스틱에 생분해성인 목질계 소재를 혼합하여 제조하는 방법(Han & Shiraishi, 1990), 마지막으로 목질계 고분자 소재인 셀룰로오스와 키토산의 혼합에 의한 생분해성 고분자를 제조하는 방법(Hosokawa *et al.*, 1991; Isogai & Atalla, 1991; Suto & Ui, 1996) 등이 있다. 그러나 현재까지 이러한 생분해성 고분자 소재의 개발은 생산단가, 공정 및 기능성 부여 등 해결해야 할 무수한 문제점을 내포하고 있어 향후 깊이 있는 연구가 필요하다.

폐지로부터 자연분해성 고분자 필름을 최종목표로 하여 본 연구에서는 이에 대한 기초 연구의 하나로 건식 또는 습식해리 폐지의 화학적 전처리법을 탐색하고 이에 따른 폐지의 화학적 조성변화를 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료 및 해리

본 연구의 공시재료는 경북대학교 교내에서 발생되는 신문폐지(ONP, old newspaper), 골판폐지(OCC, old corrugated containerboard), 사무실 폐지(MOW, mixed office wastepaper)를

무작위로 선별한 다음 자체 제작한 단속식 건식지류 해리기를 사용하여 건식해리 펄프를 제조하였으며 습식해리 펄프의 제조는, Vázquez 등의 탈묵방법 (Vázquez, 1997)을 변형한 방법으로 폐지 70g과 물 1,750ml를 혼합하여 전체 펄프농도를 3.8%로 조절한 다음 20분간 습식해리하여 200mesh 스크린을 이용하여 6,000ml의 수돗물로 섬유를 세척하고, 시료의 함수율이 70%가 되도록 수분을 조정하여 조제하였다.

2.2 폐지류의 화학적 조성 분석

공시재료의 화학적 성상을 구명하기 위하여 Klason법과 산가용성 리그닌 측정법으로 리그닌 함량을 정량하였고(황 등, 1995), 폐지류의 무기물 함량은 TAPPI법(T211-om-80)(TAPPI Test Methods, 1984)에 따라 정량하였다. 한편 공시재료의 탄수화물 분석은 alditol-acetate법(이 등, 1990)에 의거하여 분석하였다.

2.3 폐지류의 무기물 분석

생분해성 고분자를 제조하는 데는 시료에 함유된 미량 무기성분들이 생분해 정도에 직접적인 영향을 미치기 때문에 공시재료로부터 조제된 건식해리 펄프와 습식해리 펄프의 무기물 분석이 반드시 필요하다. 따라서 본 연구에서는 공시재료를 회화로에서 회화시킨 다음 X-ray Fluorescence spectrometer (Philips, Co; PW2400, Netherland)를 사용하여 각 시료 중의 무기물 성분 분석을 행하였다(권, 2000).

2.4 염소계 약품에 의한 전처리

2.4.1 아염소산나트륨에 의한 전처리

시료 2.5g(전건중량 기준)을 500ml의 삼각플라스크에 넣고, 증류수 300ml와 아염소산나트륨 1g, 초산 0.2ml를 첨가하고 밀봉한 다음, 실온과 70℃의 진탕탕온수조에서 각각 반응시켰다. 1시간 간격으로 아염소산나트륨 1g, 초산 0.2ml를 첨가하여 4회 반복처리하였다. 반응 후 2G3 glass filter로 여과하여 증류수, 아세톤 순으로 충분히 세척한 다음, 105±0.5℃ 건조기에서 건조시킨 후 평량하여 전처리 수율을 계산하였다(이 등, 1992).

2.4.2 차아염소산나트륨에 의한 전처리

시료 2.5g(전건중량 기준)을 500ml의 삼각플라스크에 넣고, 차아염소산나트륨 용액 1.4ml와 1% NaOH 용액을 합하여 62.5ml로 조정한 다음 실온 처리와 50℃ 가온처리로 구분하여 4시간 동안 반응시켰다. 반응 후 2G3 glass filter로 여과하여 증류수, 아세톤 순으로 충분히 세척하였다. 세척 후 105±0.5℃ 건조기에서 건조시킨 후 평량하여 전처리 수율을 계산하였다.

2.5 산소-알카리 펄프화법에 의한 전처리

시료 5g(전건중량 기준)을 100ml 용량의 bomb에 넣고, 6% NaOH 용액 50ml를 투입, 혼합하고 bomb에 산소 초기압을 10kgf/cm²으로 하여 200℃ oil bath에서 2시간 동안 반응시켰다. 반응 후 2G3 glass filter로 여과하여 증류수로 충분히 세척하였다. 세척 후 105±0.5℃ 건조기에서 건조시킨 후 평량하여 전처리 수율을 계산하였다.

2.6 전처리한 시료의 화학적 성상 분석

전처리된 시료의 화학적 조성을 파악하기 위하여 Klason법과 산가용성 리그닌 측정법으로 리그닌 함량을 측정하였으며, 전처리된 시료의 탄수화물 분석은 alditol-acetate법(이 등, 1990)으로 분석하였다. 또한 생분해성 고분자 제조를 위한 시료의 적합성을 시험하기 위하여 전처리된 시료의 α-cellulose 함량(이 등, 1993), 중합도 측정(양 등, 1997)을 하였다. 중합도 측정은 동암모니아 용액을 용매로 하여 셀룰로오스를 용해시킨 후 Ostwald형 점도계를 이용하여 용매와 셀룰로오스의 점도차로 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 폐지류의 화학적 조성

Table 1은 건식해리 및 습식해리된 폐지의 화학적 조성 분석 결과이다.

일반적으로 키토산과 셀룰로오스의 합성에 의한 생분해성 고분자 제조에 있어 순수 셀룰로오스의 함량이 증가할수록 생분해성 고분자 제조가 용이하다(Hasegawa *et al.*, 1992). 따라서 본 연구의 공시재료로 사용되는 건식해리 펄프와 습식해리 펄프의 화학조성을 분석한 결과, 신문폐지와 골판폐지는

Table 1. Chemical components of dry-defiberated and wet-defiberated wastepapers. (unit: %)

Materials	Carbohydrate	Lignin	A.S.L ¹⁾	Ash	Sugar composition					
					Ara.	Xyl.	Man.	Gal.	Glu.	
Dry ²⁾	ONP	74.7	20.1	0.47	4.7	1.3	7.2	14.3	T	77.2
	OCC	77.1	14.9	0.50	7.5	1.6	8.4	12.6	T	77.4
	MOW	86.0	1.2	0.43	12.4	2.0	11.8	6.1	T	80.0
Wet ³⁾	ONP	79.8	19.0	0.48	0.7	1.3	7.0	14.0	1.0	76.4
	OCC	85.1	13.4	0.49	1.0	1.0	9.8	6.4	T	82.3
	MOW	93.8	1.1	0.43	4.7	1.2	7.8	7.9	T	83.1

1) Acid soluble lignin 2) Dry defiberation 3) Wet defiberation

Table 2. Ash analysis of dry-defiberated and wet-defiberated wastepapers. (unit: %)

Materials	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe	
Dry ¹⁾	ONP	-	0.28	1.01	1.65	0.02	0.12	0.08	0.05	1.22	0.13	0.12
	OCC	-	0.79	1.32	2.42	0.04	0.34	0.20	0.07	1.80	0.16	0.36
	MOW	-	2.83	0.81	4.49	0.03	0.08	0.40	-	3.15	-	0.64
Wet ²⁾	ONP	-	-	0.05	0.10	0.01	0.15	-	-	0.39	-	-
	OCC	-	0.24	0.05	0.31	0.01	0.08	-	-	0.34	-	-
	MOW	-	0.98	0.41	1.54	0.03	-	0.14	-	1.20	-	0.48

1) Dry defiberation 2) Wet defiberation

탄수화물 함량이 낮게 나타난 반면 사무실 폐지는 약 10% 정도 높게 나타났고, 리그닌 함량은 신문 폐지와 골판폐지가 사무실 폐지에 비해 높게 나타났다. 국내 신문용지는 신문폐지 70%, 잡지 그리고 기계펄프 30%를 혼합하여 제조되는 것으로 알려져 있으며, 재생펄프와 천연펄프의 혼합비율은 탈목펄프 40~80%에 천연펄프 20~60%를 혼합하여 생산되고 있어 상기의 결과가 나타난 것으로 생각된다. 한편 회분 함량은 사무실 폐지에서 가장 높게 나타났는데 이것은 전산용지 제조과정 동안 인쇄적성 및 백색도 향상을 위하여 각종 충전물이 많이 첨가되기 때문으로 생각된다(이·손, 1996). 탄수화물 분석 결과에서 신문폐지는 만노스 잔기의 함량이 높고, 사무실 폐지는 자이로스 잔기의 함량이 높게 나타나 신문폐지에는 침엽수 펄프의 혼합비율이 높고, 사무실 폐지는 활엽수 펄프의 혼합비율이 높음을 알 수 있었다(임 등, 1994).

한편 건식해리 펄프와 습식해리 펄프의 탄수화물 조성 변화는 거의 없었지만, 습식해리 펄프의 회분 함량이 건식해리 펄프의 회분 함량에 비해 상대적으로

로 급격하게 저하되는 경향이 나타났다. 이러한 원인은 습식해리 과정에서 상당량의 무기물이 제거되었기 때문으로 생각된다. 따라서 생분해성 고분자 소재 제조를 위한 시료는 무기물 함량이 적고, 탄수화물 함량이 상대적으로 많은 습식해리 펄프가 유리할 것으로 생각된다.

3.2 폐지류의 무기물 조성

Table 2는 건식해리 및 습식해리 폐지의 무기물 성분 분석 결과를 나타낸 것이다.

생분해성 고분자를 제조하기 위해서는 무기성분들이 생분해에 직접적인 영향을 미치기 때문에 시료로 공시재료의 무기성분 분석이 반드시 이루어져야 한다. Table 1의 결과에서 습식해리 과정 동안 상당량의 무기성분이 제거되기 때문에 습식해리 펄프의 무기성분이 전체적으로 건식해리 펄프의 무기성분량에 비해 감소되어 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 높은 함량으로 존재하는 마그네슘(Mg), 규소(Si) 및 칼슘(Ca) 등의 수치가 습식해리에 의해 급격하게 감소되었다.

3.3 아염소산나트륨 전처리

생분해성 고분자 제조 원료는 순수 셀룰로오스의 함량비가 높아야 하기 때문에 폐지의 경우 반드시 화학적인 전처리 과정이 필요하다. 목질 소재의 화학적 전처리 과정은 여러 가지 방법이 있지만, 본 연구에서는 비교적 처리과정이 용이한 염소계 전처리 과정을 선택(前川 등, 1980)하여 화학적 전처리를 하였다. 본 연구에서는 공시재료를 아염소산나트륨으로 실온과 70℃에서 각각 구분하여 탈리그닌 처리하였다. 그러나 사무실 폐지의 경우 리그닌 함량이 적고 자체로도 높은 백색도를 나타내기 때문에 아염소산나트륨 및 차아염소산나트륨 처리를 하지 않았다.

3.3.1 실온처리

Table 3은 실온에서 아염소산나트륨으로 전처리한 폐지의 분석 결과를 나타낸 것이다.

신문폐지와 골판폐지를 실온에서 아염소산나트륨 처리한 결과 리그닌 대부분이 폐지 중에 잔존하고 있어 탈리그닌 효과가 나타나지 않았으며, 건식해리 시료는 α-cellulose의 함량이 약 80%, 중합도는

약 640으로 나타났다. 습식해리 시료에 있어서 신문폐지는 신문폐지에 함유되어 있는 저분자 헤미셀룰로오스 성분들이 물에 용출되어 리그닌 함량이 상대적으로 증가하였고, 골판폐지는 탈리그닌 효과가 나타난 것으로 생각된다. 한편 습식해리 시료는 건식해리 시료보다 α-cellulose 함량이 약간 높게 나타났다지만, 전체적으로 실온에서의 아염소산나트륨 처리는 폐지의 화학적 전처리로써 부적합한 것으로 생각된다.

3.3.2 가온처리

Table 4는 70℃에서 아염소산나트륨으로 전처리한 폐지의 분석 결과이다.

아염소산나트륨으로 가온처리했을 때 건식해리 시료는 미처리 시료보다 리그닌 함량이 50% 정도 감소하였고, 산가용성 리그닌 함량은 높게 나타났다. 이러한 원인은 아염소산나트륨 처리를 함으로써 처리과정 동안 저분자화된 리그닌이 용출되었기 때문이라 생각된다. 습식해리 시료에서는 대부분의 리그닌이 제거되었다. 그러나 아염소산나트륨으로 처리한 습식 및 건식해리 폐지에는 산가용성 리그닌이

Table 3. Analysis of wastepapers treated with sodium chlorite at room temperature. (unit: %)

Materials	Yield	Carbohydrate	Lignin	A.S.L ¹⁾	α-cellulose	D.P ²⁾	Sugar composition					
							Ara.	Xyl.	Man.	Gal.	Glu.	
Dry ³⁾	ONP	85.7	81.2	16.7	2.06	81.9	635	1.7	11.3	9.9	T	77.1
	OCC	84.4	84.5	13.6	1.91	79.1	650	2.7	15.4	12.9	T	69.1
Wet ⁴⁾	ONP	87.8	76.2	21.7	2.13	82.9	948	1.8	11.7	10.9	T	75.7
	OCC	85.5	94.6	2.6	2.84	83.5	1311	1.0	6.4	11.6	T	81.0

1) Acid soluble lignin

2) Degree of polymerization

3) Dry defiberation

4) Wet defiberation

Table 4. Analysis of wastepapers treated with sodium chlorite at 70℃. (unit: %)

Materials	Yield	Carbohydrate	Lignin	A.S.L ¹⁾	α-cellulose	D.P ²⁾	Sugar composition					
							Ara.	Xyl.	Man.	Gal.	Glu.	
Dry ³⁾	ONP	81.5	85.0	9.4	5.58	79.2	630	1.3	10.3	9.4	T	79.0
	OCC	88.6	86.1	8.4	5.51	85.1	632	1.7	10.4	9.9	T	78.0
Wet ⁴⁾	ONP	88.0	94.8	1.1	4.10	83.7	904	1.5	11.6	10.5	T	76.4
	OCC	83.9	97.2	0.0	2.85	84.5	1250	1.2	7.4	6.6	T	84.8

1) Acid soluble lignin

2) Degree of polymerization

3) Dry defiberation

4) Wet defiberation

2.85~5.10% 잔존하며 대부분이 저분자형태로 존재함을 알 수 있었다. 습식해리 시료를 아염소산나트륨으로 가온처리하면 α -cellulose 함량이 약 84%, 중합도가 900~1,250인 시료를 얻을 수 있었다. 따라서 본 연구목적에 적합한 시료는 낮은 리그닌 함량, 높은 셀룰로오스 중합도를 가진 시료임을 감안한다면, 시료의 화학적 전처리는 습식해리 폐지를 70℃에서 아염소산나트륨으로 처리하는 것이 최적의 전처리조건으로 생각된다.

3.4 차아염소산나트륨 전처리

차아염소산나트륨(NaClO)은 리그닌에 대한 반응성이 강하여 탈리그닌 효과가 우수하며 높은 백색도의 시료가 얻어지기 때문에 펄프의 표백약품으로 사용되고 있다(윤, 1995). 그러나 차아염소산나트륨은 처리 후 셀룰로오스의 분해가 심하게 일어나기 때문에 pH를 조절할 필요가 있다. 본 연구에서는 펄프 및 의류의 표백제로 사용되는 차아염소산나트륨을 사용하여 공시재료를 실온과 70℃에서 각각 전처리하였다.

3.4.1 실온처리

Table 5는 차아염소산나트륨을 사용하여 실온에서 처리한 결과를 나타낸 것이다.

건식해리 시료를 차아염소산나트륨으로 처리했을 때 시료의 리그닌 함량은 미처리 시료의 리그닌 함량보다 약간 낮게 나타나 전처리 효과가 미흡한 것으로 판단되었으며, 습식해리 시료는 건식해리 시료보다 탈리그닌 효과가 좋았지만, 아염소산나트륨 실온처리와 마찬가지로 화학적 전처리방법으로는 효과적이지 못했다.

3.4.2 가온처리

Table 6은 차아염소산나트륨으로 50℃에서 처리한 결과를 나타낸 것이다.

차아염소산나트륨으로 가온처리한 결과 건식해리 시료와 습식해리 시료는 70~85%의 탈리그닌율을 나타냈지만, Table 6의 결과에서와 같이 아염소산나트륨 70℃ 처리보다 비효율적인 것으로 나타났다. 따라서 생분해성 고분자 소재를 제조하기 위한 폐지의 화학적 전처리 공정으로는 아염소산나트륨 처리가 차아염소산나트륨 처리보다 효과적인 방

Table 5. Analysis of wastepapers with sodium hypochlorite at room temperature. (unit: %)

Materials	Yield	Carbohydrate	Lignin	A.S.L ¹⁾	α -cellulose	D.P ²⁾	Sugar composition					
							Ara.	Xyl.	Man.	Gal.	Glu	
Dry ³⁾	ONP	86.6	79.9	17.0	3.11	85.5	646	1.3	9.7	11.3	T	77.8
	OCC	86.5	80.4	15.9	3.70	80.0	699	1.9	13.1	10.8	T	74.2
Wet ⁴⁾	ONP	85.8	84.1	13.1	2.80	76.1	998	1.7	7.2	16.9	T	74.2
	OCC	86.8	92.4	5.4	2.21	82.7	1497	1.3	11.3	10.7	T	76.2

1) Acid soluble lignin

2) Degree of polymerization

3) Dry defiberation

4) Wet defiberation

Table 6. Analysis of wastepapers treated with sodium hypochlorite at 50℃. (unit: %)

Materials	Yield	Carbohydrate	Lignin	A.S.L ¹⁾	α -cellulose	D.P ²⁾	Sugar composition					
							Ara.	Xyl.	Man.	Gal.	Glu.	
Dry ³⁾	ONP	87.4	89.0	7.1	3.88	84.7	623	1.4	11.4	10.3	T	76.9
	OCC	85.6	90.0	5.2	4.78	83.2	680	1.2	9.2	8.2	T	81.4
Wet ⁴⁾	ONP	88.2	91.2	5.6	3.24	80.0	886	2.9	18.3	11.2	T	67.6
	OCC	89.8	92.4	2.7	4.92	82.2	1398	0.7	7.9	14.9	T	76.5

1) Acid soluble lignin

2) Degree of polymerization

3) Dry defiberation

4) Wet defiberation

Table 7. Analysis of wastepapers treated with oxygen-alkali treatment. (unit: %)

Materials	Yield	Carbohydrate	Lignin	A.S.L ¹⁾	α -cellulose	D.P ²⁾	Sugar composition					
							Ara.	Xyl.	Man.	Gal.	Glu.	
Dry ³⁾	ONP	50.7	81.2	3.1	3.26	85.9	289	1.7	11.3	9.9	T	77.1
	OCC	50.2	84.5	5.3	2.49	87.1	309	2.7	15.4	12.9	T	69.1
Wet ⁴⁾	ONP	51.9	76.2	3.9	2.11	86.9	348	1.8	11.7	10.9	T	75.7
	OCC	52.9	94.6	0.8	1.99	89.5	487	1.0	6.4	11.6	T	81.0

- 1) Acid soluble lignin 2) Degree of polymerization
 3) Dry defiberation 4) Wet defiberation

법으로 나타났다. 한편 차아염소산나트륨 처리에 있어서도 습식해리 시료가 건식해리 시료보다 전처리 효과가 우수한 것으로 나타났으며, 실온처리보다 가온처리가 더욱 효과적인 방법으로 나타났다.

3.5 산소-알카리펄프화법을 이용한 폐지의 전처리

산소-알카리펄프화법은 탈리그닌 효과와 펄프 표백성이 우수하며 특히, 무공해 펄프화법으로 제지업계에서 많이 사용하는 탈리그닌법이다(윤, 1995). 본 연구에서는 반응조건을 강하게 하여 건식해리 시료와 습식해리 시료에 적용하였으며 그 결과를 Table 7에 나타내었다.

산소-알카리펄프화법으로 건식해리 시료와 습식해리 시료를 처리하였을 때 리그닌 함량은 5% 이하였으며, 습식해리 골판지의 리그닌 함량은 0.8%로 탈리그닌 효과가 아주 우수하게 나타났다. 이러한 결과는 아염소산나트륨 처리와 차아염소산나트륨으로 처리한 것보다 탈리그닌 측면에서는 효과적이었지만, 수율이 55% 이하로 나타나 탈리그닌 과정 동안에 상당량의 탄수화물 붕괴가 발생하였음을 추측할 수 있다. 탄수화물 분석 결과를 살펴보면 산소-알카리 처리 후 시료를 구성하는 탄수화물의 구성비가 염소계 약품인 아염소산나트륨과 차아염소산나트륨으로 처리한 것과 비슷한 결과를 나타냄으로서 산소-알카리 처리시 반응이 급격하게 일어나 헤미셀룰로오스뿐만 아니라 셀룰로오스의 붕괴도 상당히 일어난 것으로 생각되며, 수율적인 측면 등을 고려할 때 아염소산나트륨 가온처리에 비해 전처리 효과가 떨어진다고 판단된다. 한편 염소계 전처리에 비해 중합도가 크게 저하되는 원인은 산소-알

카리 전처리 과정 동안 상당량의 탄수화물이 붕괴되어 저분자화되었기 때문으로 추측하고 있다. 따라서 생분해성 고분자 제조를 위한 폐지의 화학적 전처리는 아염소산나트륨, 가온처리가 가장 우수한 전처리라고 판단되었다.

4. 결론

최근 들어 선진 각국의 환경보호규제정책에 수반하여 범용 플라스틱계 고분자의 환경오염이 심각한 사회문제가 되었고, 이에 따라 많은 연구자들이 생분해성 고분자 소재의 개발에 관한 연구를 현재 수행 중에 있다. 이러한 생분해성 고분자의 원료로서는 생분해 가능한 목질계 소재가 많이 응용되고 있다. 본 연구에서는 목질계 소재 중 생활쓰레기로 배출되는 폐지를 이용하여 생분해성 고분자 소재를 개발하는 데 있어서 폐지의 화학적 성상 및 최적 전처리조건을 구명하기 위해 본 연구를 수행하였으며, 얻어진 결과는 다음과 같다.

각 공시재료별 화학적 조성분 분석 결과 신문폐지와 골판폐지의 리그닌 함량은 사무실 폐지에 비해 높게 나타났으며, 사무실 폐지는 셀룰로오스 함량이 높아 별도의 화학적 전처리가 요구되지 않았다.

건식해리 펄프에 비해 습식해리 펄프의 회분 함량은 낮게 나타났으며, 이러한 원인으로는 습식해리 후 스크린에서의 선정 작업 중에 상대량의 무기물이 제거되기 때문으로 생각된다.

생분해성 고분자의 제조를 위해서는 반드시 폐지의 화학적 전처리가 요구되며, 본 연구에서 수행된 화학적 전처리 중 아염소산나트륨으로 가온(70℃) 처리한 전처리가 가장 우수한 것으로 판명되었다.

한편 산소-알카리 전처리는 탈리그닌 처리 효과는 우수하였지만, 수율이 과도하게 저하되고, 탄수화물의 붕괴에 따른 셀룰로오스의 중합도 저하로 인해 전처리방법으로는 부적합하다고 생각되었다.

따라서 본 연구에서 최종적으로 얻어진 결론은 습식해리 펄프를 아염소산나트륨 가운 전처리하는 것이 생분해성 고분자 제조의 원료로 가장 적합한 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 권기훈. 2000. 폐지와 키토산 혼합에 의한 생분해성 필름제조. 경북대학교 석사학위논문.
2. 양재경, 임부국, 이종윤. 1997. 목질계 Biomass의 변환이용(제1보) -기계펄프로부터 용해용펄프의 제조. 한국펄프·종이공학회지 29(3) : 51~59.
3. 윤병호. 1995. 펄프·제지공학. 선진문화사. pp. 159~186
4. 이종윤, 조남석, 윤병호, 황병호. 1993. 목재화학. 선진출판사. pp. 369~372.
5. 이종윤, 장준복, 양재경. 1992. 목쇄법을 이용한 목질계 Biomass의 종합적 이용(I) -소나무와 신갈나무 목쇄재의 탈리그닌 처리-. 한국목재공학회지. 20(3) : 11~20.
6. 이종윤, 장준복, 양재경. 1990. 목쇄처리에 의한 Biomass 자원의 전처리 및 당화 신공정의 개발(I) -신갈나무와 이태리포플러 목쇄재의 분석-. 한국펄프·종이공학회지. 22(3) : 56~63.
7. 이학래, 손창만. 1996. 펄프제지공학. 선진문화사. pp. 369~372.
8. 임부국, 양재경, 장준복, 이종윤. 1994. 도시 폐기물로부터 알코올생산(I) -전처리된 lignocellulosic biomass의 조성분 변화-. 한국목재공학회지. 22(4) : 7~12.
9. 환경부. 1997. 환경백서. pp. 413~448
10. 황병호, 조헌정, 이종윤. 1995. 개량펄프화법으로 제조된 폐액 중의 리그닌 특성. 한국목재공학회지. 23(1) : 13~20.
11. 前川英一, 越島哲夫. 1980. 亞鹽素酸法による脱リグニン過程で溶出す多糖(제2보). 木材學會誌. 26(9) : 614~623.
12. A. Isogai, R. H. Atalla. 1991. Preparation of cellulose-chitosan polymer blends. Carbohydrate Polymer. 19 : 25~28.
13. G. S. Han, N. Shiraiishi. 1990. Composites of wood and polypropylenes IV. Mokuazi Gakkaiishi. 36(11) : 976~982.
14. G. Vázquez, G. Antorrena, J. González, S. Feire Lépez. 1997. Aetosolv pulping of pine wood. Kinetic modelling of lignin solubilization and condensation. Biore-source Technology. 59 : 121~127.
15. J. Hosokawa, M. Nishiyama, K. Yoshihara, T. Kubo, A. Terabe. 1991. Reaction between chitosan and cellulose on biodegradable composite film formation. Industry and Engineer Chemical Research. 30(4) : 788~792.
16. K. Yoshihara, J. Josokawa, T. Kubo, M. Nishiyama. 1990. Isolation and identification of a chitosan degrading bacterium belong to the Genus Pseudomonada and the chitosanase reduction. Agriculture Biological Chemistry. 54(12) : 3341~3343.
17. M. Hasegawa, A. Isogai, F. Onabe, M. Usuda, R. H. Atalla. 1992. Characterization of cellulose-chitosan blend films, J. Applied Polymer Science. 45 : 1873~1879.
18. S. Suto, N. Ui. 1996. Chemical crosslinking of hydroxypropyl cellulose and chitosan gels by a microorganism. Macromolecules. 30 : 3936~3937.
19. TAPPI Test Methods. 1984. Ash in Wood and Pulp. TAPPI Press.