

蒸氣-抽出 方法에 의한 木質系로부터의 粗飼料 生産 (I)^{*1} - 溶媒 抽出이 爆碎材 및 熱解織 펄프에 미치는 影響 -

白 起 鉉^{*2} · 姜 鎭 河^{*3} · 金 東 湖^{*2}

Ruminant Feed Production from Wood by Steaming-Extraction Method (I)^{*1} - Effect of Solvent Extraction on Asplund Pulp and Steam Exploded Wood -

Ki-Hyon Paik^{*2} · Chin-Ha Kang^{*3} · Dong-Ho Kim^{*2}

ABSTRACT

Steam defiberated pulp and steam exploded wood(birch chip) were extracted with solvents (hot-water, 1% NaOH, MeOH, hot water, 1% NaOH). The properties of residual fiber were examined for the utilization as ruminants feed.

The digestibility is 38% in steam defiberated pulp(10kg/cm²-15min) and 62-77% in exploded wood(17-18kg/cm²-2~10min), respectively. The more steam pressure and time increase, the more the digestibility increase. The sugars obtained from extractives is amount from 7% to 13% in asplund pulp and from 7% to 10% in exploded pulp. The sugars was mainly composed of 70-80% xylose. The digestibility of residual fiber which is extracted with solvents is low than these of original fibers. Considering the yield and digestibility as ruminant feed, exploded pulp under 17kg/cm² for 10min has the best efficiency. The exploded wood gives 75.3% on yield(O. D. chip) and 48% on the digestibility.

Keywords : defiberated pulp, exploded wood, digestibility, ruminant feed, solvent extraction

1. 緒 論

木質系로부터 粗飼料를 생산하는 방법들은 여러각도에서 연구되어져 왔다. 그러나 현재는 實用化 가능성이 가장 큰 증기처리와 해섬작용을 연속

적으로 행하여 조사료를 생산하는 방법이 重點的으로 연구되고 있다. 즉 蒸氣처리 후에 解織(Asplund defibrator, refiner) 혹은 고온, 고압 하에서 증기처리 후에 爆碎(explosion)가 주종을 이루고 있다. 이러한 방법들은 목재 組成成分을 각

*1. 接受 1992年 12月 26日 Received December 26, 1992

本 研究는 과학기술처 연구비(1990年)에 의해 수행되었음.

*2. 고려대학교 자연자원대학 College of Natural Resources, Korea University, Seoul 136-701, Korea

*3. 전북대학교 농과대학 College of Agriculture, Chonbuk National University, Chunju 560-756, Korea

각 분리, 이용하는 측면에서도 연구되고 있다.

Dietrichs 등¹⁾은 너도밤나무, 참나무, 자작나무 등을 Asplund defibrator(187℃, 8분)에서 해섬시켜 온수와 1% NaOH로 연속 추출하여 61~71%의 잔사섬유를 얻었으며 이 섬유를 섬유판 또는 조사료로 이용 가능성을 제시하였다. 그 후에 Kaufmann 등²⁾은 잔사섬유가 조사료로 충분한 소화율을 지녔다고 보고하였다. Shimizu^{10, 12)}은 일본산 활엽수 45종 칩을 Asplund defibrator(180℃, 15분)에서 해섬시켜, 消化率과 펄프의 成分을 分析 比較하였다. 姜⁵⁾도 현사시나무를 Asplund defibrator(7~9kg/cm², 10~20분)에서 解纖하면 消化率이 75.2~91.2%로 증가됨을 확인하였다.

Asplund defibrator에서 해섬하는 것과 거의 비슷한 結果를 가져오는 방법으로 칩을 고온, 고압에서 蒸蒸한 後에 refiner에서 해섬하여 조사료를 생산하는 방법도 연구되고 있다⁵⁻⁹⁾.

Tanahashi^{10, 11)}는 벚짚을 22kg/cm²에서 2분간 증기처리한 후 爆碎한 試料의 소화율은 43.6%에서 69.1%로 증가되며 작나무는 28kg/cm², 4분 처리로 13.3%에서 76.5%로 높아진다고 보고하였다. Schultz 등¹²⁾은 활엽수 혼효칩을 200~240℃에서 0.5~2.0분간 처리하여 爆碎한 수율은 80% 수준이며 殘渣에 함유된 리그닌량은 相對的으로 증가한다고 발표하였다. 또한 姜⁵⁾도 현사시나무 칩을 20~28kg/cm², 2~8분간 처리한 결과 섬유 20kg/cm², 4분처리가 가장 우수하다고 보고하였다. 한편 침엽수는 활엽수에 비하여 크게 소화율이 증가되지 않는다. 그러므로 Sudo 등¹³⁾은 칩을 유기산 또는 무기염으로 전처리하여 폭쇄시켜 섬유의 소화율을 증가시켰다.

Dietrichs 등¹⁾은 Asplund defibrator에서 해섬한 자작나무 纖維를 온수(100℃, 1hr.)로 抽出하여 14%, 1% NaOH(25, 0.5hr.)로 연속 추출하여 18%(펄프기준)의 추출물을 각각 회수하였다. 이 추출물은 77~84%가 xylose로 구성되어 있으며 잔사섬유의 수율은 41~48%로서 효소에 의해 쉽게 糖化된다고 보고하였으며, Jeong 과, Paik¹⁴⁾도 신갈나무와 가중나무의 Asplund 해섬 섬유를 온수로 추출하여 이온 교환수지로 정선한 결과 5.0~9.3%의 純粹糖을 回收하였으며, 1% NaOH 연속 추출에서는 2.4~4.2%(칩기준) 精選된 糖을 分離하였다. 이들 당은 53~87%가 xylose로 구성되어 있다.

Tanahashi와 Higuchi¹¹⁾는 자작나무칩을 28kg/cm², 4분에서 폭쇄한 섬유는 온수 추출물이 29.4%로서 증기처리 시간을 4분 이상으로 연장시키면 온수추출물이 오히려 감소하며 헤미셀룰로오스는 2~4분 처리로 可用性化한다고 보고하였다. 한편 메탄올 추출물은 4~8분 처리시에 29.2%로 가장 높고 8분 이상에서는 약간 감소하는 경향이다. 이렇게 폭쇄 섬유의 추출물 함량은 높으나 실제적으로 당의 함량은 낮은 편이다¹¹⁾.

李 등¹⁵⁾도 소나무, 졸참나무 및 자작나무의 폭쇄재를 온수, NaOH용액, 메탄올로 추출한 결과, 처리 압력과 온도를 증가시키에 따라 抽出物量도 증가하나 수중에 따라 특히 침, 활엽수 간에는 현저한 차이가 있음을 밝혔다.

본 연구는 아스플런트펄프 및 폭쇄재를 여러가지 溶媒로 추출하여서 糖을 회수, 정제하며, 나머지 잔사섬유를 조사료로 이용하기 위한 적용가능성을 타진하는데 그 목적을 두었다.

2. 材料 및 方法

2. 1 供試材料

本 實驗에 利用된 供試木은 12年生(D.B.H 12 cm)인 자작나무(*Betula platyphylla var. japonica*)로서 皮, 製材 後 칩퍼를 사용하여 2×3×0.3cm 程度 크기로 칩을 조제하여 증기해섬과 爆碎處理에 使用하였다.

2. 2 實驗方法

2. 2. 1 섬유화

아스플런트 펄프는 선산산업(株) 하드보드工場 섬유판 생산용 defibrator를 이용하여 칩을 10kg/cm²의 壓力에서 15분간 蒸氣處理시킨 後에 연속작업으로 해섬하여 얻었다. 폭쇄섬유의 생산은 칩 250g(전건중량)을 폭쇄기(경북대)에 넣고 17~28kg/cm², 2~10분간 처리한 후에 폭쇄시켰다. 이상에서 얻어진 섬유무게를 칩 무게에 대한 比로 펄프 收率을 計算하였다.

2. 2. 2 抽出方法

溫水抽出, 1% NaOH 추출 및 메탄올 추출은 熱解纖 및 爆碎펄프 試料 各各 약 20g(全乾重量)과 용매 200ml(液比: 1/10)를 용기에 넣어 항온 수조에서 환류냉각기로 행하였다. 온수추출은 100℃에서 30분간, 1% NaOH 추출은 25℃에서 30분간, 그리고 메탄올 추출 60℃, 1hr. 동안 行하

었다. 溫水-1% NaOH 연속추출은 온수추출에서 분리된 잔사섬유를 연속적으로 1% NaOH 용액으로 抽出하였다.

2. 2. 3 잔사섬유의 消化率과 리그닌定量

消化率은 Mehrez와 ϕ rskov¹⁶⁾ 方法에 따라 抽出 잔사섬유를 20~140mesh로 精選한 後에 이 시료를 nylon bag에 담고, 이를 rumen cannula를 부착한 면양의 반추위에 넣는다. 반추위에서 48시간 동안 방치후 꺼내서 세척, 건조하여 계산하였다. 잔사섬유에 잔존하는 리그닌량은 TAPPI Standard에 따라 Klason lignin을 定量하였다.

2. 2. 4 抽出溶液의 精選 및 分析

추출용액의 주성분인 糖을 정선하기 위하여 활성탄, 양이온, 음이온, 양, 음혼합 이온교환수지를 순서대로 통과시켜 불순물을 제거하였다. 혼합 이온交換樹脂는 양이온, 음이온이 1:1의 比였으며, 사용한 이온교환수지는 Amberlite IR-120와 IRA-93이었다. 精選된 당 용액을 냉동건조기에서 분말건조시켜 고품당량을 펄프량을 기준으로 하여 계산하였다. 정선된 당용액을 취하여 alditol-acetate 方法에 따라 GC에서 分析하였다¹⁷⁾.

3. 結果 및 考察

3. 1 조사료의 생산 및 추출

3. 1. 1 抽出後 잔사섬유의 收率

자작나무 아스플런트 섬유 및 폭쇄재를 주어진 條件에서 각각 추출하여 얻은 殘渣纖維의 收率은 Table 1.과 같다.

Table 1.에서 보는 바와 같이 증기해섬 收率과 17kg/cm²-10분간 處理된 폭쇄섬유는 90% 이상의 수율을 나타내고 있다. 28kg/cm²에서는 85% 수준이며 同一 壓力에서 증기처리 시간을 8분으로 연장시키면 10%의 수율이 더 下落한다. 압력과 온도를 높이면 收率은 현저히 감소하나, 그 보다도 더 큰 因子는 증기처리 시간이다. 이러한 수율 하락은 처리중에 탄수화물 특히 5炭糖이 furfural 및 醋酸으로 揮發하며¹⁾, 爆碎時에는 이들 이외에도 hydroxymethyl furfural로도 轉換되기 때문이다¹¹⁾.

섬유를 온수에서 추출하면 殘渣收率은 82~87%(펄프 基準)를 나타내고 있으나 칩을 기준으로 換算하면 65~80%로 그 폭이 넓어진다. 즉 1차 처리조건에 따라 온수 추출의 영향도 크게 달

라진다는 것을 의미한다. 1% NaOH 추출시에는 17kg/cm² 이하의 처리에서는 52~54%로 잔사 수율이 급격히 減少한다. MeOH 추출시에는 잔사 수율은 온수추출과 1% NaOH추출 결과의 중간 정도를 나타내고 있다. 온수 추출과 1% NaOH로 연속추출할 경우 28kg/cm²에서는 수율이 50% 이하로 下落한다.

이와같이 NaOH 추출시에 수율의 현저한 감소는 섬유의 헤미셀룰로오스 성분이 알칼리 의하여 溶出되는데 起因하며 일부 리그닌(Table 3. 참조)도 함께 추출되어 그 감소 폭이 더 커진다. 또한 28kg/cm²에서 폭쇄된 섬유는 증기 처리 시간에 따라 10%의 수율차이가 있으나 抽出殘渣의 收率은 약 2% 이하의 차이밖에 없다. 이러한 현상은 증기처리 시간 연장에 따라 헤미셀룰로오스가 전술한 바와 같이 다른 화합물로 전환되며 변화된 리그닌도 縮合反應에 의하여 일부 재응축하는 것으로 사료된다.

3. 1. 2 抽出物

Asplund섬유와 폭쇄섬유를 주어진 조건으로 抽出하고 그 용액을 농축시킨 추출량은 Table 2.와 같다.

溫水抽出物은 28kg/cm²-2분 (18.3%, 펄프기준) 까지는 압력 증가에 따라 함께 증가되나 8분 처리시에는 오히려 감소하고 있다. 폭쇄처리시에 상당량의 헤미셀룰로오스성분이 타성분으로 전환

Table 1. A residual yield obtained after the extraction of exploded and asplund pulp.

Extraction method	Defiberation condition (pressure / time)							
	10kg/cm ² 15min		17kg/cm ² 10min		28kg/cm ² 2min		28kg/cm ² 8min	
	fiber (%)	chip (%)	fiber (%)	chip (%)	fiber (%)	chip (%)	fiber (%)	chip (%)
Original fiber	91.5	100	90.2	100	84.7	100	74.2	100
Hot-water (25°C, 0.5hr.)	86.9	79.5	83.5	75.3	81.5	69.0	87.1	64.6
1% NaOH (25°C, 0.5hr.)	73.0	66.8	73.0	65.8	64.2	54.4	70.0	51.9
Methanol(9/1) 60°C, 1hr.	87.7	80.2	77.9	70.3	67.2	56.9	75.4	55.9
Hot water-1% NaOH(100°C, 0.5hr.)-(25°C, 0.5hr.)	80.0	64.3	80.9	60.9	68.0	46.9	68.5	44.3

Table 2. Extractives of exploded wood and asplund pulp

Extraction method	Defiberation condition (pressure / time)							
	10kg / cm ²		17kg / cm ²		28kg / cm ²		28kg / cm ²	
	15min	10min	10min	10min	2min	8min	2min	8min
	fiber chip (%)	fiber chip (%)	fiber chip (%)	fiber chip (%)	fiber chip (%)	fiber chip (%)	fiber chip (%)	fiber chip (%)
Hot water	11.8	10.8	16.2	14.6	18.3	15.5	11.4	8.5
1% NaOH	30.8	20.6	25.7	16.9	28.5	15.5	32.7	16.9
Methanol	12.2	9.8	20.6	14.5	26.3	15.0	30.8	17.3
Hot water	30.3	27.2	33.4	30.1	42.2	35.7	35.7	16.5
-1% NaOH	(19.5)	(18.6)	(18.6)	(18.6)	(30.5)	(30.5)	(32.8)	(32.8)

되었으므로 실제 抽出時에는 적게 용출된다. 이러한 結果는 Tanahashi¹¹⁾가 자작나무에서 얻은 결과와 일치한다.

1% NaOH 추출시에는 아스플린트섬유는 30.8%(필프기준)로 특이하게 높은 추출물량을 나타내고 있다. 특히 28kg / cm², 2-8분을 除外한 다른 조건에서 처리한 섬유는 추출량도 이보다 낮다. NaOH추출에서는 잔사에 함유된 잔사 헤미셀룰로오스가 주로 용출되는데 高温, 高壓 조건하에서는 폭쇄 중에 우선적으로 다른 화합물로 전환된 관계로 추출물은 아스플린트 섬유보다 낮게 나타나며 28kg / cm², 2-8분에서는 리그닌도 용해되어 추출물이 증가된 것으로도 알 수 있다.

온수추출 시료를 1% NaOH로 연속 추출할 경우 압력 증가에 따라 28kg / cm²-2분까지는 30-42%(필프기준)로 추출량도 증가하나 28kg / cm², 2-8분에서는 감소하고 있다. MeOH 추출물은 아스플린트 섬유를 제외하고는 필프를 기준으로 할 때 NaOH 抽出物量과 비슷하나 칩을 기준으로 계산하면 28kg / cm²-8분 이외에는 温水抽出物과 거의 同一하다.

3. 1. 3 殘渣纖維의 리그닌함량

추출잔사섬유에 함유된 리그닌함량은 Table 3. 과 같다. Table 3.에서 보는 바와 같이 리그닌 함량은 解纖과 爆碎 과정을 통하여 헤미셀룰로오스의 용출로 상대적으로 增加하고 있다. 주어진 壓力과 蒸氣處理 時間이 연장됨에 따라 섬유에 함유된 리그닌함량도 더욱 증가한다. 10kg / cm²-15분 처리섬유는 추출 용매에 따라 큰 차이가 없다. 즉 리그닌의 용출은 미미하다. 이 경우 헤미셀룰로오스는 水溶性化되나 리그닌은 軟化된 상태로 해섬에만 도움이 될뿐 추출로 除去되지는 않는다.

Table 3. Lignin content in a residual fiber obtained from extraction

Extraction method	Defiberation condition (pressure / time) *				
	10kg / cm ²	17kg / cm ²	28kg / cm ²	28kg / cm ²	28kg / cm ²
	15min	10min	2min	8min	8min
Original fiber	21.0	25.7	31.5	33.2	33.2
Hot water	23.4	22.0	25.9	27.5	27.5
1% NaOH	22.4	21.3	18.4	25.8	25.8
Methanol	20.8	23.6	22.5	26.8	26.8
Hot water-1% NaOH	20.7	18.8	14.0	18.8	18.8

* : %

한편 爆碎材의 境遇는 1% NaOH와 온수-1% NaOH로 연속 抽出할 경우에는 탈리그닌화가 현저하다. 이것은 리그닌의 β-0-4 결합이 開裂되어 저분자화된 리그닌이 용출되는데 起因한다¹²⁾. 특히 28kg / cm²-8분은 2분처리보다 탈리그닌화가 저조한데 이것은 폭쇄시 化學的으로 변질된 리그닌이 증기처리시간이 길 수록 추출과정 중에 다시 쉽게 축합하는 것으로 사료된다¹⁵⁾. 결국 28kg / cm²-2분에서 탈리그닌화가 가장 우수하며 28kg / cm²-8분은 17kg / cm²와 거의 비슷한 정도로 탈리그닌화 되었다.

MeOH 추출시 탈리그닌화는 기대와는 달리 NaOH추출시보다 저조하다. 탈리그닌화를 촉진시키려면 Tanahashi¹¹⁾의 결과와 같이 dioxane을 용매로 사용하는 것이 유리하다고 여겨진다.

3. 1. 4 殘渣纖維의 消化率

추출잔사 섬유를 세척한 후에 건조시켜 분쇄하여 소화율을 측정할 결과는 Table 4.와 같다. Table 4.에서와 같이 Asplund필프는 소화율이 36.8%로 벚짚보다 높다.

추출잔사섬유는 原試料와 동일하거나 그 보다 높다. 姜⁵⁾은 현사시 아스플린트 섬유(8kg / cm²-10분)의 경우 소화율이 22-41%이며, Shimizu등¹³⁾은 자작나무의 경우 187℃에서 15분간 증기처리하면 소화율이 85%로 증가한다고 보고하였으나, 本 結果와는 큰 차이가 있다. 이것은 소화율 측정방법에 起因한다고 본다. 17kg / cm²에서 폭쇄된 섬유는 62.3%로 牧草(알파파)수준의 消化率을 지녔다. 그러나 추출 잔사섬유는 温水抽出의 境遇만 벚짚정도의 소화율을 유지하고 다른 추출방법에서는 소화율이 10kg / cm²의 아스플린트 필프의 水準으로 하락한다. 28kg / cm²에서 폭쇄

된 섬유는 소화율이 70% 이상으로 목초보다 우수하다. 그러나 이 경우도 추출함에 따라 소화율이 감소한다. 28kg/cm²-2분에서 처리된 섬유는 NaOH로 추출할 경우 牧草보다 소화율이 높으나 다른 추출 방법에서는 벗짚 수준으로 하락한다. 28kg/cm²-8분 섬유는 추출하더라도 잔사섬유는 牧草 이상의 소화율을 그대로 지니고 있다.

以上的 결과들 중에서 소화율을 가장 主要한 要素로 보고 그 다음 收率과 추출물을 相互 보완적 관계로 놓고 볼 때 28kg/cm²-2분 및 17kg/cm²-10분 조건에서 폭쇄된 시료와 28kg/cm²-2분 처리시료를 온수추출한 잔사섬유만이 조사료로서 가능하다고 본다. 다른 추출조건들은 추출

량이 높을지라도 잔사수율이 70% 以下이므로 조사료로서는 경제적으로 不利하다고 사료된다. 그러나 목재의 조성을 분리 이용할 목적에서는 28kg/cm²-2분 처리한 시료를 NaOH 혹은 온수-NaOH 연속 추출을 하는 것도 가능하다고 본다.

3. 2 抽出溶液으로 부터 糖回收 및 精選

抽出溶液을 활성탄과 이온교환수지로 精選하여 냉동건조시킨 糖量과 그 당을 구성하고 있는 조성분은 Table 5.와 같다.

온수추출 용액으로 부터 정선 回收된 당은 아스플렌트섬유에서는 7.5~13.0%(필프기준)로서 압력이 증가하면 당량도 증가한다. 그러나 28kg/cm²-8분에서 회수한 당량은 낮다. 즉 동일 압력에서 증기처리 시간이 길면 당 회수율은 감소한다. 17kg/cm²-10분이나 28kg/cm²-2분 처리시에 칩 100g으로부터 약 10g의 糖을 回收 할 수 있다.

1% NaOH로 추출한 용액으로 부터는 13~16%(필프기준)의 당이 회수되었으나 칩으로 계산하면 7~10%로 오히려 溫水抽出 보다도 회수 가능한 순수당은 적다. 17kg/cm²-2분에서 양호한 결과를 나타내며, 그 以上의 압력과 증기처리 시간이 연장되면 순수당은 감소한다. 이것은 高溫 高壓으로 因하여 폭쇄과정 중에 다량의 헤미셀룰로오스가 다른 물질로 轉換되는데 기인한다.

Table 4. Digestibility of a residual fiber obtains from the extraction

Extraction method	Defiberation condition (pressure / time)			
	10kg/cm ² 15min	17kg/cm ² 10min	28kg/cm ² 2min	28kg/cm ² 8min
	(%)	(%)	(%)	(%)
Original fiber	36.8	62.2	72.7	77.5
Hot water	26.0	48.4	50.8	61.5
1% NaOH	37.3	37.9	60.9	75.7
Methanol	24.5	27.6	47.7	73.2
Hot water-1% NaOH	37.4	36.7	68.8	65.5

Table 5. The amount and composition of sugars obtained from the extraction of exploded and asplund pulp

Extraction methods	Defiberation condition (kg/cm ² , min)	Sugar content (%)		Sugar composition (%)	
		fiber	chip	Xylose	Glucose
Hot water	A 10-15	9.44	7.51	69.8	5.9
	E 17-10	12.15	9.15	84.2	4.2
	E 28- 2	12.81	8.84	84.4	4.7
	E 28- 8	7.41	4.79	76.2	4.9
1% NaOH	A 10-15	12.48	8.34	79.2	4.3
	E 17-10	15.42	10.15	86.3	4.0
	E 28- 2	15.68	8.53	84.7	3.9
	E 28- 8	13.08	6.79	77.4	5.1
Methanol	A 10-15	7.32	5.87	72.6	4.7
Hot water-1% NaOH	A 10-15	16.42	13.05	81.2	5.4
	E 28- 2	19.69	9.23	79.6	4.7

A : Asplund fiber, E : exploded fiber

아스플런트섬유를 온수와 1% NaOH로 연속추출할 경우 칩 기준으로 13%의 당이 회수되어 가장 우수한 결과를 얻었으나 28kg/cm²-2분에서는 오히려 감소하여 온수만으로 추출한 용액에서 얻은 당량보다 약간 높다. 즉 폭쇄재를 연속추출 시에는 당이외의 異物質이 상당량 함유되어 있다.

한편 정선과정 중에 1차로 활성탄을 사용하였는데 이 경우 상당량의 당이 활성탄에 흡착되며, 이 흡착된 당을 회수하기 위해서는 과량의 물이 요구되므로 농축을 위한 많은 에너지가 요구된다. 또한 MeOH 추출용액에서는 MeOH를 제거하는 과정중에 당이 함께 손실되는 것도 문제점으로 지적된다.

糖組成은 70~86%가 xylose로 구성되어 있으며 glucose가 3~5% 및 arabinose, mannose, galactose가 각각 소량씩 함유되어 있다. Asplund 펄프에서는 NaOH추출로서 xylose회수량이 증가되나, 爆碎材에서는 증기처리 시간이 길면 xylose함량은 감소하고 glucose함량은 增加한다. 이것은 앞에서 언급한바와 같이 증기處理時間이 길면 五炭糖인 xylose는 상당량이 다른 물질로 轉換分解되며 셀룰로오스 체인이 일부 단리됨을 의미한다.

4. 結 論

본 실험으로부터 얻은 결론을 다음과 같다.

1. 10kg/cm²-15분 처리된 아스플런트纖維의 收率은 90%이상이며, 소화율이 38%로 벗짚보다 높다. 17kg/cm²-10분과 20kg/cm²-2분에서는 소화율이 62~77% 범위로서 목초(알파파)보다 높고 수율은 85~90%로 양호한 수준을 유지하고 있다.
2. 추출된 잔사섬유는 추출전 섬유보다 소화율이 감소한다. 그러나 높은 壓力과 溫度에서 處理된纖維는 그 감소폭이 좁아진다. 10kg/cm², 28kg/cm²-2분에서 處理된纖維를 溫水抽出한 잔사 섬유는 소화율이 벗짚수준이며 수율은 70~75%이다. 28kg/cm²-8분에 처리된 섬유를 온수 및 NaOH로 연속추출한 잔사섬유는 소화율이 목초보다 우수하나 섬유수율이 낮아 조사료로서는 비 경제적이다.
3. 추출로 인해 잔사섬유에 잔존하는 리그닌량은 상대적으로 증가한다. NaOH 추출에서만 탈리그

닌화가 현저하게 일어났다. MeOH추출로는 리그닌 溶出이 빈약하므로 탈리그닌 효소를 유도하기 위해서는 dioxane/H₂O추출이 바람직하다.

4. 抽出物量은 處理 壓力이 높을수록, 또한 1% NaOH용액으로 추출할 경우 가장 높다. 그러나 조사료의 수율이 낮으므로 추출물을 경제적으로 이용할 경우에만 추출잔사의 조사료화가 가능하다.
5. 10kg/cm²-15분에서 해설했던 섬유 추출 용액으로부터 7~13%의 糖이 회수되며, 폭쇄재에서는 7~10%가 회수되나 증기처리 시간이 연장되면 糖收率이 減少한다. 회수된 당은 70~86%가 xylose로 構成되어 있다.

參 考 文 獻

1. Dietrichs, H.H., M. Sinner and J. Puls. 1978. Potential of steaming hardwoods and straw for feed and food production, *Holzforshung*, 32(6) : 193-199.
2. Kaufmann, W., M. Sinner and Dierichs, H.H. 1979. Zur Verdaulichkeit von Stroh und Holz nach Aufschluss mit gesaetigttem Danaf bei haeheren Temperaturen sonie Extraktion mit Wasser und verdaentner Natronlauge. *Terphysiologie, Tiernaehrung und Futtermittelkunde*. 26(3) : 32-38.
3. Shimizu, K. a. 1983. Roughage hardwoods, *Forest in Japan*, vol. 6. : 18-24.
4. Shimizu, K. 1985. Microbial conversion biomass, *Mokuzai Gakkaishi* 31(10) : 783-792.
5. 姜鎭河. 1989. 物理的 處理에 의한 현사시나무의 飼料化 研究 博士論文, (高麗大) : 63-70.
6. Akutsu, H., A. Matsumoto, K. Yoshida, N. Saito and A. Kasai. 1986. Studies on the production of swood roughage by steaming (II), *J. Hokkaido For. Prod. Res. Inst.*, 413(6) : 14-20.
7. Saito, N., Y. Omiya, H. Endo and A. Matsumoto, 1987. Studies on the production of wood roughage by steaming(III) *J Hokkaido For Prod. Res. Inst.*, 1(3) :

- 18-22.
8. Endo, H., A. Kassi, M. Moriuyama, S. Nakamura and 1987. Omiya Studies on the production of wood roughage by steaming (IV), *J. Hokkaido For. Prod. Res. Inst.* vol. 1(6) : 27-33
 9. 白起鉉, 姜鎮河, 李宣永, 金東湖. 1988 木材飼料化 研究, 科技處報告書 (I).
 10. Tanahashi, M. 1983. Conversion and total utilization of forest-biomass by explosion process, *Wood reserarch and technical notes*, 18 : 34-65.
 11. Tanahashi, M. and T. Higuchi. 1985. Steam explosion process for wood and its development, *Kami Pa Gikyoshi*, 39(1) : 118-127.
 12. Schultz, T.P., C.J. Blermann and G. D. Meglnns. 1983. Steam explosion of mixed hardwood chips as a biomass pretreatment, *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.*, 22 : 344-348.
 13. Shdo, K., S. Nagasawa and T. Ishii 1987. Catalyzed steam explosion of softwood, *Research report of biomass conversion program*, 4 : 34-46.
 14. Jeong, C., and K.H. Paik. 1986. Xyose production from hardwoods, *Tappik*, 18(1) : 14-23.
 15. 李種潤. 1987. 木質化 Biomass의 利用, 文教部 報告書.
 16. Mehrez, A.Z. and E.R. φrskov. 1977. A study of the artificial fiber bag technique for determing the digestibility of feeds in the rumen, *J. Agri. Sci. Camb.*, 88 : 645-650.
 17. Jones, T.M., and Albershim, P. 1972. A gas chrpmatographic method for determination of aldose and uronic acid constituents of plant cell wall polysaccarides. *Plant Physiol.*, 49 : 926.
 18. Shimizu, K., K. Sudo, S. Nagasawa and M. Ishihara. 1983. Enzymatic susceptibility of autohydrolyzed woods, *Mokuzai Gakkaishi*, 29(6) : 428-437.

李弼宇, 朴相珍, 李華珩, 李元用 外共著

木材工學

鄉文社

鄭希錫 著

木材乾燥學

先進文化社

李弼宇 著

木材解剖學

서울大學校 出版部