

## 부적합 엽맥편이 켈련의 연소중 물리적 특성에 미치는 영향

김수호\* · 박진원 · 김종열 · 이문수  
KT&G 중앙연구원  
(2006년 6월 8일 접수)

### Influence of the Objectionable Stems on the Physical Characteristics during the Cigarette Combustion.

Soo-Ho Kim\*, Won-Jin Park, Jong-Yeol Kim and Moon-Soo Rhee

KT&G Central Research Institute,

(Received June 8, 2006)

**ABSTRACT** : In order to improve the final product quality, tobacco industry has gradually decreased the size and number of stems in the cigarette. Especially, stems bigger than 3×3 mm(length×thickness) and 2×10 mm(width×length) are not acceptable in the process as objectionable stems.

A total number of 12 samples where the length×thickness samples were prepared by decreasing the present sample (3×3 mm) with 1 mm up to 1×1 mm, and the width×length samples were prepared by decreasing the present sample (2×10 mm) with 2 mm up to 2×6 mm for the stems in leaf and stems in expanded cut-tobacco were prepared to apply a fire ball drop test using stems. In addition, cigarettes were produced for these stems in order to analyze the forced fire ball drop including the burning, encapsulation and unencapsulation pressure drop and a single or unspecified direction combustion.

Based on the results of the test, it was evident that the fire ball drop in the stems in expanded cut-tobacco presented a lower level than that of the stems in leaf. Also, the stems in expanded cut-tobacco presented a larger swelling and higher burning for a single direction than that of the stem in leaf. In addition, it was considered that the management criteria for objectionable stems should be changed as 3×3 mm and 2×8 mm for the length×thickness and width×length sample, respectively, in both stems in leaf and expanded cut-tobacco.

**Key words** : objectionable stem, fire ball drop, stems in leaf, stems in expanded cut-tobacco, combustion

담배 흡연시 불똥 떨어짐(fire ball drop) 현상은 소비자가 느끼는 중요한 감성 품질의 하나이다. 불똥 떨어짐의 원인은 일차적으로 부적합한 각초(부적합 주맥 또는 압전 주맥 부산물 등)로부터 발생

하는 켈련 내 각초밀도 불균일과 이차적으로 담배 제조기의 오작동 내지는 검사장치(밀도초과, 미달) 적출감도 설정 미흡으로부터 발생하는 켈련 밀도 불균일이 가장 큰 원인으로 알려져 있다(Klaus-

\*연락처 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, KT&G 중앙연구원

\*Corresponding author : KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea

Dieter Wenzel, 1991; Guess, H. E. 1991; Pugh, D. R., 1991; Wahal, S., 1994). 실제로 밀도 편차가 적출 시스템(SRM:standard reference material)의 설정값을 벗어나는 불량 켈런 중 밀도 미달 부위에서 엽맥편이 약 40 % 정도 발견되어 엽맥편이 밀도 편차에 가장 큰 원인인 것으로 알려져 있다(송동욱, 2006). 이러한 엽맥편은 향기미는 적으나 엽배합시 적절히 사용하면 원가를 절감하고 연소성 등 물리성 향상을 기할 수 있으므로 충진료로 사용되지만, 불똥 떨어짐 및 각초를 감싸고 있는 켈런지에 작은 구멍을 발생시키는 등 품질에 악 영향을 미치므로 담배 제조 회사마다 일정한 부적합 엽맥편 관리 기준을 두고 관리하고 있는 실정이며, 품질향상을 위해 점차적으로 엽맥편의 크기 및 갯수를 감소시키고 있는 추세이다. 현재 국내 담배 회사의 경우 일반형 담배의 부적합 엽맥편 관리 기준은 3×3 mm (길이×두께), 2×10 mm(폭×길이) 이상 엽맥편을 부적합으로 관리하고 있다.

따라서 본 연구에서는 담배 켈런 제조시 각초에 혼입되는 엽맥편이 불똥 떨어짐에 미치는 영향 및 불특정 방향 연소, 흡입 불편 등을 고찰하였으며, 연구결과를 토대로 엽맥편 관리기준을 재설정하여 고객 불만을 최소화하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 엽맥편 시료 및 켈런

본 실험에서는 순엽 엽맥편(stems in leaf) 및 CO<sub>2</sub> 팽화 엽맥편(stems in expanded cut-tobacco)

Table 1. Samples of the steam used in the experiment

Sample	Group A width×length (mm)	Group B length×thickness (mm)
Subgroup L (stems of leaf)	AL-1 (2×10)	BL-1 (3×3)
	AL-2 (2×8)	BL-2 (2×2)
	AL-3 (2×6)	BL-3 (1×1)
Subgroup E (stems in expanded cut-tobacco)	AE-1 (2×10)	BE-1 (3×3)
	AE-2 (2×8)	BE-2 (2×2)
	AE-3 (2×6)	BE-3 (1×1)

2종을 대상으로 Table 1에서 보는 바와 같이 폭과 길이에 따른 시료 6구좌와 길이와 두께에 따른 시료 6구좌 총 12구좌의 엽맥편 시료를 준비하였다.

엽맥편 시료용 켈런 시제품을 제조하기 위하여 국내산 제품 담배 중 한 제품을 선정하여 그 배합 각초 중 모든 엽맥편을 제거한 후 준비된 엽맥편을 혼입하여 수작업 켈런 제조기로 켈런을 제조하였다. 이때 혼입된 엽맥편은 각 시료마다 3개씩 가능한 가로방향으로 위치하도록 혼입하였으며, 양질부 끝에서 30 mm 지점에 위치하도록 제조 하였다.

### 불똥 떨어짐 측정

순엽 엽맥편과 팽화 엽맥편으로 제조된 엽맥편 혼입 시료에 대한 불똥 떨어짐 분석은 본 연구원에 보유중인 재떨어짐 시험기기(KT&G 중앙연구원 조시형 등 자체고안 제작, 특허출원 중, 2004)를 사용하여 강제적 불똥 떨어짐(forced fire-ball drop)을 측정하였다. 이때 연소조건은 켈런의 점화 후 17.5 mL/sec의 흡입량으로 2초간 흡입 후 58 초의 자연 연소 기간을 반복하는 ISO 표준 조건으로 하였으며, 켈런에 대한 충격 조건은 엽맥편의 위치를 고려하여 210 초 후부터 10 초 간격으로 연속적으로 충격을 가하였다. 이때 충격을 가해주는 공이 높이는 필터로부터 70 mm이며, 질량은 20.07 g이다. 또한 필터와 충격체와의 충돌을 완전 비탄성 충돌이라 가정한다면 1회 충격시 필터에 가해지는 충격에너지는  $1.38 \times 10^{-2}$  J이다.

### 한쪽 방향 및 불특정 방향 연소 분석

각초와 엽맥편의 연소성이 다르므로 켈런내 엽맥편이 혼입되어 있는 경우 켈런 연소시 연소선이 불균일한 현상이 발생한다. 기존의 연소선 분석은 사진 촬영에 의한 관능 평가가 일반적이었지만 이러한 관능 평가는 연소 중 촬영 방향에 따른 영향을 받는다. 따라서 기존의 관능 평가가 아닌 객관적이고 정량화된 측정값을 얻기 위해 12종의 엽맥편 시료를 ISO 표준 조건으로 엽맥편 위치까지 연소시킨 후 불똥을 제거하였으며, 연소하고 남은 켈런지를 펼친 후 영상을 획득하였다. 이렇게 얻어진 영상을 image analyzer(Image-Pro Plus, Media Cybernetics, Inc., 2002)를 이용하여 연소선의 길이

및 연소선의 최소 높이에서부터 최대 높이까지의 차이를 측정하였다.

**흡입 불편 분석**

엽맥편이 혼입된 경우 빨림성에 대한 영향을 알아보기 위해 엽맥편 시료 12종에 대한 EPD(encapsulation pressure drop) 및 UPD(unencapsulation pressure drop)를 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**불뚱 떨어짐 측정**

불뚱 떨어짐은 꺾린내 혼입되어 있는 엽맥편의 크기가 클수록, 갯수가 많을수록 빈도수가 증가하며, 엽맥편의 혼입량이 적을수록 각초가 균일하게 분포되어 불뚱 떨어짐의 개선에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(조시형, 2004). 따라서 본 연구에서는 엽맥편의 크기가 불뚱 떨어짐에 미치는 영향을 알아보았다.

불뚱 떨어짐 측정은 엽맥편이 혼입된 각각의 시료에 대하여 10회 측정을 하였으며, 분석 항목은 불뚱이 꺾린에서 완전히 떨어지는 경우(fire ball drop), 작은 불뚱이 떨어져 1~2초 동안 머뭇르다 사라지는 경우(fire ball source drop) 그리고 불뚱이 떨어지지 않는 경우(not fire ball drop)로 나누어 분석 하였다.

Fig. 1은 순엽 엽맥편의 경우 불뚱 떨어짐 측정

결과를 나타낸 것이다. Group A의 경우 불뚱 떨어짐은 AL-2 및 AL-1에서 각각 2회와 6회가 발생하였으며, AL-3의 경우에는 발생하지 않았다. 또한 불뚱 떨어짐은 모든 시료에서 4~5회가 발생하는 것으로 나타났지만 엽맥편의 크기와는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

반면 group B 시료에 대하여는 BL-1 시료에 대해서만 4회의 불뚱 떨어짐이 발생하였으며, 불뚱 떨어짐은 모든 시료에서 3회가 발생하여 역시 엽맥편의 크기와는 무관한 것으로 나타났다. 따라서 불뚱 떨어짐이 각각 2, 6, 4회가 발생한 AL-2, AL-1 및 BL-1의 경우 꺾린 제조시 부적합 엽맥편으로 관리되어야 할 것으로 판단되었다.

궤화 엽맥편의 경우 불뚱 떨어짐 측정결과는 Fig. 2에 나타내었다. Group A의 경우 불뚱 떨어짐은 AE-2 및 AE-1 시료에서 각각 1회와 4회가 발생하였으며, AE-3 시료의 경우에는 발생하지 않았다. 불뚱 떨어짐은 모든 시료에서 2~6회가 발생하는 것으로 나타났으며, 순엽 엽맥편에서와는 달리 엽맥편의 크기가 증가 할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 AE-1 시료의 경우 순엽 엽맥편에서와 같이 10회 측정 모두 불뚱 떨어짐이나 불뚱 떨어짐이 발생하여 꺾린 제조시 부적합 엽맥편으로 관리되어야 할 것으로 판단되었다. 또한 group B 시료에 대하여는 BE-2 및 BE-1 시료에 대해서 각각 1회와 2회가 발생하였고 불뚱 떨어짐은 모든 시료에서 3~6회가 발생하였으며, Group A 시료에서

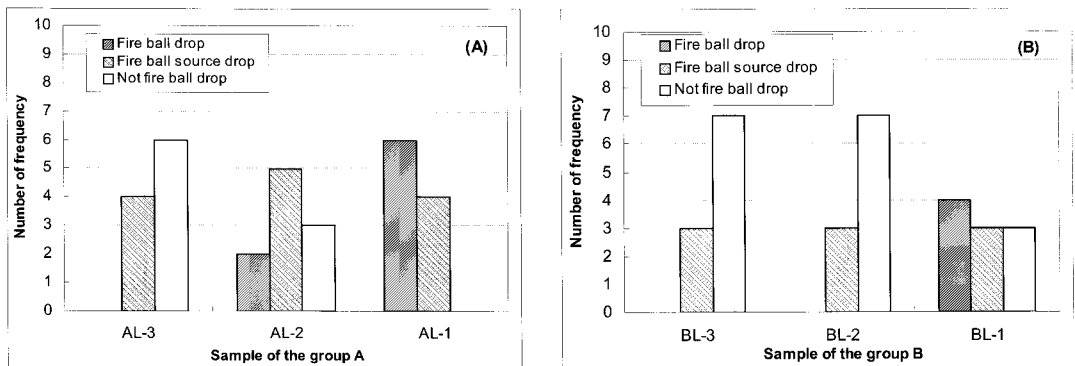


Fig. 1. The relationship between the fire ball drop and stem size for the stems in leaf(A : width×length, B : length×thickness).

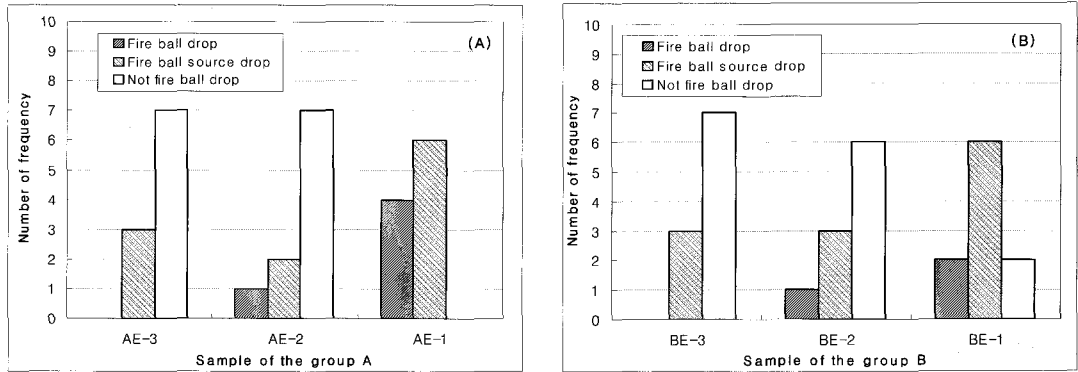


Fig. 2. The relationship between the fire ball drop and stem size for the stems in expanded cut- tobacco(A : width×length, B : length×thickness).

와 같이 엽맥편의 크기가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다.

#### 한쪽 방향 및 불특정 방향 연소 분석

Fig. 3에서는 불뚱 떨어짐 실험 중 엽맥편 위치까지 연소시킨 후 불뚱이 떨어진 형태나 연소형태를 관찰하기 위하여 촬영한 이미지를 나타내었다. Fig. 3의 (A)는 group A의 순엽 엽맥편 AL-1이며, (B)는 팽화 엽맥편 AE-1 시료이다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 엽맥편의 위치에서 불뚱이 떨어져 나

가거나 불뚱이 꺾이는 현상이 발생하여 엽맥편이 불뚱 떨어짐에 주요 원인임을 확인할 수 있었다. 또한 (B)의 팽화 엽맥편의 경우 한쪽 방향 연소나 부풀음(swelling) 현상이 순엽 엽맥편보다 심하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 팽화 엽맥편이 순엽 엽맥편보다 연소성이 우수하여 일반각초보다 팽화 엽맥편이 빨리 연소되기 때문에 한쪽방향 연소가 심하게 나타나는 것으로 판단되며, 팽화에 의한 엽맥편 내 공기 함유량이 증가하였기 때문에 부풀음 현상이 심하게 나타나는 것으로 판단된다.

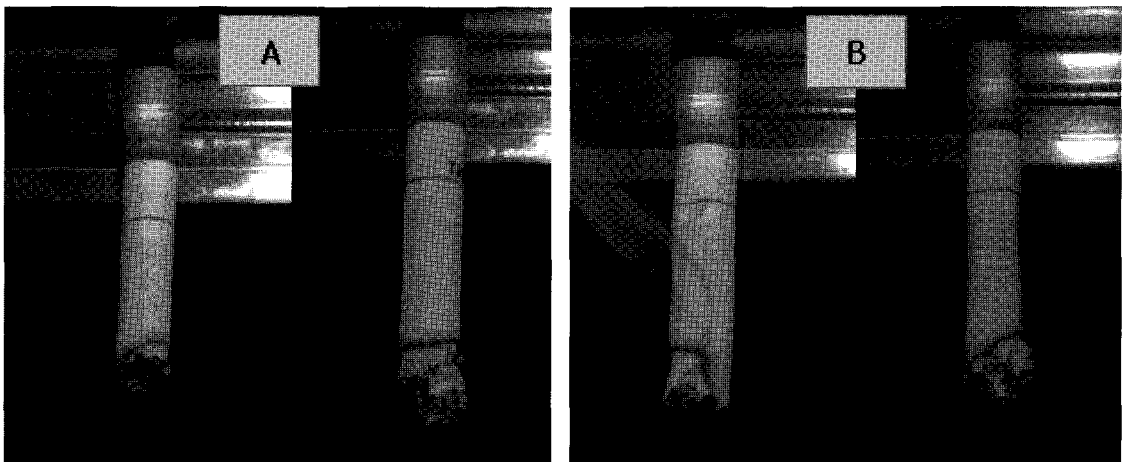


Fig. 3. The image of the AL-1 and AE-1 samples during fire ball drop experiments(A : stems in leaf, B : stems in expanded cut-tobacco).

부적합 엽맥편이 켈련의 연소중 물리적 특성에 미치는 영향

Fig. 4에는 group B의 순엽 엽맥편(A) BL-1과 팽화 엽맥편(B) BE-1의 이미지 사진을 나타내었다. 사진에서 보는바와 같이 group A 시료에서와 마찬가지로 엽맥편의 위치에서 불뚱 떨어짐이나 불뚱이 꺾이는 현상이 발생 하였으나, 한쪽방향 연소나 부풀음 현상은 심하게 나타나지 않았다.

앞에서도 언급한 바와 같이 연소선에 대한 객관

적이고 정량화된 측정값을 얻기 위해 12종의 엽맥편 시료를 엽맥편 위치까지 연소시킨 후 불뚱을 제거하였으며, 연소 하고 남은 켈련지를 펼친 후 영상을 획득하였다.

Fig. 5는 엽맥편 위치까지 연소하고 남은 켈련지의 이미지로 육안으로는 어떤 시료의 연소선 길이가 긴지, 연소선 높이 차이가 큰지를 식별하기가 힘

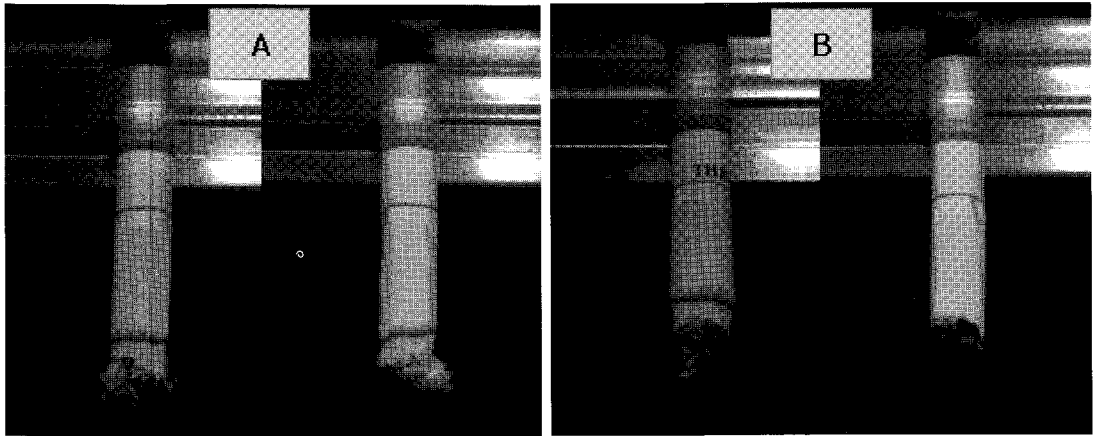


Fig. 4. The image of the BL-1 and BE-1 samples during fire ball drop experiments(A : stems in leaf, B : stems in expanded cut-tobacco).

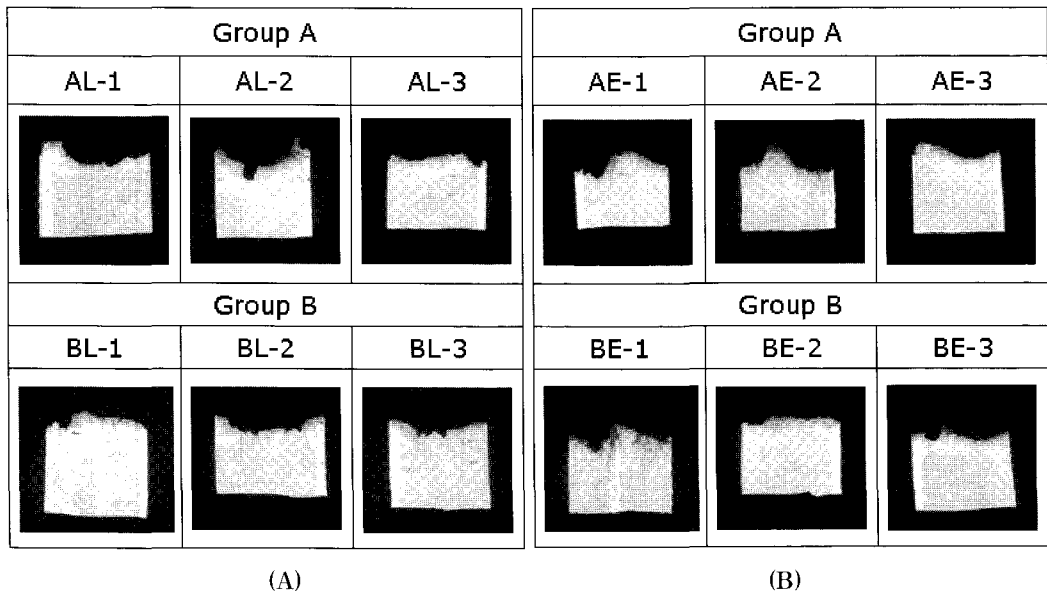


Fig. 5. Image of the char line for cigarette paper to burned up to stem position in cigarette samples(A:stems in leaf, B:stems in expanded cut-tobacco).

들다. 따라서 이렇게 얻어진 영상을 image analyzer를 이용하여 연소선의 길이 및 높이를 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 6과 7에 나타내었다. 이때 연소선의 높이는 가장 낮은 연소선에서부터 가장 높은 연소선까지의 높이를 측정하였다.

Fig. 6은 순엽 엽맥편과 팽화 엽맥편의 연소선 길이로서 group A 시료의 경우 순엽, 팽화 엽맥편 모두 AL-2 및 AE-2 부터는 약 5~8 mm 정도 길게 나타났다. Group B 시료의 경우 순엽, 팽화 엽맥편 시료 모두 길이×두께가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 순엽 및 팽화 엽맥편 시료 간에는 일관된 경향을 나타내지는 않았지만 실험에 사용한 시료 중 가장 큰 AL-1, AE-1 및 BL-1, BE-1 시료에서는 팽화 엽맥편에서의 연소선 길이가 길게 나타났다.

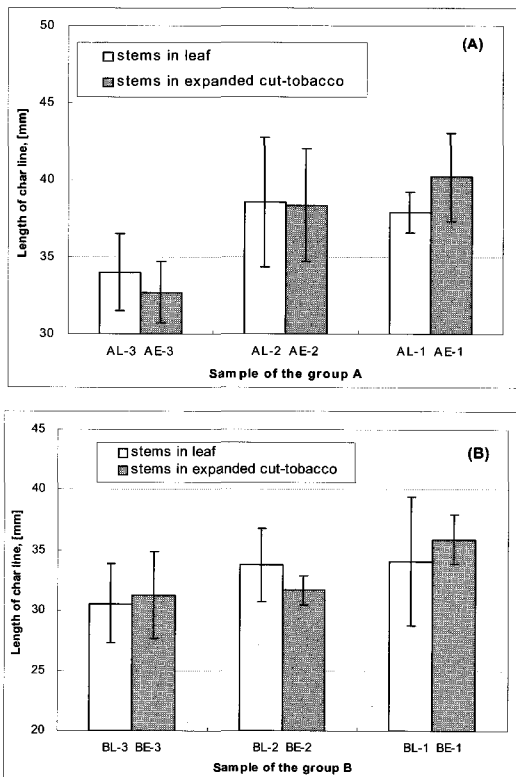


Fig. 6. Length of the char line for cigarette paper to be burned up to stem position in cigarette samples(A : width×length, B : length×thickness).

Fig. 7은 연소선의 높이 측정값을 나타낸 그림으로 group A 시료의 경우 순엽, 팽화 엽맥편 모두 AL-2, AE-2 부터는 약 0.7~2.1 mm 정도 높게 나타났으며, 순엽 및 팽화 엽맥편 시료 간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 group B 시료의 경우 순엽, 팽화 엽맥편 시료 모두 길이×두께가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내어 엽맥편이 켈련내에 혼입 되어 있을 경우 켈련 흡연시 켈련의 외관에도 나쁜 영향을 미치는 것으로 나타났다.

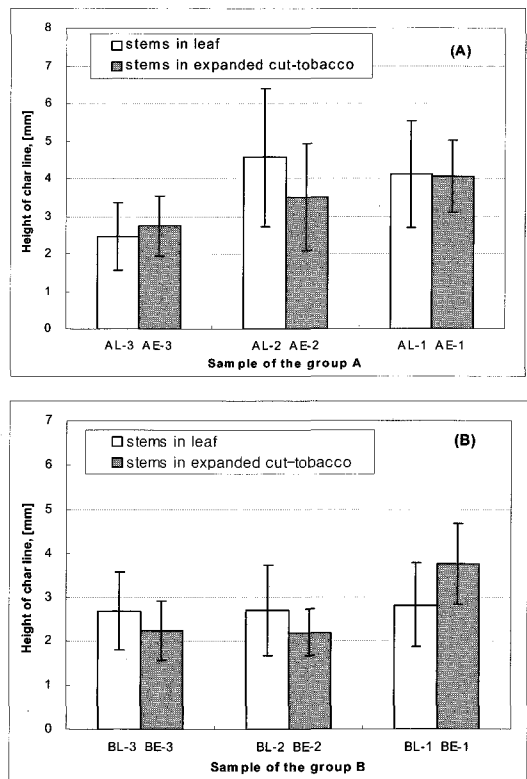


Fig. 7. Height of the char line for cigarette paper to be burned up to stem position in cigarette samples(A : width×length, B : length×thickness).

#### 흡입 불편 분석

크기가 다른 엽맥편이 켈련에 혼입되어 있는 경우 소비자들이 흡입 시 느끼는 불편사항을 알아보기 위해 12종의 시료에 대한 EPD와 UPD를 측정하

Table 2. Pressure drop of the samples used fire ball drop experiment.

Sample	Group A width×length (mm)	EPD (mmH <sub>2</sub> O)	UPD (mmH <sub>2</sub> O)	Group B length××thickness (mm)	EPD (mmH <sub>2</sub> O)	UPD (mmH <sub>2</sub> O)
Subgroup L (stems of leaf)	AL-1 (2×10)	130.62 (1.28)	86.52 (0.85)	BL-1 (3×3)	132.05 (1.29)	83.19 (0.82)
	AL-2 (2×8)	123.81 (1.21)	83.05 (0.81)	BL-2 (2×2)	135.67 (1.33)	83.57 (0.82)
	AL-3 (2×6)	119.10 (1.17)	80.75 (0.79)	BL-3 (1×1)	124.29 (1.22)	81.19 (0.80)
Subgroup E (stems in expanded cut-tobacco)	AE-1 (2×10)	131.71 (1.29)	83.43 (0.81)	BE-1 (3×3)	129.71 (1.27)	82.76 (0.81)
	AE-2 (2×8)	122.05 (0.99)	85.71 (0.84)	BE-2 (2×2)	129.90 (1.27)	85.09 (0.83)
	AE-3 (2×6)	118.33 (0.93)	82.76 (0.82)	BE-3 (1×1)	125.57 (1.23)	84.00 (0.82)

\* ( ) : unit of kPa

여 Table 2에 나타내었다. 만약 EPD와 UPD 값이 높다면 켈련 흡연시 빨림성이 악화되어 소비자들이 흡연시 흡입 불편을 느끼게 된다.

Table 2에서 보는바와 같이 순엽 엽맥편, 팽화 엽맥편 모두 엽맥편의 크기가 증가할수록 EPD값이 증가하는 것으로 나타났으며, 가장 작은 크기의 엽맥편과 가장 큰 크기의 엽맥편에서 EPD 값 차이는 순엽 엽맥편의 경우 최대 11.52 mmH<sub>2</sub>O(0.11 kPa), 팽화 엽맥편의 경우 13.38 mmH<sub>2</sub>O(0.13kPa)의 차이를 나타내었다. 이 값은 전문가 숙련 5급 패널들이 느끼는 흡인저항 인식 한계인 15 mmH<sub>2</sub>O (0.15 kPa)(김영호, 2005) 이하로서 일반 소비자들은 흡입 불편을 느끼지는 못할 것으로 예상되지만, 엽맥편의 관리기준을 강화한다면 보다 안정된 품질과 소비자 불만을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

## 결 론

본 연구에서는 담배 켈련 제조시 각초에 혼입되는 엽맥편이 불뚱 떨어짐에 미치는 영향을 고찰하여 엽맥편 관리 기준을 강화함으로써 소비자들이 느끼는 감성품질의 향상을 도모하고자 하였다.

순엽 및 팽화 엽맥편 12종의 시료에 대한 불뚱 떨어짐 실험 결과 팽화 엽맥편이 순엽 엽맥편보다 불뚱 떨어짐이 적게 발생하였으며, 팽화 엽맥편에

서는 순엽 엽맥편보다 swelling 현상이나 한쪽 방향 연소가 더 심하게 나타났다. 또한 연소선의 길이 및 높이는 순엽, 팽화 모두 2×6 시료보다 2×8, 2×10 시료가 눈에 띄게 증가하는 경향을 나타내었으며, 순엽 및 팽화 엽맥편 시료 간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 마지막으로 흡입 불편에 직접적인 영향을 미치는 켈련의 EPD와 UPD는 소비자 인식한계 내에 있었지만 엽맥편의 길이 및 크기가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내어 관리기준 변경시 보다 안정된 품질과 소비자 불만을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 이상의 결과로부터 부적합 엽맥편 관리기준은 순엽 엽맥편, 팽화 엽맥편 모두 길이×두께 시료는 3×3 mm, 폭×길이 시료는 2×8 mm로 관리 기준을 변경하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

## 참 고 문 헌

- Guess, H. E.(1991) Tobaccoville quarterly review minutes RJR
- Klaus-Dieter Wenzel(1991) Fire ball drop out measurement International R&D Conference hilton Head Island, November 4-7
- Pugh, D. R.(1991) Process Technology & development monthly highlights RJR

Wahal, S(1994) Monthly progress report B&W

김영호(2005), 소비자 인식 연구 KT&G 중앙연구원  
년차 보고서

조시형(2004) 켈련의 Fire Ball Drop Out 생성원  
인 구멍 및 개선 연구 KT&G 중앙연구원 년  
차 보고서

송동욱(2006) 감성품질(불뚱떨어짐, 연소불균일) 분  
석 신탄진 제조창 활동 보고서