

도시 고체 폐기물에서 분리한 목질계 자원의 화학적 분석

신수정, 박종문, 최태호, 김병로, 조대행¹⁾, 김용환¹⁾

충북대학교 농업생명환경대학 목재종이과학과, 광운대학교 공과대학 화학공학과¹⁾

Chemical Analysis of Woody Resource Separated from Municipal Solid Waste

Soo-Jeong Shin, Jong-Moon Park, Tea-Ho Choi, Byung-Ro Kim,
Dae Haeng Cho¹⁾, and Yong Hwan Kim¹⁾

Department of Wood and Paper Science, Chungbuk National University,

¹⁾Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University

Abstract

In woody waste separated from municipal solid waste, medium density fiberboard was major contributors with particleboard, paper, plywood and log, with different composition based on collected period. In chemical compositional analysis of woody waste, it was similar to softwood based on carbohydrate composition analysis. Based on the carbohydrate composition, saccharified solution from MWW could be good resource for biorefinery.

1. 서론

산업혁명 후 도시화가 진행되면서 도시에 인구가 집중되고 이로 인하여 도시 고체 폐기물 문제가 발생하고 있다. 도시 고체 폐기물을 우리 생활 주변에서 발생하는 생활 폐기물과 건축과정에서나 건물 재건축에서 발생하는 건설폐기물로 대별된다. 이들 폐기물은 일반적으로 매립지에 매립되어 왔지만 이들 폐기물이 혐기성 조건에서 분해되면서 메탄가스를 발생시킨다. 메탄가스는 이산화탄소보다도 지구 온난화 효과가 열배 이

상 강력한 기체로 급격한 지구 온난화에 대처하기 위하여 메탄가스의 발생을 최소화해야 한다. 이를 위해 매립지에서 발생하는 메탄가스의 효과적인 채집기술이 개발되고 있지만 매립지에서 분해가 되는 유기물 자원을 매립하는 것을 줄인다면 이것도 효과적인 대안이 될 것이다.

도시 고체 폐기물에서 목질계 자원을 분리하는 시스템이 개발되어 목질계 자원의 선별이 가능하다. 도시 고체 폐기물에서 분리한 목질계 자원을 연소하여 열병합 발전의 원료로 사용할 수 있지만 폐놀계 성분 (목재내 리그닌이나 폐놀계 접착제 유래)과 염소계 성분 (polyvinylchloride, PVC)계 플라스틱의 연소과정에서 다이옥신(dioxin)을 발생 시킬 수 있기 때문에 어려움이 있다.

본 연구에서는 도시고체 폐기물에서 분리한 목질계 자원의 성상을 분석하여 이를 기반으로 목질계 바이오 리파니어리 산업의 원료서의 가능성을 검토하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료 및 선별

수도권 매립공사의 도시고체 폐기물중 폐목재 선별 기계에서 선별한 시료를 분양 받아 실험실에서 수작업으로 육안적 성상에 따라 폐각목 (Waste logwood), 폐 중밀도 섬유판 (Waste medium density fiberboard), 폐합판 (waste plywood), 폐지 (waste paper) 및 폐 파티클보드 (Waste particleboard)로 분리하였다.

분리한 고체 폐기물을 Wiley mill을 사용하여 40-60mesh 크기로 분쇄한 후 화학적 분석에 사용하였다.

2.2 화학적 분석

폐목재의 화학적 성분 분석을 위하여 수작업으로 분리한 후 분쇄한 분말을 유기용매 추출, 끓는물 추출로 추출물을 제거한 후 리그닌 정량 분석과 탄수화물 조성 분석을 실시하였다. 유기 용매 추출은 아세톤을 용매로 하여 Soxhlet 추출기로 4시간 동안 추출한 후 추출 용매를 모아서 증발 시킨 후 잔류하는 추출물을 정량하여 측정하였고, 아세톤 추출된 시료를 끓는 물 추출에 사용하였다. 아세톤 추출과 끓는 물 추출된 시료로 Klason lignin과 탄수화물 조성을 분석하였다. Klason lignin 정량은 Tappi standard 방

법에 따라 실시 하였다. 탄수화물 조성은 72.0% 황산으로 30℃에서 한 시간 1차 가수 분해한 시료에 증수를 사용하여 희석한 후 (첨가한 황산의 4배 첨가) 120℃에서 한 시간 동안 반응시켜 2차 가수분해를 수행하였다. 반응액을 냉각 시킨 후 여과 하여 여과 액을 ¹H-NMR 분석하여 탄수화물 조성을 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도시 폐기물에서 분리한 폐목재의 성상 분석

수도권 매립 공사장에서 가동하고 있는 폐목재 선별 설비에서 분리한 폐목재의 성상을 분석한 결과 표 1과 같다. 폐목재에 비목재유래 유기물이나 무기물이 포함되어 있지만 그 양은 3.0-10.0%를 차지하고 나머지 대부분을 목질계 폐기물이었다. 목질계 자원 중 가장 흔히 볼 수 있는 것은 중밀도 섬유판이고, 합판, 파티클보드, 각재나 종이는 회수 시기에 따라 큰 차이를 보였다.

Table 1. Composition of Municipal Wood Waste (unit:%)

	PB	MDF	Paper	Plywood	Log	Non-wood orgarnics	Inorganics
MWW1	9.8	40.5	18.8	13.1	7.9	3.8	6.4
MWW2	20.2	36.2	4.2	21.6	13.7	2.2	1.9
MWW3	16.3	40.8	14.4	11.2	13.9	1.6	1.8
Average	15.4	39.2	12.5	15.3	11.8	2.5	3.4

PB: particleboard

MDF: medium density fiberboard

3.2 도시 폐기물에서 분리한 폐목재의 화학적 조성 분석

폐기물에서 분리한 폐목재의 전체적인 화학 조성과 당 조성 분석 결과 추출물 함량은 10%이내 였고, 리그닌 함량이 22.1%로 일반적인 침엽수와 활엽수의 리그닌 함량의 중간 값 범위를 보였다 (Table 2). 다당류의 조성은 xylan보다는 glucomannan의 함량이 높은 것으로 활엽수보다는 침엽수의 다당류 조성과 유사한 경향을 나타내었다 (Table 3). 열대산 활엽수를 원료로 제조한 합판의 경우 온대산 수종보다 xylan 함량이

낮기 때문에 이것도 낮은 xylan 함량의 원인이 되었을 것으로 추정된다. xylan 보다는 cellulose나 glucomannan을 당화한 6탄당의 당화액이 발효과정에서 발효 목표 물질로의 전환이 용이 하기 때문에 도시 고체 폐기물에서 분리한 목질계 자원은 바이오 리파이너리 산업의 원료로 적합할것으로 판단된다.

Table 2. Overall chemical composition of Municipal Wood Waste(MWW)1

	Acetone solubles	Hot water solubles	Lignin	Polysaccharides
MWW1	0.2	9.5	22.1	68.2

Table 3. Carbohydrate composition of Municipal Wood Waste(MWW)1

	polysaccharides	cellulose	xylan	glucomannan
MWW1	68.2	53.7	5.0	9.5

4. 결 론

도시 고체 폐기물에서 분리한 목질계 원료의 육안적 식별에 의한 조사에서 중밀도 섬유판이 가장 많이 존재하였고, 합판, 파티클보드, 종이, 각재가 채취시기에 따라 다르게 나타났다. 화학적 조성분석 결과 침엽수와 유사한 당조성 분석을 보여 당화액을 제조한 후 바이오 리파이너리 산업의 원료로 적합할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 지식경제부 기술혁신사업 중 에너지·자원기술개발 사업의 지원에 의한 “비식용 바이오매스를 이용한 바이오부탄올 생산기술 개발” 과제의 일부로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

인용문헌

1. Dyson, B. and Chang, N.-B., Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with stem dynamics modeling, Waste Management 25(7): 669-679 (2005)

2. He, X.-T., Logan, T.J. and Traina, S.J., Physical and chemical characteristics of selected U.S. municipal solid waste composts, *Journal of Environmental Quality* 24(3): 543-552(1994).
3. Rodriguez-Iglesias, J., Castrillon, L., Maranon, E. and Sastre, H., Solid-state anaerobic digestion of unsorted municipal solid waste in a pilot plant scale digester, *Bioresource Technology* 63(1): 29-35 (1998)
Lashof, D., A. and Ahuja, D.R., Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming, *Nature* 344: 529-531 (1990)
4. Yang, Y.B., Yamauchi, H., Nasserzadeh, V. and Swithenbank, J., Effects of fuel devolatilisation on the combustion of wood chips and incineration of simulated municipal solid wastes in a packed bed, *Fuel*, 82(18): 2205-2221 (2003)
Williams, P.T. and Besler, S., Pyrolysis of municipal solid waste, *Journal of the Institute of Energy* 65(465): 192-200 (1992)
5. McKay, G., Dioxin characterization, formation and minimisation during municipal solid waste incineration: review, *Chemical Engineering Journal*, 86(3): 343-368 (2002)
6. Elliott, P., Shaddick, G., Kleinschmidt, I., Jolley, D., Walls, P., Beresford, J. and Grundy, C., Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain, *Br. J. Cancer* 73(5): 702-710 (1996)