

# 담배줄기 펄프를 이용한 관상엽 제조

조 남 석

## Manufacture of Reconstituent Tobacco Sheet from Residual Tobacco Stalks

Nam-Seok Cho

### ABSTRACT

Tobacco stalks are greatly produced as annual agricultural wastes. These residues are available approximately 70,000 tons per year. This study was performed to evaluate the potentials of tobacco stalks as a new resource for reconstituent tobacco sheet. Tobacco stalk was more lignified than cereal straws, and had similar chemical constituents to hardwood. Pulping yields by cooking at 170°C of dry and green tobacco stalks were 56.7% and 66.3%, respectively.

Around 50°SR freeness level of mixed pulp was adjusted by mixing more than 10% chemical pulp (CP) in the case of dry tobacco stalk and more than 15% CP with wet one. By immersing this handsheet in extracted cooking liquors, reconstituent sheet contained about 0.28% of nictines could be prepared. This sheet had enough strength properties for cigarette paper-making. In conclusion, it was proved that tobacco stalk could be used to produce the reconstituent tobacco sheet.

### 1. 서 론

최근의 전세계적인 자원의 부족 상황에서 고품질의 목재자원만을 고집할 수 없는 상황에 접하여 이들 벚짚, 보리짚, 밀짚 등의 짚류 자원을 그간의 진보된 펄프 제조기술을 적용하여 새로운 제지용 원료로서 개발함은 모자라는 목질계 펄프 원자재의 대체는 물론, 국내 부존자원의 이용극대화를 기하고, 농업부산 폐기물의 처리 효과를 기대할 수 있어 그 개발 의의가 자못 크다고 하겠다.

제지용 원료로서의 비목질계 자원의 이용에 관해서는 한국산 삼지닥나무연구,<sup>1)</sup> 갈대펄프화연구,<sup>2-5)</sup> 쪽재비싸리의 펄프화,<sup>6-7)</sup> 다나무의 발효법에 의한 펄프화,<sup>8-10)</sup> 닥나무이용에 관련된 연구,<sup>11-15)</sup> 양마

등을 이용한 펄프화연구,<sup>16-19)</sup> 등이 있다. 이들 펄프는 목질계 펄프에 비하여 그 성질이 열등하며, 초지시의 Wire의 마모 등을 비롯한 문제 및 원료공급의 제한성, 저장성 등의 문제로 인하여 연중 공급이 가능하거나, 자원이 부족한 나라를 제외하고는 거의 널리 보급되지 못하고 있는 실정에 있다.

담배는 우리 나라 특히 충청지방의 특산물로서 널리 재배되고 있으며, 그 경작면적도 30,000여 정보에 연간 70,000톤의 잎담배를 생산하고 있다. 그런데 담배잎을 채취하고 남은 줄기는 그대로 경작지에 세워 두게 되어 그 다음해 다시 경작을 하려고 할 때 이를 치워야 하는 불편함이 있고, 그대로 방치하면 줄기 속에 남아 있는 니코틴

등의 추출성분이 작물에 피해를 줄 수도 있게 된다. 품종이나 재배지의 지위에 따라 단위면적당 잔존 본수가 달라지지만 표준적으로 1정보당 약 25,000본 정도로서 이들 줄기의 1정보당 추정 중량은 약 1.7톤에 달하여 자원으로써 이를 효과적으로 이용하는 것은 매우 중요하다고 하겠다.

담배줄기의 이용과 관련하여서는 지금까지 연료로서 일부 이용되는 것이 고작이었고, 제지용 원료로서의 이용은 국내에서 1972년 연초줄기의 펄프화에 관한 연구<sup>20)</sup>가 보고된 바 있다. 본 연구에서는 이들 담배줄기를 원료로 하여 니코틴을 추출함과 동시에 펄프화방법을 통하여 시트화하여 판상엽으로서 이용을 검토하기 위하여 실시하였다.

## 2. 재료 및 실험방법

### 2.1 공시재료

충북 청원군 이원면 일대에서 재배된 1년생 황색종 담배줄기를 채취하여 길이 2 cm, 두께 0.5 cm가 되도록 칩을 만들어 생담배줄기의 상태 및 음지에서 건조시킨 건조담배줄기 등 2종류의 공시 재료를 사용하였다.

### 2.2 공시재료의 해부학적·화학적 성질측정

공시재료의 해리방법은 Schurz 용액(염소산칼륨:질산:물=1:2:1)을 사용하여 실온에서 2주간 방치 후, 증류수로 세척하고, methylene blue 로 염색하여 섬유장, 섬유폭 등을 60개씩 측정하였다.

성분분석용 시료는 음건 후 분쇄하여 40-60메쉬로 분쇄한 다음, 유기용제추출용 시료를 제외하고는 알코올-벤젠 혼액(1:2)으로 8시간 탈지처리하여 건조 후 공시하였으며, 화학적 성분분석은 셀룰로오스, 리그닌, 헤미셀룰로오스, 회분, 온수 추출물, 유기용제 추출물, 1% 가성소다 추출물 등을 KS에 의해 분석하였다.

### 2.3 펄프화 및 니코틴용액의 추출

담배줄기에 액비 6:1의 물을 넣고 150℃ 및

170℃의 온도까지 승온하는 데 1시간, 최고온도에서 2시간 동안 유지하여 증해를 수행하였다. 증해가 끝난 후, 증해부의 압력이 낮아진 다음, 추출용액을 받아 니코틴용액 추출액으로 하였다. 이 추출액은 펄프시트를 제조 후 다시 펄프시트에 함침시켜 판상엽으로 제조하는 데 사용한다.

증해가 끝나 추출액을 뺀 담배줄기는 실험실용 싱글디스크리파이너를 사용하여, 펄프농도 5%, clearance 0.3 mm에서 해섬하고 수세한 후, 건조하여 펄프수율을 측정<sup>21)</sup>하였다.

### 2.4 판상엽의 제조

제조된 펄프는 실험실용 Niagara 비이터를 사용하여 충분히 해섬하였으며, 이렇게 제조된 담배줄기펄프에 시판 크라프트 펄프(동해펄프로부터 분양받은 혼합활엽수재 펄프, 여수도 13°SR)를 4%, 8% 및 12% 첨가, 수초지기를 사용하여 평량 125 g/m<sup>2</sup>의 시트를 제조하였다. 증해과정에서 분리한 니코틴용액을 증발시켜 고형분농도 15%로 농축 후, 제조된 시트를 10분간 함침시켜 열풍건조기에서 건조시켜 판상엽을 제조하였다.

### 2.5 니코틴 함량의 측정

니코틴 함량은 피리딘법<sup>22)</sup>으로 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 원료의 해부학적 및 화학적 성질

이러한 담배줄기의 평균지름은 3-4 cm 정도로서 목질부가 대부분을 차지하고 있으며, 선단부에 가까워질수록 중심부의 수(pith) 부분이 커지면서 목질부가 얇아졌다. 줄기 1본의 대체적인 건조중량은 55-70 g, 평균 66 g 정도였다. Table 1은 담배줄기의 섬유특성을 조사한 결과로서, 목섬유장이 0.97 mm, 도관이 0.51 mm로서 활엽수재<sup>25)</sup> 매우 유사하였고, 장폭비(L/D)도 유사한 값을 보였다. 섬유폭에 있어서는 목섬유는 활엽수재보다 1/5-1/10 정도였고, 도관폭은 1/7-1/30 정도로 매우 작았다.

**Table 1. Anatomical properties of tobacco stalk and hardwood**

L/I	Length, mm		Width, $\mu\text{m}$		L/D
	Range	Average	Range	Average	
Tobacco stalk					
Fiber	0.83 - 1.55	0.97	2 - 5	3.9	24.9
Vessel	0.34 - 1.12	0.51	3 - 9.6	8.8	5.8
Ray parenchyma	0.09 - 0.18	0.12	3 - 8	4.9	2.5
Hardwood(oak)					
Fiber	0.3 - 1.5		10 - 40		30 - 37.5
Vessel	0.1 - 0.5		20 - 300		5 - 1.3

**Table 2. Chemical components of tobacco stalk and hardwood**

Chemical properties	Tobacco stalk	Hardwood(oak)
Extractives, %		
Hot-water	18.6	6.83
1% NaOH	30.8	23.5
EtOH-Benzene	3.35	5.47
Lignin, %	22.6	25.4
Hemicellulose, %	33.5	25.3
Cellulose, %	42.8	47.9
Ash, %	5.81	0.52

Table 2는 화학적 성질을 분석한 결과로서, 추출물 함량이 높았는데 이는 저분자량의 탄수화물 함량이 높음을 시사하는 것으로서 상당 부분을 접하고 있는 수(pith)의 함량 때문인 것으로 사료된다. 이러한 추출물 함량은 일반 활엽수재<sup>26)</sup>에 비하여 비교적 높았다. 리그닌 함량은 22.6%로서 활엽수재와는 유사하였으나, 짚·바가스 등의 비목질계 섬유<sup>23,24)</sup>보다는 높았다. 헤미셀룰로오스 함량이 33.5%로서 높았고, 셀룰로오스 함량은 42.8% 정도였다. 회분 함량이 5.81%로서 활엽수재보다는 매우 높았다. 이러한 화학적 성질로부터 담배줄기 부위는 상당히 목질화가 진척되어 있어 목재의 펄프화조건에 가까운 조건으로 증해해야 함을 알 수 있었다.

### 3.2 펄프화 특성

펄프화는 건조담배줄기 및 생담배줄기에 대하여 수행되었는 바, 동일한 조건에서 증해한 결과 펄프의 수율이 상이하게 나타났다. 즉 건조담배줄기의 경우, 150℃에서 증해한 경우는 충분한 연화가 일

어나지 않아서 해섬이 어려웠으며, 따라서 그 수율도 73.8%로서 매우 높았다. 이에 대하여 증해온도를 170℃로 올린 경우는 해섬도 잘 되었고, 다음 단계의 고해기에서 충분한 해섬이 일어나서 균일한 펄프화가 가능하였으며, 수율도 56.7%였다. 생담배줄기의 증해는 건조담배줄기의 경우 150℃에서 해섬이 어려웠으므로 170℃에서 증해하였다. 펄프의 수율은 66.3%로서 건조담배줄기에 비해 다소 높았으며, 해섬도 용이하였다.

펄프의 여수도는 건조담배줄기 펄프의 여수도가 54°SR이었으며, 생담배줄기는 78°SR로서 후자 펄프의 물빠짐이 전자보다 불량하였다. 이러한 현상은 생담배줄기에 포함된 미세분 및 점액성분들이 증해과정에서 충분히 제거되지 않았기 때문으로 생각된다. 좋은 여수성을 얻기 위해서는 채취 후 건조처리와 같은 전처리가 필요하였다.

### 3.3 판상엽의 제조

담배줄기 펄프를 판상엽으로 제조하기 위하여 실험실용 Niagara 비이터를 사용하여 해섬하였

으며, 이렇게 하므로써 150℃의 증해시 다소 문제가 되었던 결속섬유는 비이터처리로 충분한 해섬이 가능하였으므로 실제 판상엽 제조시에는 큰 문제가 없을 것으로 사료된다.

담배줄기 펄프만으로는 미세분 및 점액성분 등의 영향으로 여수성이 매우 불량하고 시트의 강도가 약하여 초지기에서의 시트제조가 매우 어려웠으므로 크라프트 펄프를 첨가하여 초지하였다. 건조담배줄기 펄프에 크라프트 펄프를 4%, 8% 및 12% 첨가하였을 때 여수도가 각각 51, 50, 및 49°SR로서 큰 여수성의 증가는 보이지 않았으나, 초지시 망(wire)으로부터 분리성이 좋아졌고, 시트를 어느 정도 강하게 개선하였다. 특히 생담배줄기 펄프는 여수도가 매우 불량하여, 78°SR의 매우 낮은 여수도를 나타냈기 때문에 단독초지에는 시간이 많이 걸렸고, 망으로부터 분리시키기 어려워 초지가 불가능하였다. 초지를 하기 위하여 전술한 건조담배줄기 펄프의 경우와 마찬가지로 4%, 8% 및 12%의 크라프트 펄프를 첨가하였을 때 여수도가 각각 73, 71 및 70°SR로서 이 정도의 화학펄프 첨가로서는 여과성 개선이 불가능하였다. 따라서 이 펄프의 탈수성 개선을 위하여 크라프트 펄프를 10, 15, 20% 첨가하였는 바, 여수도가 각각 70, 63 및 52°SR로 개선되었다. 따라서 15-20%의 화학펄프를 첨가하므로써 초지성이 개선되었으며 양호한 시트의 제조가 가능하였다. 그러나 실용적인 측면에서 여수성 개선을 위하여 너무 많은 양의 화학펄프 첨가는 오히려 담배 맛을 경감시킬 수 있는 위험성이 있다. 그러므로 생담배줄기를 펄프화하기보다는 일단 건조시킨 후 펄프화하면 10% 이하의 소량의 화학펄프를 혼합, 사용하더라도 초지강도를 유지할 수 있는 바람직한 판상엽 제조가 가능하였다.

Table 3은 건조담배줄기를 원료로 하여 제조된 판상엽의 물성을 측정된 것으로서 결보기밀도가 0.27 g/cm<sup>3</sup>로 매우 낮았으며, 강도도 낮았다. 그러나 초지성이 좋았으며 따라서 담배원료로서는 충분히 사용할 수 있을 것으로 사료된다. 이렇게 제조된 담배줄기 펄프시트를 판상엽으로 하기 위하여 증해과정에서 분리한 니코틴용액(니코틴 함량 0.12%)을 증발시켜 전체용량이 1/3이 되도록 농축 후, 이 농축액에 제조된 시트를 10분간 함침시켜 열풍건조기에서 건조시켜 판상엽을 제조하였다. 이렇게 제조된 판상엽의 니코틴 함량은

0.28%였다.

**Table 3. Physical properties of tobacco reconstituent handsheets**

Physical properties	Reconstituent sheet
Freeness, °SR	51
Grammage, g/m <sup>2</sup>	127
Apparant density, g/cm <sup>3</sup>	0.27
Breaking length, km	2.58
Burst index, kPa · m <sup>2</sup> /g	1.55
Tear index, mN · m <sup>2</sup> /g	0.58

## 4. 결론

담배줄기의 평균지름은 3-4 cm 정도로서 목질부가 대부분을 차지하고 있었으며, 선단부에 가까워질수록 수(pith) 부분이 커지면서 목질부가 얇아졌다. 줄기 1본의 대체적인 건조중량은 평균 66 g 정도였다. 목섬유장은 0.97 mm, 도관이 0.51 mm로서 활엽수(신갈나무)섬유와 매우 유사하였고, 장폭비(L/D)도 거의 같았다. 섬유폭은 목섬유는 활엽수재보다 1/5-1/10 정도였고, 도관폭은 1/7-1/30 정도로 매우 작았다. 화학적 성질을 분석한 결과, 추출물 함량이 높았는데 이는 활엽수재에 비하여 비교적 높았다. 셀룰로오스 함량은 42.8%, 리그닌은 22.6%로서 목질화가 진행되었음을 알 수 있었다. 헤미셀룰로오스 함량이 33.5%, 회분 함량이 5.81%로서 활엽수재보다 매우 높았다.

건조담배줄기 및 생담배줄기를 펄프화한 결과, 건조담배줄기는 150℃에서는 해섬이 어려웠으며, 수율은 73.8%로 매우 높았다. 증해온도를 170℃로 올리므로써 우수한 펄프화가 가능하였으며, 수율은 56.7%였다. 생담배줄기는 170℃에서 증해하였고, 수율이 66.3%로서 건조담배줄기에 비해 높았으며, 해섬이 용이하였다. 펄프의 여수도는 건조담배줄기 펄프의 여수도가 54°SR이었으며, 생담배줄기는 78°SR로서 물빠짐이 전자보다 불량하였다.

담배줄기 펄프만으로는 여수성 및 강도면에서 초지가 매우 어려웠으며, 크라프트 펄프를 첨가로 초지성이 개량되었다. 건조담배줄기 펄프에 화학펄프를 10% 이상 첨가시 50°SR로서 여수성이 개선되었고, 생담배줄기 펄프의 경우는 여수성이

더욱 불량하여 15-20%의 화학펄프를 첨가하므로써 초지시 망(wire)으로부터 분리성이 좋아졌고, 양호한 시트의 제조가 가능하였다. 건조된 담배줄기 펄프를 이용하여 제조된 시트의 겉보기밀도는  $0.27 \text{ g/cm}^3$ 로서 비교적 낮은 강도를 보였지만, 니코틴용액의 함침으로 판상엽 제조가 가능하였다. 제조된 판상엽의 니코틴 함량은 0.28%로서 담배원료로서 사용할 수 있을것으로 사료된다.

## 인 용 문 헌

1. 이종윤, 경북대논문집 28:309 (1979).
2. 이범순, 김봉태, 국립공업연구소보 13:113 (1964).
3. 이범순, 김봉태, 국립공업연구소보 14:118 (1964).
4. 신동소, 서울대 농학연구 4(1) (1979).
5. 원중명, 신동소, 펄프·종이 기술 13(1):4 (1981).
6. 육완수, 펄프·종이 기술 6(1):25 (1974).
7. 이문철, 임기표, 펄프·종이 기술 6(1):32 (1974).
8. 우지형, 펄프·종이 기술 4(2):12 (1972).
9. 우지형, 펄프·종이 기술 4(2):12 (1972).
10. Mita, A., and Kashiwabara, S., Japan Tappi 37:262 (1982).
11. 박병익, 한국임학회지 20:1 (1975).
12. 최태호, 조남석, 펄프·종이 기술 24(1):32 (1992).
13. 최태호, 조남석, 민두식, 펄프·종이 기술 24(3):19 (1992).
14. 조남석, 목재공학 21(2):49 (1993).
15. 조남석, J. of Korea TAPPI 28(2):22 (1996).
16. 정승근, 조남석, 조동삼, Daesan Nonchong 3:167 (1995).
17. 조남석, 정승근, Daesan Nonchong 3:175 (1995).
18. 조남석, 최태호, 펄프·종이 기술 28(4):7 (1996).
19. Tan G. M., 조남석, 펄프·종이 기술 29(2):25 (1997).
20. 김봉태, 조육기, 펄프·종이 기술 4(1):17 (1972).
21. 신동소 외 4 인, 임산화학, pp. 143-170, 향문사 (1983).
22. 仁尾正義, 煙草工業, 産業評論社, p. 441 (1950).
23. 小泉信義, Japan Tappi 21(11):1 (1967).
24. 小泉信義, Japan Tappi 22(4):16 (1968).
25. 정희석, 박희양, 조재명, 심중섭, 임연보고 19:110 (1972).
26. 조성희, 조남석, 김종호, 임업시험장연구보고 20:115 (1973).