Journal of the Korean Society of
Tobacco Science Vol. 32, No. 1, 12~18(2010)
Printed in Republic of Korea

펄프 조성 및 무기 충전제가 담배 연포장지 물성에 미치는 영향

서만석[1*] · 임병삼[2] · 문성열[2] · 김종열[1] · 나도영[1]
[1]KT&G 연구원, [2]KT&G 품질관리실
(2010년 5월 14일 접수 ; 2010년 5월 28일 수정 ; 2010년 6월 4일 승인)

Effects of pulp composition and inorganic fillers in the furnish on the properties of parcel wrapper for cigarettes

Man Seok Seo[1*], Byung Sam Lim[2], Sung Yel Mun[2], Jong Yeol Kim[1] and Do Young Ra[1]
[1]KT&G Research Institute, [2]KT&G Quality Control Department
(Received May 14, 2010; Revised May 28, 2010; Accepted June 4, 2010)

ABSTRACT : The parcel wrapper for cigarettes has been used as the package and media materials for protection and design of product brands. The design of parcel wrapper has been contributed to the delivery of brand image and motivated consumer to purchase the brand. Therefore, the properties of parcel wrapper have been paid attention to highlight the design image, and increasing opacity of media materials has been one of the effective ways to obtain clear design on the paper surface. This study was carried out to improve the opacity of parcel wrapper for cigarettes. The effects of pulp composition and inorganic fillers in the furnish on the optical and mechanical properties were investigated. The use of hardwood in the stock preparation gave the increased opacity of paper than that of softwood. The application of higher refractive indices of fillers was effective to improve opacity. Brightness, tensile strength and stiffness were affected by the retained filler amount on the paper. Increase of filler contents decrease the tensile strength and stiffness due to the lesser bonding ability of fibers.

Key words : **Parcel wrapper, media materials, opacity, filler**

담배 포장지는 담배 20 개비를 포장하는 갑포장지와, 담배 10갑을 보호하는 포포장지로 구분된다. 또한, 포포장지는 곽포장지와 연포장지로 구분되며, 곽포장지는 200~300 g/m^2 평량의 판지를 사용하며, 단층(Single ply), 2층(Two ply), 3층(Three ply)의 판지를 적용할 수 있다 (Fellers, 1983). 연포장지는 평량은 60~80 g/m^2 범위이며, 곽포장지와 비교하여 낮은 평량 종이를 사용한다.

연포장지는 포장된 담배들을 보호하고, 물류 이동 경로(Supply chain)를 통하여, 소비자에게 운송되는 과정 중 제갑된 연포장지의 형태를 유지할 수 있도록, 연포장지의 파열, 절단, 찌그러짐(Collapse) 등 외관 형태의 변화가 없어야 한다. 또한, 연포장지는 브랜드 이미지를 소비자에게 전달하기 위하여, 연포장지 표면에 다양한 코팅, 인쇄, 표면처리 등의 디자인하는 과정을 거치게 된다. 그 외의 특성으로는

*연락저자 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, KT&G 연구원
*Corresponding author : *KT&G Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea (phone: 82-42-866-5304; fax: 82-42-866-5509; e-mail: 0505sms@ktng.com)*

피포장개체인 담배갑의 내용물이 외부에서 보이지 않아야 하며, 디자인 이미지가 명확하게 소비자에게 전달되어야 한다. 담배갑의 내용물이 외부에서 보이지 않게 하기 위해서는 연포장지의 뒤비침이 적어야 하며, 이러한 뒤비침은 연포장지의 불투명도와 관련된 특성이다 (Kim, 2000; Niskane, 1999; Lee and Won, 1996; Lasmarias, 2004).

담배 연포장지의 불투명도는 효율적인 디자인 이미지를 고취하고, 소비자의 담배 브랜드 구입 시 중요한 역할을 할 것으로 예상된다. 일반적으로, 담배 연포장지의 불투명도를 향상시키기 위해, 연포장지 전면 또는 후면에 코팅(Top coating, back coating)을 실시한다 (Fellers, 1983; Niskane, 1999;). 하지만, 이러한 전면 또는 후면 코팅은 인쇄 공정이 추가되므로 원가 상승과 생산효율 감소의 원인이 된다.

본 연구에서는 코팅, 인쇄, 표면 처리 이외의 방법으로 연포장지의 불투명도를 개선하고자 하였으며, 지료 조성 시 고려 할 수 있는 펄프 조성 및 제지용 첨가제에 따른 연포장지의 광학 및 기계적 물성을 평가하였다.

재료 및 방법

실험재료

지료 조성을 위해서 표백 침엽수 크라프트 펄프(Softwood bleached kraft pulp)와 표백 활엽수 크라프트 펄프(Hardwood bleached kraft pulp)를 사용하였다. 충전제로 Talc($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$, hydrous magnesium silicate)와 TiO_2(Titanium dioxide)를 사용하였으며, BECKMAN COULTER(LS-230)를 이용하여 입도를 측정한 결과 Talc와 TiO_2입자크기는 각각 0.029 ㎛와 0.033 ㎛ 였다 (Table 1). 보류제로서 양이온성 PAM(Cationic polyacrylamide)을, 사이즈제로서 검화 로진($C_{19}H_{27-33}COOH$, Soaped rosin)과 Alum($Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$, aluminium sulfate)을 각각 사용하였다. 또한, 양이온성 전분(Cationic starch)을 지력증강제로 사용하였다.

실험방법

펄프 조성 및 고해도에 따른 연포장지 제조

수초지 조성을 위해서 S 제지회사의 제지 공정수(White water)를 사용하였다. 침엽수, 활엽수 펄프를 Valley beater를 이용하여 각각 해리한 후 430±10 mL CSF, 450±10 mL CSF가 되도록 각각 고해하였다. 고해가 완료된 침엽수, 활엽수를 각각 60/40, 40/60으로 혼합하였다. 혼합된 지료를 800 rpm으로 교반하면서, 혼합된 지료에, 양이온성 전분, 알람, 로진을 전건 섬유 대비 각각 1.0 %, 1.0 %, 0.5 %첨가하였다 (Table 2). 고분자 첨가 완료 후 65 g/m^2 평량의 수초지를 제조하였으며, 23 ℃, 50 % RH 조건에서 48 시간 조습처리를 진행하였다. TAPPI Test Methods에 의거하여 조습처리가 완료된 수초지의 불투명도, 백색도, 스티프니스, 인장강도를 각각 분석 하였다.

펄프 조성 및 무기 충전제 첨가에 따른 연포장지 제조

수초지 조성을 위해서 S 제지회사의 제지 공정수(White water)를 사용하였다. 침엽수, 활엽수 펄프를 Valley beater를 이용하여 각각 해리한 후 450±10 mL CSF가 되도록 고해하였다. 고해가 완료된 침엽수, 활엽수를 각각 60/40으로 혼합하였다. 혼합된 지료를 800 rpm으로 교반하면서, 혼합된 지료에, 무기 충전제, 보류제, 양이온성 전분, 알람, 로진을 전건 섬유 대비 각각 첨가하였다. 제지용 첨가

Table 1. Physical properties of filler

Filler	Specific gravity	Refractive indices	Brightness (%)	Mean particle size (㎛)
Talc	2.6~2.8	1.57	95.0~98.5	0.029
TiO_2	2.39	2.55	80.0~89.0	0.033

Table 2. Experimental condition of stock preparation for parcel wrapper

Condition \ Sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Basis weight (g/m^2)	65±3	65±3	65±3	65±3
Softwood/Hardwood	40/60	40/60	60/40	60/40
Beating degree (mL CSF)	430	450	430	450
Cationic starch (%)	1.0	1.0	1.0	1.0
Soaped rosin (%)	0.5	0.5	0.5	0.5
Alum (%)	1.0	1.0	1.0	1.0

제는 Table 3에 수록하였다. 첨가제 투입 완료 후 65 g/m^2 평량의 수초지를 제조하였으며, 23℃, 50% RH 조건에서 48 시간 조습처리를 진행하였다. TAPPI Test Methods에 의거하여 조습처리가 완료된 수초지의 불투명도, 백색도, 스티프니스, 인장강도, 무기물 함량을 각각 평가하였다.

결과 및 고찰

펄프 조성 및 고해도에 따른 연포장지의 광학 및 기계적 특성

430 mL CSF와 450 mL CSF의 고해도에서 침엽수 및 활엽수 혼합비율에 따른 연포장지 물성을 평

Table 3. Experimental condition of stock preparation containing inorganic filler for parcel wrapper

Condition \ Sample		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
Basis weight (g/m^2)		65±3	65±3	65±3	65±3	65±3	65±3	65±3	65±3	65±3	65±3
Softwood/Hardwood		40/60	40/60	40/60	40/60	40/60	40/60	40/60	40/60	40/60	40/60
Beating degree (mL CSF)		450±10	450±10	450±10	450±10	450±10	450±10	450±10	450±10	450±10	450±10
Filler	Talc(%)	-	3.0	6.0	9.0	2.4	4.8	7.2	-	-	-
	TiO_2(%)	-	-	-	-	0.6	1.2	1.8	3.0	6.0	9.0
	Talc/TiO_2	-	100/0	100/0	100/0	80/20	80/20	80/20	0/100	0/100	0/100
Polyacrylamide (%)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cationic starch(%)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Soaped rosin (%)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Alum (%)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

가하였다. 침엽수/활엽수 비율은 60/40과 40/60으로 각각 혼합하였다. 430 mL CSF와 450 mL CSF의 고해도에서 침엽수/활엽수 혼합 비율이 60/40에서 40/60으로 증가함에 따라 불투명도는 77.5 %, 78.0 %에서 79.4 %, 79.4 %로서 각각 2.4%, 1.9% 증가하였다 (Fig. 1). 종이를 구성하고 있는 섬유는 공기층에 의해 분리되어 있으며, 섬유에서 공기층으로, 공기층에서 섬유로 통과할 때 발생되는 빛의 굴절 및 산란으로 불투명도의 특성이 발현된다. 섬유와 공기층의 계면수는 섬유의 직경 및 미세 섬유의 영향을 받으며, 활엽수 혼합비율이 높을수록 불투명도가 증가하는 것은 활엽수 섬유가 침엽수 섬유보다 직경이 작아서 빛의 산란력이 우수하기 때문이다 (Lee and Won, 1996). 또한, 이러한 차이는 근본적으로 침엽수와 활엽수의 형태적 차이 때문에 나타나는 현상으로 침엽수 펄프에 비해 활엽수펄프의 섬유장이 짧고, 세포벽이 두꺼워 비용적 및 산란계수를 높여 종이의 불투명도를 향상시킨 것으로 판단된다 (Kim, 2000).

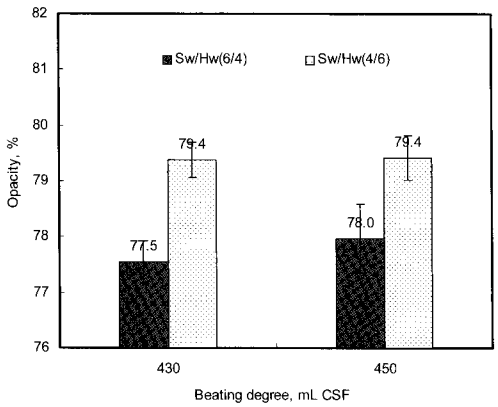

Fig. 1. Effects of pulp composition on opacity of parcel wrapper.

동일한 침엽수/활엽수 혼합비율에서 고해도가 각각 450 mL CSF에서 430 mL CSF로 증가하였을 때 60 %의 활엽수가 혼합된 경우 불투명도가 각각 79.4 %, 79.4 %로 동일하였으나, 침엽수 혼합비율이 높은 60 %인 경우 미세하게 감소하는 경향을 보였다. 이는 고해가 진행됨에 따라 침엽수 펄프의 유연성 증가로 섬유간 결합이 개선되어 빛의 산란능력이 감소한 것으로 판단된다 (Niskane, 1999; Lee and Won, 1996). 그리고, 활엽수 펄프는 침엽수 펄프에 비해 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스 함량이 높아 유세포가 다량함유 되어 종이의 강도를 저하시키지만 광학적 특성을 향상시킨 것으로 볼 수 있다 (Kim, 2000).

430 mL CSF 고해도에서의 인장강도는 침엽수 혼합비율이 60 %의 경우 6.8 kg_f로서 활엽수 비율이 60 %인 6.5 kg_f 보다 높았다 (Fig. 2). 이는 침엽수 펄프가 활엽수 펄프에 비해 섬유의 강직성이 적어서 섬유간 결합 형성에 유리하기 때문이다(Levlin, 1999; Lee, 2007,; Jo, 2008). 또한, 활엽수는 침엽수에 비하여 일차벽과 S1층이 고해에 의해 쉽게 분리되지 않으며, 고해 시 S2층의 팽윤이 침엽수펄프에 비해 적게 발생하므로, 고해에 의한 강도향상에 불리한 것으로 보인다 (Fellers, 1983; Lee and Won, 1996). 고해도가 증가함에 따라 침엽수 혼합비율이 60 %의 경우 인장강도는 6.8 kgf로 유지되

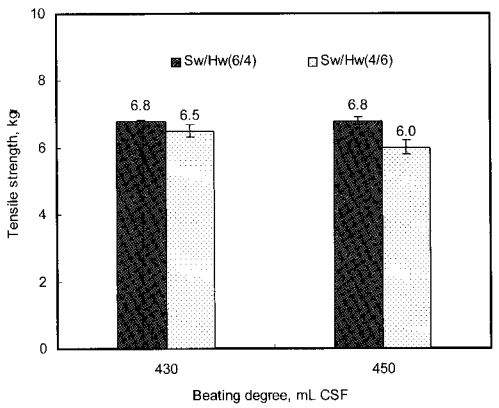

Fig. 2. Effects of pulp composition on tensile strength of parcel wrapper.

었으나, 활엽수 혼합비율이 60 %의 경우 인장강도는 6.0 kg_f 에서 6.5 kg_f로 다소 증가하는 경향을 보였다.

침엽수 혼합비율이 60 %로 증가함에 따라 스티프니스는 각각 7 %, 23 % 향상되었으며(Fig. 3), 스티프니스 증가비율은 고해도가 증가함에 따라 감소

하는 경향을 보였다 (Levlin, 1999). 침엽수 펄프 혼합 비율 증가에 따라 스티프니스가 증가하는 것은 고해에 의해서 섬유의 결합력이 증가하고, 침엽수 펄프의 탄성 모듈러스가 활엽수 펄프보다 높기 때문으로 사료된다.

모든 시료의 백색도는 84.7 %~85.3 % 였으며, 고해도 및 침엽수/활엽수 혼합비율의 영향을 크게 받지 않았다 (Fig. 4).

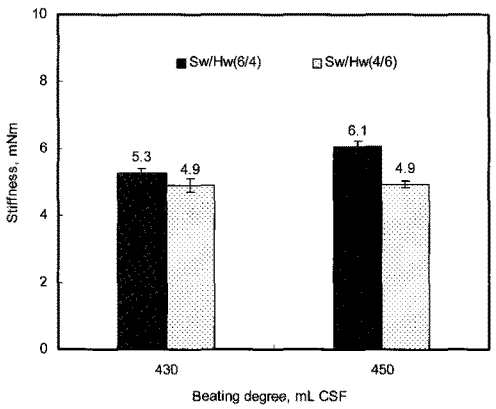

Fig. 3. Effects of pulp composition on stiffness of parcel wrapper.

펄프 조성 및 무기 충전제 첨가에 따른 연포장지 광학 및 기계적 특성

무기 충전제 첨가량 및 혼합비율이 연포장지 특성에 미치는 영향을 평가하였다. Table 3에 나타난 것처럼 펄프 조성, 첨가제, 고해조건은 동일하게 유지하였으며, 충전제 첨가량 및 혼합비율만을 달리하

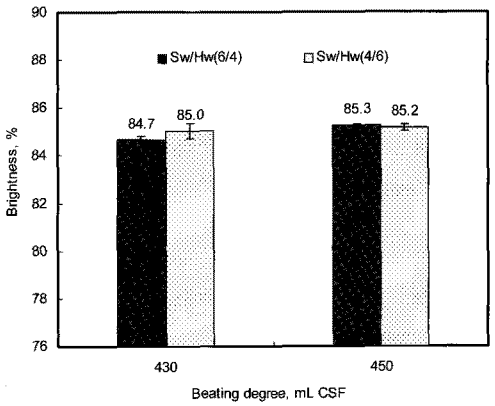

Fig. 4. Effects of pulp composition on stiffness of parcel wrapper.

여 지료 조성 후 수초지를 제조하였다.

Kubelka-Munk 이론(Niskane, 1999; Lee and Won, 1996; Fellers, 1983)에서 불투명도는 종이를 구성하고 있는 개별 입자의 수와 연관되며 이것은 평량과 개별입자의 굴절지수와 그것을 둘러싸고 있는 매개물의 영향을 받는다. 따라서, 연포장지의 불투명도 향상을 위해서는 충전물 자체의 굴절율이 높은 충전제를 선정, 적용하는 것이 중요하며, Table 1에 Talc 와 TiO_2의 굴절율 및 특성을 나타내었다. Table 4에서 알 수 있는 바와 같이 연포장지의 불투명도는 Talc 와 TiO_2의 첨가량을 3 %-9 %로 증가시킴에 따라 향상되었으며, TiO_2>TiO_2+Talc> Talc 첨가의 순으로 불투명도가 향상되는 것으로 나타났다. Talc만을 단독 첨가하였을 경우 0.6 %~

Table 4. Effects of stock preparation condition on the optical and mechanical properties for parcel wrapper

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
Opacity(%)	82.1	82.6	83.0	83.8	83.3	86.0	86.2	86.6	88.8	90.1
Brightness (%)	85.0	85.1	83.7	83.8	84.4	85.2	86.1	86.8	88.8	89.9
Tensile strength (kg_f)	7.0	6.0	6.6	5.9	6.2	6.4	6.1	6.0	5.7	5.4
Stiffness (mNm)	7.0	6.8	5.9	6.9	6.3	6.6	6.4	6.2	6.3	6.1

2.1 %의 불투명도가 향상되었으나, TiO_2 단독 첨가 시에는 5.5 %~9.7 %의 불투명도가 향상되어, 충전제가 불투명도에 미치는 영향이 높은 것을 확인하였다. 충전제가 첨가된 수초지의 경우 섬유-공기, 충전제-공기, 충전제-섬유와 같이 빛을 산란시켜주는 세가지 계면이 형성되며, 이 세가지 계면 중 특히 충전제-공기의 계면에서 빛을 가장 많이 굴절 및 산란시켜 준다. 특히 TiO_2의 굴절지수는 2.55로서 Talc(1.57)와, 공기(1) 및 셀룰로오스(1.53)와 비교하여 상당히 높은 굴절지수를 보유하고 있다. 따라서, TiO_2-섬유-공기층으로 구성된 종이의 내부 굴절지수 차는 Talc-섬유-공기층으로 구성된 내부 굴절지수가 높기 때문에 불투명도 향상 폭이 증가된 것으로 사료된다 (Lee and Won, 1996; Kim, 2000).

Table 5에는 첨가된 충전물로 인하여 종이 내에 보류된 무기물 함량을 분석하여 수록하였다. TiO_2의 무기물 함량은 2.9~6.8 %로 높은 반면, Talc의 무기물 함량은 2.0 %~4.7 %로 낮았으며, 종이에 보류된 굴절지수가 높은 TiO_2의 함량도 불투명도 향상에 기여한 것으로 확인되었다. 충전제가 첨가되지 않은 연포장지의 무기물 함량은 0.5 % 였으며, 이는 펄프 및 제지 공정수 자체에 포함된 무기물에서 유래된 것으로 사료된다.

종이내의 무기물 함량은 첨가된 충전물에 비례하여 증가하였으며, TiO_2가 첨가된 무기물 함량은 Talc 및 TiO_2+Talc가 첨가된 종이 대비 높았다. Talc는 실리카 층과 산화마그네슘 층으로 이루어져 있으며, aspect ratio가 30인 판상형 물질이다 (Lasmarias, 2004; Neimo, 1999; Lee et al, 2007).

Talc는 실리카 층으로 인하여, 표면은 소수성이며, 결정영역에서 약한 극성을 나타내지만, TiO_2에 비하여 극성은 낮은 편이다. 따라서, 양이온성 아크릴아마이드를 첨가하였을 때, Talc의 보류도는 TiO_2 대비 낮았으며, Talc가 아크릴아마이드에 의하여 응집이 되거나 섬유에 정착이 되더라도, Talc와 아크릴아마이드의 결합력이 약하고, Talc 자체가 카드하우스 형태로 응집체를 형성하기 때문에 전단력 안정성이 저하되어, 보류도가 감소하는 것으로 판단된다 (Lee and Huh, 1997; Lee et al, 2007). 충전물 함량이 증가함에 따라 보류도는 감소하였는데, 이는 보류제의 첨가량을 1.0 %로 고정하여 수초지를 제조하였기 때문으로 판단된다.

Table 4에 수록한 바와 같이 수초지의 인장강도는 충전제 함량 증가에 따라 감소하였다. 종이의 인장강도는 섬유의 결합면적과 결합수에 비례하며 (Niemo, 1999; Jo et al, 2008), 충전제는 섬유와 섬유사이에 위치하여 섬유의 결합면적과 결합수를 감소시키므로 인장강도가 저하된 것으로 판단된다. 9 % TiO_2와 Talc 첨가 시 인장강도 감소율은 각각 23 %, 16 %로 TiO_2 9 % 첨가 시료의 인장강도 감소폭이 컸다. 이는 종이에 잔류된 TiO_2의 함량이 Talc 대비 2 % 증가되어, 섬유간의 결합을 방해하는 요소로 작용하였기 때문이다.

수초지의 스티프니스는 충전물 미첨가 시 7.0 mNm, 충전물 첨가 시 5.9 mNm~6.9 mNm 범위였으며, 종이내 충전물 함량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

Talc 및 TiO_2 첨가량은 연포장지의 백색도에 영

Table 5. Effects of stock preparation condition on the optical and mechanical properties for parcel wrapper

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
Retained amount (%)	0.5	2.0	3.2	4.7	2.3	4.0	5.9	2.9	5.2	6.8
Retention value (%)	-	50	45	47	60	58	60	80	78	70

※ 충전제보류도(%) = $\frac{\text{종이내잔류된무기물함량(\%)} - \text{원료자체에함유된무기물함량(\%)}}{\text{펄프조성에첨가된무기물함량(\%)}} \times 100$

향을 미치는 것으로 확인되었다. Talc 단독 첨가 시 백색도는 83.7 %~85.1 %로 Talc 미첨가 대비 약 1.5 % 감소율을 보였다. 이는 Table 5에 나타난 바와 같이 종이에 잔류된 Talc 자체의 낮은 백색도가 종이의 백색도에 영향을 미쳤기 때문으로 판단된다. (Lee and Won, 1996; Levlin, 1999). TiO_2 자체의 백색도는 98.5 %로 펄프 대비 높으므로, TiO_2 미첨가 대비 2 %~6 % 향상된 것으로 사료된다.

결 론

본 연구에서는 펄프 조성 및 무기물 충전제가 담배 연포장지의 광학 및 기계적 특성에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

활엽수 펄프가 침엽수 펄프에 비해 불투명도 향상에 효과적이었으며, 활엽수 혼합 비율이 40 %에서 60 %로 증가함에 따라 불투명도는 각각 1.9 %~2.4 %로 증가하였다. 동일 고해도에서 침엽수 펄프가 인장강도, 스티프니스 향상에 효과적이었으나, 백색도는 고해도 및 침엽수/활엽수 혼합비율의 영향을 크게 받지 않았다. 충전물 종류 및 함량에 따른 종이의 불투명도와 백색도는 충전제 자체의 백색도와 굴절지수에 영향을 받았다. 연포장지의 불투명도와 백색도는 TiO_2>TiO_2+Talc>Talc 첨가의 순으로 향상되었으며, 인장강도와 스티프니스는 종이 내 충전제 함량이 높을수록 감소하는 경향을 나타내었다.

결론적으로, 담배 연포장지 제조 시 펄프의 종류 및 조성, 첨가되는 무기 충전제의 종류 및 함량 등을 고려하여 지료를 조성해야 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Fellers, C., (1983) in Handbook of Physical and Mechanical Testing of Paper and Paperboard. 1st ed, vol 1. p. 349-384. Marcel Dekker, Inc., Newyork, USA.

Jo, H. J., Yoon, S. L., Park, S. B., and Kim, Y. G., (2008) Physical Properties of Functional Hanji Added Inorganic Materials, J. of KTAPPI, 40: 23-28.

Kim B. Y., and Choi, S. H., (2000) Stock Preparations for the Opacity Improvement of Printing Paper, J. of KTAPPI, 32: 1-9.

Lasmarias, V. B., and Sharma, S., (2004) Drainage and Retention Improvement with Talc, J. of TAPPI, 3: 4-13.

Lee, H. L., and Won, J. M., (1996) Paper Science. 1st ed, p. 409-439. Kwang-il Press, Seoul, Korea.

Lee, H. L., and Huh, D. M., (1997) Studies on the Adsorption of Cationic Starches onto BCTMP, BKP, and Talc and Their Responses to Compozil Systems(Ⅰ), J. of KTAPPI, 29: 45-52.

Lee, S. H., Chung, Y. B., Lee, H. L., and Park, S. H., (2007) Characteristics of Talc and Evaluation of Possibility as Pre-flocculant, KTAPPI Conference, 237-242.

Levlin, J. E., Paulapuro, H., and Söderhjelm, L., (1999) Pulp and Paper Testing. 1st ed, vol 17. p. 152-168. Fapet Oy and TAPPI Press, Helsinki, Finland.

Neimo, L., and Paulapuro, H., (1999) Papermaking Chemistry. 1st ed, vol 4. p. 124-133. Fapet Oy and TAPPI Press, Helsinki, Finland.

Niskane, K., and Paulapuro, H., (1999) Paper Physics. 1st ed, vol 16. p. 117-135. Fapet Oy and TAPPI Press, Helsinki, Finland.