

## 微細纖維가 高收率펄프의 紙質에 미치는 影響<sup>1</sup>

趙 南 爽<sup>2</sup>

### The Effect of Fines on the Property of High Yield Pulp<sup>1</sup>

Nam Seok Cho<sup>2</sup>

#### 要 約

高收率 설파이트 펄프제조시 生成되는 微細纖維는 碎木 펄프제조시 生成되는 微細纖維보다 더 높은 保水度를 갖기므로 종이제조시 全體의 혹은 部分的으로 纖維表面에 유착되어 纖維間 結合에 기여함으로써 종이의 強度를 增進시킨다. 반면 纖維의 軟化 및 微細纖維의 높은 膨潤性은 종이의 比散亂係數를 현저히 減少시킨다. 이와 같은 경향은 前處理收率이 낮을수록 그리고 微細纖維의 保水도가 높을수록 顯著하다.

#### ABSTRACT

Fines in high-yield sulfite pulp have much higher water retention value as compared with fines in Stone groundwood pulp. Therefore, they are apt to adhere partially or entirely onto the fiber surface during the paper making. This tendency is greatly enhanced with decrease of the pretreated yield and increase of the water retention value of fines. Fines, which adhere onto the fiber surface in paper, contribute to the bonding between fibers accompanying improvement of paper strength, while they are less effective to the light scattering of the paper. Accordingly, the specific scattering coefficient of fines in high-yield sulfite pulp is considerably lower than that of fines in Stone groundwood pulp, which hardly adhere onto the fiber surface. The fact that high-yield sulfite pulp is inferior to Stone groundwood pulp in opacity is explained on the basis of the high degree of swelling of fines in addition to the softening of fiber fraction.

*Key words:* fines; water retention value; specific scattering coefficient; opacity; fiber fraction.

#### 結 論

化學的 전처리와 機械的 解纖處理를 병행하여 제조하는 高收率펄프의 경우 化學的 처리의 목적은 木材 組織을 軟化시켜 解纖時 動力消費를 감소시킬 뿐만 아니라 細胞壁의 파괴나 손상을 적게 하는데 있다. 따라서 이들 펄프로부터 제조한 종이의 強度는 機械펄프의 그것에 비하여 강하며 軟化處理는 펄프 中の 微細纖維의 含水量을 적게 하여<sup>6)</sup> 종이의 不透明度를 낮게

한다. 이러한 사실은 펄프收率이 機械펄프보다 낮아짐에 따라 纖維自體가 柔軟化하여 시트形成時 纖維間의 結合面積이 증대되고, 그 만큼 光散亂에 기여하는 섬유표면적이 감소되기 때문인 것으로 설명되고 있다.<sup>9, 11, 15)</sup>

Stone 등<sup>10)</sup> 과 Giertz<sup>7)</sup>에 의하면 高收率펄프 중에 포함되는 微細纖維는 膨潤도가 매우 높아 시트強度에 현저한 영향을 준다고 하였으며 Wahren 등<sup>16-18)</sup>, Htun 등<sup>10)</sup>은 纖維間 結合에 기여하는 微細纖維의 영향에 관하여 보고하고 있다. 설파이트系 高收率 펄프中

<sup>1</sup> 接受 8月 28日 Received August 28, 1982.

<sup>2</sup> 嶺南大學校 農畜産大學 College of Agriculture & Animal Science, Yeungnam University, Kyongsan, Korea.

의 微細纖維에 관해서는 岩見田 등<sup>12)</sup>의 詳細한 연구가 있으며 筆者 등<sup>3)</sup>은 PFI mill 처리시 생성하는 微細纖維의 保水度, 比散亂係數 및 化學的 性狀을 조사하여 이들이 시트強度에 미치는 影響을 밝혔다. 또한 高度로 膨潤된 微細纖維는 시트形成時 섬유표면에 밀착하여 纖維間 結合에 기여함이 지적되었다.

본 연구에서는 설파이드系 藥液으로 前處理하여 제조한 자작나무 高收率 펄프中の 微細纖維의 保水도가 펄프시트의 強度 및 光散亂性에 미치는 影響을 알고저 하였다.

**材料 및 方法**

**1. 목재칩의 前處理**

자작나무(*Betula platyphylla* var. *japonica* H.) 칩을 表 1 과 같은 설파이트系 蒸解藥液을 사용하여 表 2 의 조건에서 前處理 하였다. Neutral sulfite (NeS 로 略), Bisulfite (BiS 로 略) 및 Acid sulfite (AcS 로 略) 前處理한 試料로부터 收率 85% 전후의 高收率 펄프를 제조하였으며 NeS의 경우만은 前處理의 조건을 달리하여 78%, 86% 및 92% 등 3수준의 收率차이를 두어 供試하였다.

**Table 1.** Composition of cooking liquors (Na-base).

Cooking liquor	pH	Total SO <sub>2</sub> %	Combined SO <sub>2</sub> %
Neutral sulfite	8.6	3.0	2.25
Bisulfite	4.0	3.0	1.50
Acid sulfite	1.8	3.0	0.75

**Table 2.** Pretreated conditions of birch chip.

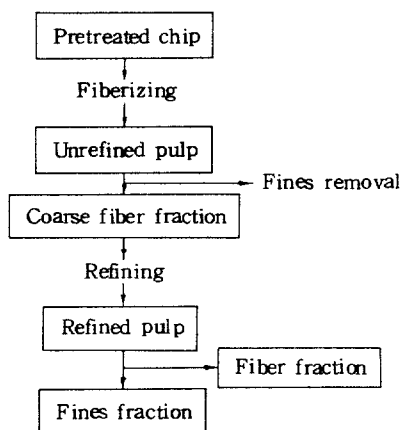
Pretreat. No.	Cooking liquor	Max. temp. °C	Time to max. temp. min.	Time at max. temp. min.	Pretreat. yield %
1	NeS	140	20	10	91.8
2	NeS	150	30	75	85.5
3	NeS	165	30	150	77.9
4	BiS	150	30	75	64.5
5	AcS	120	10	130	86.7

**2. 펄프의 제조 및 微細纖維의 分離**

前處理가 끝난 목재칩으로부터 과잉의 蒸解液을 제거한 후 水洗하지 아니하고 實驗室用 single disc refiner (SDR, disc 徑 30cm)를 사용하여 펄프濃度 5

%, clearance 1.0, 0.5 및 0.2mm의 3단으로 解纖하였고 解纖時 生成되는 微細纖維(Fines)의 影響을 배제하기 위하여 150맷쉬 통과의 微細纖維部分을 除去하였다. 이렇게 하여 얻은 粗纖維部分을 SDR에 의해 0.1~0.03mm로 clearance를 변화시키면서 2~5회 리화이닝을 행하여 精碎펄프를 얻었다. 이때 各種 펄프의 濾水度가 300~400ml가 되도록 리화이닝을 조절하였다.

리화이닝時 生成된 微細纖維는 纖維節別 試驗器를 사용하여 150 맷쉬 통과분을 수집하고 decantation法에 의하여 濃縮하여 供試하였으며 纖維部分은 150 맷쉬 통과의 微細纖維 部分을 제거한 나머지 부분으로 하였다(圖 1 參照).



**Fig. 1.** Flow sheet of fines and fiber fraction.

**3. 펄프시트의 製造 및 強度試驗**

所定の 濾水度까지 叩解한 펄프를 사용하여 Tappi 標準法에 의해 시트를 製造하였으며 제조된 시트는 20°C, 65%의 관계습도 조건에서 24시간 調濕시킨 후 Tappi 標準法에 의하여 強度를 측정하였다.

**4. 保水度の 測定**

1) 펄프 및 纖維部分의 保水度는 시료를 충분히 濕潤시킨 후 相對遠心力 3,000 G로 15분간 遠心脫水하여 測定하였다.

2) 微細纖維의 保水度는 활엽수 未叩解 크라프트 펄프와 微細纖維를 85:15로 혼합하여 이 혼합시료의 保水도와 크라프트펄프의 保水도를 1)항과 같은 방법으로 측정하였으며 다음식에 의하여 微細纖維의 保水도를 계산하였다.

$$WRV_{fines}(\%) = (WRV_{mix} - WRV_{kp} \times 0.85) / 0.15$$

5. 比散亂係數의 測定

保水度 측정시와 동일한 방법으로 조제된 混合試料로부터 Tappi 標準法에 의해 펄프시트를 제조하고 Kubelka-Munk의 方法에 의해 比散亂係數를 구하고 다음 식에 의해 微細纖維의 比散亂係數를 計算하였다.

$$SSC_{fines} (cm^2/g) = (SSC_{mix} - SSC_{kp} \times 0.85) / 0.15$$

結果 및 考察

1. 펄프시트의 強度에 미치는 微細纖維의 效果

펄프시트의 強度는 纖維間 結合에 의해 주로 좌우되는 것으로 알려져 있으며 Clark<sup>9)</sup>, Hatton 등<sup>10)</sup> 및 Mohlin<sup>13,14)</sup> 등에 의하면 펄프의 濾水度和 시트密度가 纖維間 結合에 甚히 關係하는 것으로 보고되고 있다. 이러한 關係에서 化學펄프에 비해 微細纖維의 含量이 많아 濾水度に 큰 影響을 주는 高收率 펄프의 시트 強度를 比較함에 있어서는 시트密度가 매우 중요한 基準으로 評價될 수 있다.

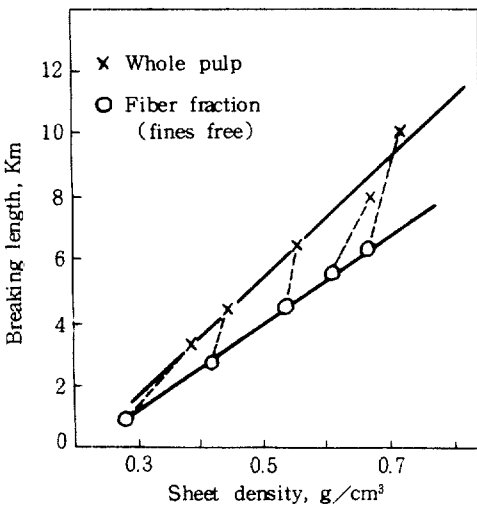


Fig. 2. Effect of fines on breaking length of birch refined pulps (CSF about 350ml).

圖 2는 密度와 裂斷長과의 關係를 보여 주는 것으로서 全펄프이건 微細纖維를 제거시킨 纖維部分이건 간에, 그리고 어떠한 脫灰藥液을 사용하였건간에 시트密度와 裂斷長의 關係는 一개의 直線으로 표시됨

을 알 수 있다. 筆者 등은 高收率 펄프에 있어서 同一한 密度에서 比較했을 때 裂斷長이 서로 다른 研究結果를 報告하였으며 이의 原因으로서는 脫灰溫度에 따른 微細纖維의 量과 性狀이 서로 다름 때문임을 밝혔는 바<sup>1,2,4)</sup>, 微細纖維가 強度에 미치는 影響은 시트密度의 影響을 훨씬 上회하고 있음을 圖 2로부터도 잘 알 수 있다. 다시 말하면 微細纖維의 제거에 따른 強度감소가 密度감소에 따른 強度감소보다 훨씬 크다는 것이다.

圖 3은 未分解 크라프트펄프의 裂斷長에 미치는 微細纖維의 影響을 나타내는 것으로서 微細纖維의 保水

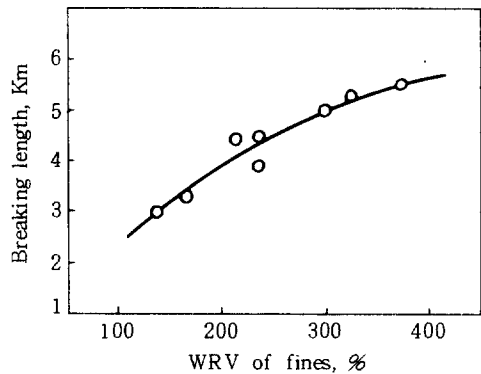


Fig. 3. Effect of water retention value of fines on breaking length of handsheet consisting of kraft pulp 85 parts and fines 15 parts.

도가 높으면 높을수록 裂斷長을 向上시키는 效果가 커짐을 알 수 있다. 이와 같은 微細纖維의 強度增強效果는 含量, 化學的 組成 및 그들의 形狀 등도 깊이 關係하고 있는 것으로 보고되고 있다.

2. 微細纖維의 保水度

表 3은 全펄프, 微細纖維를 分離한 纖維部分 및 微細纖維의 保水度를 測定한 結果를 나타낸 것이며 아울러 比較를 목적으로 stone에 의해 제조된 碎木펄프의 保水度도 併記하였다. 前處理가 다른 3種의 高收率 펄프를 類似한 濾水度에서 比較한 保水度는 NeS 處理가 가장 높았고 AcS 처리가 가장 낮았으며 碎木펄프의 保水度에 비하면 前處理에 의해 保水度の 현저한 증가를 보여주었다. 또한 NeS의 경우 수율을 달리함에 따라 保水度の 차이가 인정되어 펄프收率が 감소함에 따라 保水度の 급격한 증가가 인정되었다. 이와 같은 경향은 섬유부분 및 微細纖維의 경우에도 동일하였고 이와 같은 保水度の 증가원인으로서는 蒸

**Table 3.** Water retention value of Fines and Fiber fraction.

L/I	C. S. F. ml	Water retention value, %		
		Whole pulp	Fiber fraction	Fines
NeS - 91.8	385	149	107	167
NeS - 85.5	370	219	158	325
NeS - 77.9	310	243	163	374
BiS - 84.5	340	168	126	237
AcS - 86.5	320	151	118	236
Stone GP <sup>1)</sup>	129	114	87	139

<sup>1)</sup> Commercial stone groundwood pulp.

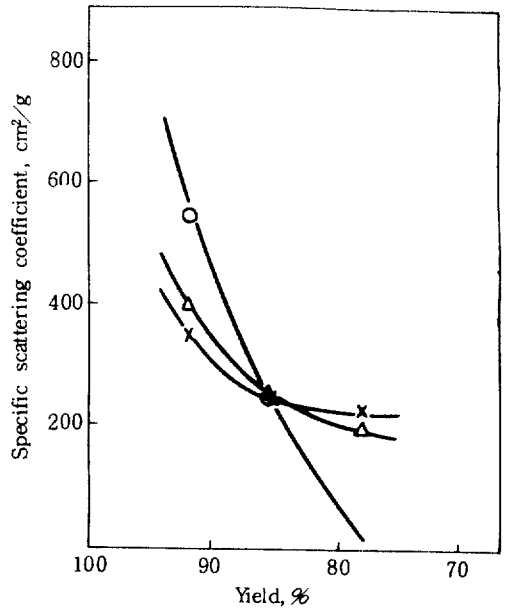
解에 의한 組織의 이완과 木材中에 포함되어 있는 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 특히 리그닌成分의 설폰화(sulfonation) 등을 들 수 있다.

各前處理를 종합하여 보더라도 펄프, 纖維部分에 비해 微細纖維의 保水度가 매우 높았으며(纖維部分의 1.6~2.3 배) 收率 91.8%의 NeS 처리와 碎木펄프의 微細纖維의 그것은 펄프와 거의 동일하였다. 전체적으로 微細纖維의 膨潤性은 매우 컸으며 그 정도는 纖維부분의 柔軟性이 높을수록 현저함을 알 수 있었다.

**3. 微細纖維의 光散亂性**

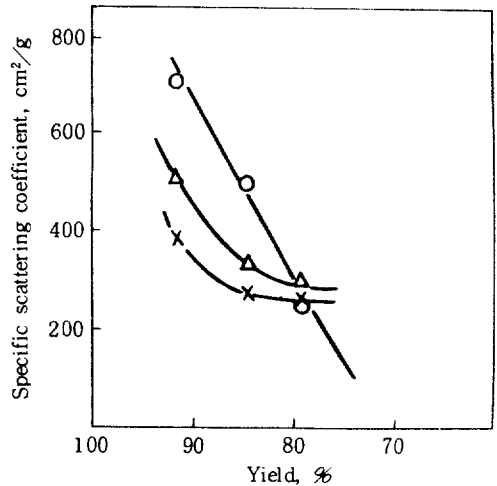
高收率 펄프의 比散亂係數가 수율이 저하됨에 따라 적어지는 것은 잘 알려져 있지만<sup>9)</sup>, 이 경우 펄프 중에 포함되어 있는 微細纖維가 어떻게 그리고 어느 정도 관여되고 있는가에 대해서는 아직 밝혀지지 않고 있다.

NeS 펄프 및 BiS 펄프를 350ml의 濾水度 부근까지 叩解하여 이들 펄프 중에 포함된 微細纖維 및 纖維部分의 比散亂係數가 收率에 감소함에 따라 어떻게 변화하고 있는가를 圖 4 및 圖 5에 각각 보여주고 있다. 여기에서 뚜렷한 특징은 微細纖維의 比散亂係數가 펄프의 收率이 낮아짐에 따라 현저하게 감소되는 것으로서 收率이 約 90%에서는 比散亂係數가 매우 크지만 收率이 85~80%로 되면 纖維部分의 比散亂係數와 거의 동일하게 되며 그 以下의 收率에서는 오히려 더 적게 되어 결국 영에 달하게 됨을 알 수 있다. 즉 펄프收率이 75% 전후가 되면 이 펄프에 포함된 微細纖維는 전혀 혹은 거의 光散亂能을 갖지 않는다고 결론지을 수 있다. 纖維部分의 比散亂係數는 收率이 낮아짐에 따라 펄프의 그것과 거의 같은 정도로 감소하지만 이는 纖維細胞의 柔軟化에 의한 纖維間 結合面積의 增大에 基因하는 것이며 결과로서 光



**Fig. 4.** Relation between pulp yield and specific scattering coefficient of fines and fiber fraction in NeS-pulp handsheet.

△ Whole pulp(CSF : ca. 350ml),  
× Fiber fraction ○ Fines



**Fig. 5.** Relation between pulp yield and specific scattering coefficient of fines and fiber fraction in BiS-pulp handsheet.

△ Whole pulp (CSF : ca. 350ml),  
× Fiber fraction, ○ Fines

散亂面積의 減少를 갖어 온다. 前述한 바와 같이 微細纖維의 比散亂係數가 펄프收率에 따라 현저히 변하는 사실은 펄프의 保水度差에 起因함을 圖 6으로부터

알 수 있다.

圖 4와 圖 5에서 살펴본 바와 같이 收率 90% 이상의 경우에는 微細纖維의 含量이 증가하므로 펄프의 比散亂係數가 크지만 收率이 85~80%로 되면 그다지 변화하지 않고 그 이하의 收率에서는 펄프의 比散亂係數가 적어짐이 확인되었는 바, 이때 펄프의 濾水度도 고려할 필요가 있다고 생각된다. 圖 7은 濾水度와 比散亂係數의 關係를 나타낸 것으로서 이 그림에서 분명한 것처럼 펄프의 比散亂係數는 濾水度에

의해 어느 정도 변화하고 있음을 알 수 있다. 이는 微細纖維의 保水度는 리화이닝에 의해 변화하기 때문으로 생각된다.

결론적으로 高收率 셀파이트 펄프의 比散亂係數는 微細纖維의 含量 뿐만이 아니고 微細纖維의 保水度 및 纖維部分의 保水度 등 3개의 要素이 組合되어 결정되는 것이며 이들의 比散亂係數가 碎木펄프의 그것보다 적은 것은 前者가 포함하는 微細纖維의 높은 保水度 때문이며 그 含量이 적거나 纖維部分의 保水도가 높은 것은 그다지 큰 要因이 아님을 알 수 있었다.

### 結 論

高收率 셀파이트펄프 제조시 生成되는 微細纖維의 시트強度에 미치는 影響은 密度의 影響을 훨씬 상회하는 것으로서 微細纖維의 保水度는 碎木펄프의 그것에 비해 매우 높아, 紙層形成時 섬유표면에 部分的으로 혹은 全面積으로 유착되어 종이의 強度增加에 크게 기여한다. 이와 같은 경향은 펄프의 前處理收率이 낮을수록 그리고 微細纖維의 保水도가 높을수록 현저하였다.

微細纖維의 保水도가 현저히 높은 경우에는 微細纖維가 纖維間을 치밀하게 充填하는 상태로 되어 纖維間 結合이 현저히 強化되며 結果로서 紙力은 向上되나 紙層의 光散亂面積을 감소시켜 比散亂係數를 낮게 한다.

微細纖維의 保水度는 NeS 前處理가 다른 方法에 비해 매우 높았으며 그 정도는 纖維部分의 柔軟性이 높을수록 더욱 뚜렷하였다. 또한 셀파이트系 高收率 펄프의 不透明性은 機械펄프에 비해 낮았으며 이는 纖維部分의 柔軟性과 함께 微細纖維의 높은 膨潤度에 起因하는 것으로 結論지을 수 있다.

### 引 用 文 獻

1. 趙南興, 中野準三. 1979. 파이살프이트法 高收率 펄프의 紙質에 及ぼ스리파이닝溫度의 影響. 日本紙パルプ技術協會 第 45 會 研究發表會 要旨集 2:7~12.
2. 趙南興, 中野準三, 岩見田紀, 角祐一郎. 1980. 中性살프이트法 高收率 펄프의 紙質에 及ぼ스리파이닝溫度의 影響. 日本紙パ技術誌 34(5): 356.
3. 趙南興, 中野準三. 1981. 高收率살프이트パ

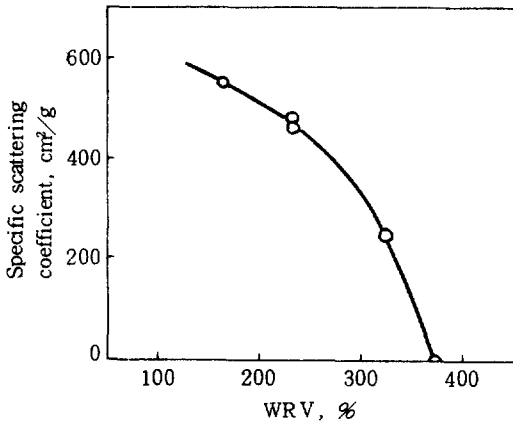


Fig. 6. Relation between specific scattering coefficient and water retention value of fines in birch refined pulp.

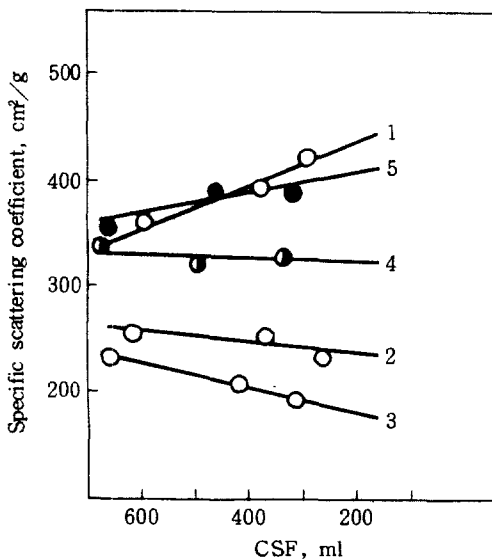


Fig. 7. Relation between specific scattering coefficient and freeness of birch refined pulps. Numbers correspond to those in Table 2.

- ルブのPFIミル處理において生成する微細纖維の性状. 日本木材學會誌 27(2): 98.
4. 趙南奭, 趙炳默. 1981. 加壓リファインング法에 의한 잣나무의 高收率 펄프製造에 관한 研究. 韓國林學會誌 53: 44.
  5. Clark, J.d'A. 1970. Freeness fallacies and facts. Tappi 53(1):108.
  6. Giertz, H. W. 1968. Papermaking properties of spruce chemimechanical pulps. Pulp Paper Mag. Can. 69: T-380.
  7. Giertz, H. W. 1974. Chemimechanical pulping of hardwoods. Papier 23 (10A): 137.
  8. Hatton, J. V. and M. Samkova. 1972. Relationship between bulk and handsheet physical properties for kraft pulps. Tappi 55(1): 93.
  9. Hoglund, H. and O. Bodin. 1976. Modified thermomechanical pulp. Svensk Papperstidn. 79: 343.
  10. Htun, M. and A. de Ruvo. 1978. The implication of the fines fraction for the properties of bleached kraft sheet. Svensk Papperstidn., 81: 507.
  11. Iwamida, T., Y. Sumi and J. Nakano. 1977. Studies on high yield sulfite pulping. Annual meeting of the Society of Fiber Sci. and Technology, Tokyo, Japan.
  12. Iwamida, T., Y. Sumi and J. Nakano. 1980. Properties of fines in high yield pulp. Cellulose Chem. and Technol., 14(4): 497.
  13. Mohlin, U. 1977. Distinguishing character of TMP. Pulp Paper Can., 78(12): T-292.
  14. Mohlin, U. 1977. Mechanical pulp properties – The importance of fines retention. Svensk Papperstidn., 80(3): 84.
  15. Rydholm, S. A. 1965. Pulping Processes. Interscience Co., London, 194.
  16. Sandgren, B., and D. Wahren, 1960. Svensk Papperstidn., 63: 854.
  17. Sandgren, B. and D. Wahren. 1960. Svensk Papperstidn., 63: 879.
  18. Steenberg, B., B. Sandgren and D. Wahren. 1960. Svensk Papperstidn., 63: 395.
  19. Stone, J. E., A. M. Scallen and B. Abrahamson. 1968. Svensk Papperstidn., 71: 687.