

관상엽 배합비와 공기희석율이 제품담배 연기성분 및 연소온도 변화에 미치는 영향

성용주* · 한영림 · 백신 · 김시몽 · 제병권 · 오인혁 · 이창국 · 김수호 · 신창호 · 김근수
KT&G 중앙연구원
(2008년 11월 8일 접수)

Effects of Reconstituted Tobacco Sheet contents and Ventilation on the Smoke delivery and the Burning Temperature

Yong Joo Sung*, Young-Lim Han, Shin Baek, Shi Mong Kim, Byong-Kwon Jeh, In Hyeog Oh, Chang-Kook Lee, Soo-Ho Kim, Chang-Ho Shin, Kun-Soo Kim
KT&G Central Research Institute, Daejeon 305-805, Korea
(Received November 18, 2008)

ABSTRACT : The application of RECON(Reconstituted tobacco sheet) and the ventilation technology has been considered as very useful methods for controlling the tar and nicotine deliveries in modern blended tobacco. In this study, the effects of RECON contents in simulated blends on the smoke delivery and burning temperature were evaluated in three different ventilation levels.

The ventilation showed a great influence on the burning temperature and smoke deliveries. The nicotine, tar and CO deliveries was greatly reduced by the ventilation. The amount of RECON showed the minor impacts on the smoke delivery. In high ventilation level such as 85 % ventilation, there was no distinct change in smoke deliveries by the amount of RECON.

Key words : Reconstituted tobacco sheet, ventilation, burning temperature, smoke delivery.

사회적으로 건강에 대한 관심이 증가함으로써 흡연자들은 저타르 담배를 선호하고 있는 추세에 있다. 이러한 담배시장 환경변화에 따라 담배제조 및 제품설계에 있어서 연기이행량의 감소를 위한 새로운 기술의 적용과 저타르 담배의 개발 및 제조를 위하여 1950년대 이후 집중적이며 지속적인 연구개발이 이루어지고 있다(Norman, 1999). 특히, 대표적인 제품담배 재료설계 기술로는 필터, 고기

공 켈런지, 필터 공기 희석율, 탄소필터 등의 적용 기술과 엽배합 기술로서는 관상엽 및 팽화엽 등의 적용을 통한 방법들이 현재 개발되어 적용되고 있는데, 이러한 설계요소들의 개선 및 적절한 적용을 통하여 소비자들의 요구에 부응하고 있는 실정이다.

관상엽은 다양한 담배부산물 즉, 담배주액, 엽설, 등외엽 등을 재활용하여 담배잎과 유사한 성상을

*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 (phone: 82-42-866-5583 fax: 82-42-866-5426 e-mail: yosung@ktng.com)

가지는 시트상 담배원료로서 부풀성, 연소성, 가향 특성, 품질의 균일성 등이 다른 잎담배 원료에 비해 상대적으로 뛰어나고 성분 조절 및 품질특성 조절이 용이한 장점을 가지고 있다. 이러한 장점들로 인해 판상엽은 현재 담배 설계의 중요한 요소 기술로 활용이 되고 있고 그 사용량도 점차 커지고 있다.(Abadllah, 2003)

본 연구에서는 제지식 판상엽의 적용에 의한 제품담배 연기특성 변화 특히, 이러한 판상엽 배합에 따른 영향이 제품담배의 공기희석율 수준별로 어떻게 나타나는지 알아보았다. 엽배합은 American blend와 유사하게 엽배합율을 설정하고 각각 0, 10, 20, 30% 씩 판상엽 배합비를 증가시키면서 시제품 켈런의 특성변화를 평가하였다. 또한 실제 제품담배의 타르 이행량 조절을 위하여 일반적으로 많이 사용되는 필터의 공기희석율 조건을 달리하여 희석율 차이에 의한 제품담배 특성 변화 및 각각의 공기희석율 조건에서 판상엽 배합비의 변화가 제품담배 특성에 미치는 영향을 평가하여, 제품개발시 최적 판상엽 배합 등을 위한 기본 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

시제품 제조

본 실험을 위하여 주 엽배합 원료의 배합비율은 황색종 41%, 오리엔트11%, 버어리종 21%, 팽화각초 16%와 팽화주맥 11%를 기준으로 하였다. 제지식 판상엽 배합비는 0, 10, 20, 30%씩 증가시키면서 상대적으로 다른 원료의 배합비를 일정비로 감소시켜 4구의 시제품 엽배합을 실시하였다. 각 시제품의 엽배합 비율은 Table 1에 제시하였다.

시제품의 제조는 원료잎담배를 엽배합표에 준하여 배합한 후, 절각 후 조화과정을 거쳐 켈런을 제조하였다. 이때 필터로는 아세테이트 모노 필터를 사용하였으며, 필터 제조에 사용된 토우 소재는 1.9Y/44000 였다. 또한 켈런지는 기공도 45 CU, 조연제 0.85 %를 적용하였다. 공기희석율 수준에 따른 영향을 파악하기 위하여 팀페이퍼의 천공수준을 무천공, 50 % 천공, 85 % 천공의 세 가지 수준으로 조절하였고 이를 위하여 무천공 팀페이퍼, 4열

Table 1. Leaf composition in simulated tobacco blending samples

Tobacco Leaf Blending(%)	Sample No.			
	RC0	RC1	RC2	RC3
RECON(Papermaking Type Flue-Cured Leaf	0	10	20	30
Burley Leaf	41	35	29	23
Oriental Leaf	21	20	19	18
Expanded Tobacco	11	10	9	8
Total	27	25	23	21
	100	100	100	100

기공도 500 CU, 12 hole/cm 레이저 천공의 팀페이퍼, 8열 기공도 2200 cu, 32 hole/cm 스프레이 레이저 천공의 팀페이퍼를 각각 적용하여 각 배합비별로 3구씩, 총 12구의 시제품을 제조하였으며, 각 시제품의 실중량이 840 ± 20 mg 범위가 되도록 조절하였다.

시제품 선별 및 연기성분 분석

시제품 담배의 연기성분은 각 천공수준별로 동일수준의 흡인저항 및 중량의 시료를 선별하여 $22 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 1\%$ RH의 항온항습 실기에서 48시간 조화를 실시한 후에 분석을 실시하였다. Table 2에서 선별조건 및 선별된 시제품의 물리성을 나타내었다. 각 시제품의 담배연기 중 Tar, 니코틴, 일산화탄소 함량은 ISO 3308 시험법에 의거 RM 20H 흡연장치(Borgwaldt)를 이용하여 담배를 연소시키면서 92 mm Cambridge filter pad에 TPM을 포집하여 분석하였다.

Table 2. Physical variables of cigarette samples

	UPD* (mmH ₂ O)	Weight (mg)	Vent(%)
Vent 0% Samples	175±5	840±20	3.3±0.3
Vent 50% Samples	110±5	840±20	57.5±1.5
Vent 85% Samples	77±5	840±20	83±1.5

*UPD : Unencapsulated pressure drop

시제품 연소온도 측정

시제품 켈런의 연소온도는 각각의 켈런을



Fig. 1. Experimental setups for measuring the peak temperature of a burning cigarette.

RM1/Plus (Borgwaldt Technik GmbH)를 사용하여 ISO 흡연조건으로 연소시키면서 적외선 카메라 (ThermaCAM S65, FLIR)를 이용하여 연소부위의 온도를 측정하였다. 이러한 적외선 카메라를 적용한 연소온도 측정방법은 쉘련의 연소현상 및 연기 생성 기작 연구 등에 많이 적용되어 왔는데(Liu 2002), 보다 정밀한 분석을 위하여 본 연구에서는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 미세한 위치조정이 가능한 마이크로 스탠드 위에 적외선 카메라를 장착하여 각 시료의 연소온도를 평가하였다.

Fig. 2는 쉘련의 Puff시 적외선 카메라에 의해 실제 측정되는 쉘련의 연소온도 이미지를 보여준다.

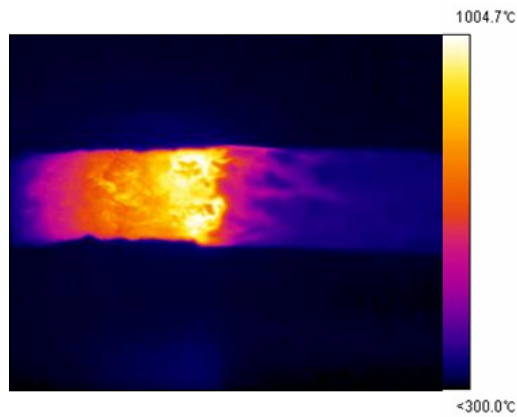


Fig. 2. IR temperature image of a burning cigarette.

실제 측정 시에는 lighting puff 후 3번째 puff를 1st puff로 하여 연속적으로 3 puff를 촬영하여 Fig. 3에서 보는 바와 같이 각각의 연속적인 이미지에서 최고 연소온도를 평가하여 그 평균값을 각 시험쉘련의 최고 연소온도로 추정하였다.

결과 및 고찰

제품담배 연소온도의 변화

쉘련의 연소기작과 그에 따른 연소온도변화, 연기성분의 생성 및 이행량에 대한 많은 연구들이 수행되었는데, 그 결과 실제 많은 연기성분의 특성 및 이행량은 연소온도에 큰 영향을 받고 있는 것으로 밝혀졌다.(Yamamoto, et. al., 1990; Baker, 1975; Andrew, et.al., 1974) 본 연구에서는 판상엽의 배합비율과 공기희석율에 의한 시제품 담배의

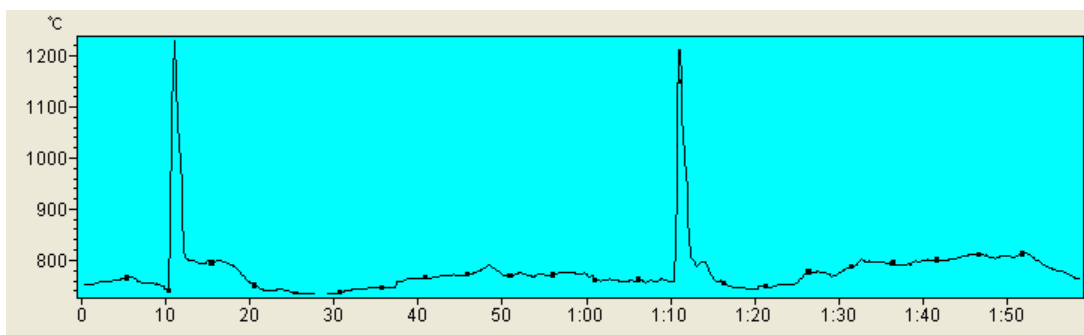


Fig. 3. Peak temperature profile at a cigarette coal during a cigarette burning.

연소온도 변화를 평가하였다. Fig. 4에서 나타난 것과 같이 켈런의 최고 연소온도는 제품의 공기희석율에 의해 크게 영향을 받는 것을 볼 수 있다. 공기희석율이 커짐에 따라 연소시 최고온도는 낮아지고, 특히 모든 판상엽 배합비 조건에서 공기희석율 3 %와 공기희석율 57 % 사이에서의 감소폭보다 공기희석율 57 %와 공기희석율 83 %에서 연소온도 감소폭이 더욱 커지는 것으로 나타났다. 판상엽 배합비에 따라서는 연소온도가 다소 감소하는 경향을 보이지만 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

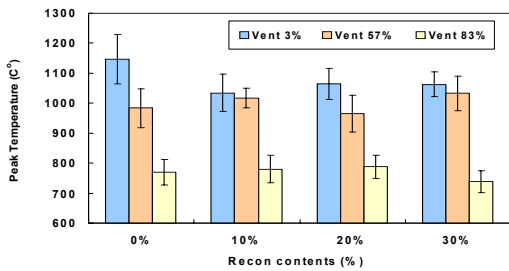


Fig. 4. Effects of RECON contents and ventilation on the peak temperature of a burning cigarette.

판상엽 배합비 및 공기희석율에 따른 연기성분 변화

판상엽의 배합이 증가함에 따라 실제 제품담배의 연기특성 등에 미치는 영향을 좀 더 정확히 평가하기 위하여 본 연구에서는 각각의 공기희석율 수준에서 같은 흡인저항과 각초중량을 가진 켈런 시료를 선별하여 제품담배 설계에서 발생하는 영향을 최소화하여 연기특성 등의 변화를 조사하였다.

Fig. 5에서는 각 공기희석율 수준별로 판상엽 배합비 증가가 puff 수에 미치는 영향을 보여주고 있다. 공기희석율이 증가함에 따라 puff 수는 각각 약 1.5 정도씩 증가하는 것을 볼 수 있는데 이러한 증가폭은 판상엽 배합비가 커지면서 다소 감소하는 것을 알 수 있다. 실제 그 감소폭이 상대적으로 크게 나타나지는 않지만, 공기희석율 57 % 및 83 % 수준에서 판상엽의 배합비가 증가할수록 puff 수가 직선적으로 감소하는 경향을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 연소성이 상대적으로 높은 판상엽의 배합비가 커짐에 따라 제품담배의 연

소속도가 빨라짐에 따른 영향이라고 볼 수 있다 (Baskevitch, 1986).

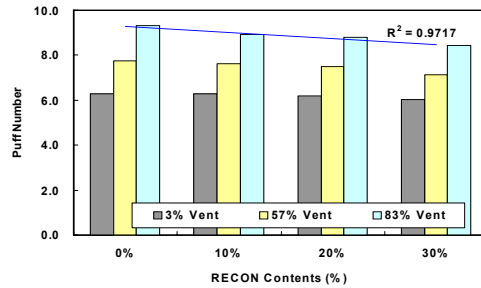


Fig. 5. Effect of RECON contents and ventilation on the puff number.

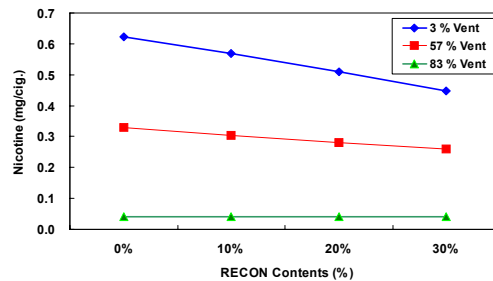


Fig. 6. Effect of RECON contents and ventilation on the nicotine delivery of sample cigarettes.

판상엽 첨가량에 따른 연기성분 중 니코틴 이행량의 변화를 Fig. 6에서 나타내었으며, 이 결과 공기희석율 수준별로 니코틴의 이행량도 크게 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 판상엽의 첨가량이 증가함에 따라 니코틴 이행량은 감소하였지만 특히 높은 공기희석율 85%에서는 판상엽 배합비의 차이로 인한 니코틴 이행량의 유의차는 보이지 않았다.

엽배합 중 판상엽 첨가량 수준에 따른 연기성분 이행량, 특히, CO 이행량, tar이행량 및 CO/tar 비의 변화를 각 공기희석율 수준별로 분석하여 Fig. 7, 8, 9에서 나타내었다. 분석결과 공기희석이 없는 경우 판상엽 첨가량에 따라 tar 이행량은 직선적으로 감소하는 것을 알 수 있다. 이것은 연소시 tar 입자를 형성하는 휘발성 유기성분의 양이 판상엽에서 상대적으로 적기 때문으로 판단되고 CO의

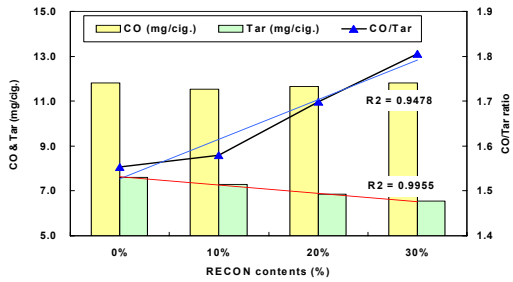


Fig. 7. Effect of RECON contents on the tar, CO delivery and CO/Tar ratio at 3 % ventilation.

발생은 실제 puff 당 연소되는 각초량에 비례하기 때문에 주류연 중 CO의 이행량은 큰 변화가 없는 것으로 판단할 수 있다. 이러한 특성에 의해 CO/tar 비는 판상엽 첨가량 증가에 따라 커지는 것으로 나타났다.

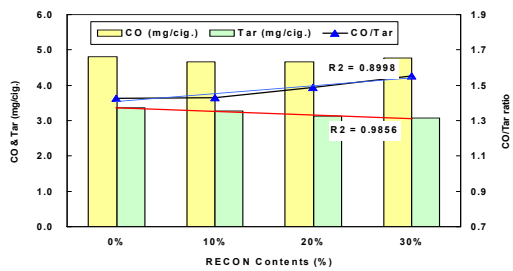


Fig. 8. Effect of RECON contents on the tar, CO delivery and CO/Tar ratio at 57 % ventilation.

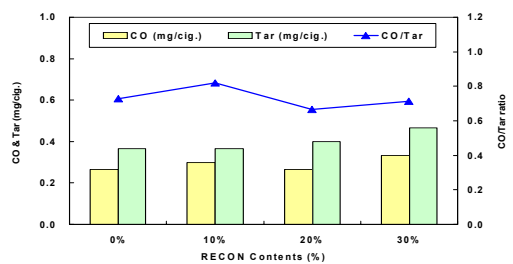


Fig. 9. Effects of RECON Contents on the tar, CO delivery and CO/Tar ratio at 83 % ventilation.

이러한 판상엽 첨가량의 영향은 57 % 공기희석율 수준에서도 유사한 경향을 보이고 있는데(Fig. 8),

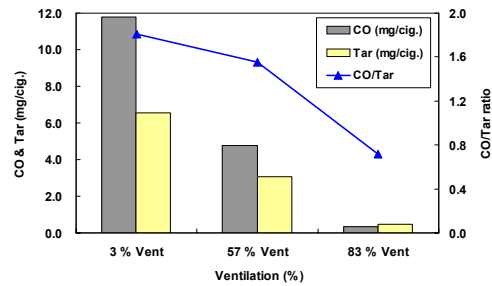


Fig. 10. Effect of ventilation on the tar, CO delivery and CO/Tar ratio at 30 % RECON content.

그 변화의 정도가 줄어들었지만 판상엽 배합비의 증가에 의해 tar 이행량이 감소하는 것을 알 수 있었다. 공기희석율이 83 %로 높은 경우에는 (Fig. 9), 판상엽 배합비에 따른 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

공기희석율은 연기성분의 이행시 공기의 희석을 통해 전체 이행량의 감소를 가져올 뿐만 아니라 실제 필련의 연소기작 등에 영향을 주어 주류연 및 부류연 이행량에 변화를 가져오는 것으로 보고 된 바 있다.(Browne, *et al.*, 1980) 본 연구에서도 판상엽 배합비의 증가보다는 공기희석율에 의한 연기성분 이행 및 연소온도의 변화가 큰 것으로 나타났으며, 공기희석율에 의한 주요 연기성분의 이행량 변화를 Fig. 10에서 나타내었다. 공기희석율의 증가에 의해 CO 이행량 및 tar 이행량이 직 선적으로 감소하는 것을 볼 수 있는데, 특히 CO 이행량의 감소폭이 큰 것을 알 수 있다. 이것은 Browne 등의 연구결과와도 일치하는 것으로 (Browne, *et al.*, 1980), 주류연의 희석 뿐만 아니라 공기희석율 증가에 의한 연소온도의 감소로 CO의 생성이 감소하는 효과가 발생하였기 때문으로 생각된다(Yamamoto, *et al.*, 1990). 이러한 영향으로 인해 공기희석율의 증가에 따른 CO/tar 비의 감소가 뚜렷하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

결 론

본 연구에서는 최근 들어 그 적용이 점차 증가 하는 판상엽의 배합비와 공기희석율에 따른 제품 담배의 연소온도 및 연기 이행량의 변화 효과를

조사하였다. 각각 다른 공기희석율 수준에서 연기 이행량에 미치는 영향정도를 평가하기 위하여 시제품 켈련을 무천공, 57 % 천공, 83 % 천공 수준으로 디자인하고 이때, 각각 0, 10, 20, 30 %로 판상엽 배합비를 조정하여 시제품을 제조한 후, 각각의 조건에서 연소온도 및 연기특성 변화를 평가하였다.

켈련의 연소온도는 공기희석율이 증가 할수록 크게 낮아지는 경향으로 나타났으나, 판상엽 배합비를 증가할수록 연소온도가 다소 감소하였지만 유의한 차이를 보이지 않았다. 제품담배의 연기성분 이행량에서도 공기희석율이 증가함에 따라, puff 수는 증가하였고, 니코틴, 타르 및 CO 이행량은 크게 감소하였다. 특히, CO 이행량은 감소폭이 크게 나타나서 CO/Tar 비가 크게 감소하는 경향을 나타내었다.

판상엽의 배합비 증가에 의한 니코틴, 타르 이행량 변화에서는 배합율이 증가할수록 직선적으로 감소하고 CO 이행량은 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 이러한 영향으로 판상엽 배합비 증가에 의해 CO/Tar 비는 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 공기희석율이 커질수록 판상엽의 영향은 적어지고 특히, 공기희석율 83 % 수준에서는 판상엽 배합비에 따른 연기이행량 및 연소온도에서 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과들은 향후 타르 수준별로 제품담배 설계 시 판상엽 적용을 위한 기본 자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

ventilation on the yield and composition of mainstream and sidestream

smokes, *Beitr. Tabakforsch. Int.*, 10: 81-90.

Lendvay, T. A., and Laszlo, S. T. (1974) Cigarette peak coal temperature Measurements, *Beitr. Tabakforsch. Int.* 7: 276-281.

Liu, C., and Woodcock, D. (2002) Observing the peripheral burning of cigarettes by an infrared technique, *Beitr. Tabakforsch. Int.*, 20: 257-264.

Norman A. (1999) Chapter 11B Cigarette Design and Materials, in TOBACCO Production, Chemistry and Technology B. Edited by Davis, D. L., and Nielsen, M. T, *CORESTA Blackwell Science Inc.*

Yamamoto, T., Umemura, S. and Kaneko, H. (1990) Effect of exogenous potassium on the reduction in tar, nicotine, and carbon monoxide deliveries in the mainstream smoke of cigarette. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 14: 379-385.

참 고 문 헌

- Abdallah, F. (2003) RECON's new role, *Tobacco Reporter* 5: 58-61.
- Baker, R. R. (1975) The formation of the oxides of carbon by the pyrolysis of tobacco, *Beitr. Tabakforsch. Int.* 8: 16-27.
- Baskevitch, N.(1986) Use of reconstituted tobacco for cigarette design, *2nd International Tobacco Conference* 19-21.
- Browne, C. L., Keith, C. H., and Allen, R. E. (1980) The effect of filter