

## 제지식 판상엽으로 제조된 권련에서 연소점 온도 내림이 CO의 생성과 이행에 미치는 영향

김대종\*, 송태원, 이문수<sup>1</sup>, 제병권<sup>1</sup>  
태아산업(주), 한국인삼연초연구원<sup>1</sup>  
(1997년 5월 19일 접수)

## The Formation and Deliveries of CO in Reconstituted Tobacco Leaves by Decreasing of Combustion Temperature

Kim\*, D.J., T.W. Song, M.S. Rhee<sup>1</sup> and B.K. Jeh<sup>1</sup>  
Tae-A Industry, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute<sup>1</sup>  
(Received May 19, 1997)

**ABSTRACT** : Deliveries of tar, nicotine, CO and CO<sub>2</sub> in main stream smoke decreased as the potassium salt content of reconstituted tobacco leaves increased. The peak temperatures of the central region of a burning cone during a puff was in the range 940°C~430°C by IR thermal video system. The exogenous potassium salt contents influenced the reduction of carbon-monoxide delivery through a decrease in the peak temperature of the burning cone. Consequently, the amount of CO formed in the combustion process was reduced by potassium salt. Moreover, the temperature of the burning cone was lowered, and the CO formed from carbonaceous reduction was decreased.

**Key words** : carbon monoxide delivery, potassium salt, temperature of burning cone, reconstituted tobacco

최근 담배의 유해론이 심화 되면서 담배 산업이 지향하고 있는 추세는 저니코틴, 저탈의 순한 담배 제조와 CO등 기체상 성분의 감소로 덜 해로운 담배를 제조하는 경향으로 추진되고 있다.

담배의 연기성분 이행에 영향을 주는 주요인자는 잎담배의 품종, 담배의 팽화, 판상엽 배합, 필터에 의한 여과, 톱페이퍼에 의한 공기 희석, 그리고 첨가제의 영향등을 들수 있다 (Baker, 1977). 또한 권련에서의 연소온도는 연기성분의 생성과 이행량에도 깊은 상관성이 있는 것으로 알려져 있으며, Baker (1980) 보고에 의하면 담배 연소시 CO의 생성은 열변성(thermal decomposition)에 의해 30%, 연소(combustion)시 36%, 그리고 CO<sub>2</sub> 환원(carboneous reduction)에 의해 23%가 생성 된다고 하였다.

이와같이 열 변성과 연소시 발생되는 CO는 담배의 연소에 의한 필연적 과정으로 볼수있고 다만 담배에서 CO를 줄일수 있는 실용적인 방법으로는 CO<sub>2</sub> 환원에 의해 CO를 감소시키는 방안이 제시되었다 (Yamamoto,1989).

이와 관련된 연구로는 Mattina (1984)에 의해 organic potassium 염 첨가에 의한 CO 이행량 변화에 대한 보고가 있고, Yamamoto (1990)등은 potassium 첨가로 연소점 온도를 내렸을 때 나타나는 주요 현상은 CO 이행량 변화이었는데 이것은 carboneous reduction에 기인 한다고 하였다.

또한 Piriou (1993)는 담배 연소와 organic potassium 과의 상관 관계성 연구에서 연소 조건과 연기성분 이행 현상에 대하여 실용적인 제안을 한바

\* 연락 저자 : 306-070, 대전광역시 대덕구 읍내동 450-11, 태아산업(주)

\* Corresponding Author : TAE-A Industrial Co.,LTD, 450-11 Eupnae-Dong Daedok-Ku, Taejon 306-070, Korea.

있다. 우리나라에서는 안 (1995)등이 potassium염 첨가로 연기성분 이행량 변화를 조사한 연구도 있다.

위 연구들에 대해 종합적으로 살펴보면 potassium 함량 증가에 따라 연기중 CO 이행량 감소가 나타났고, 그것은 연소시 연소 온도가 낮아져서 carbonaceous reduction rate가 줄어드는 현상으로 설명하고 있다.

권련에서 연소온도는 위에 예시한 항목 이외에도 많은 연구자들에 의해 측정 되어 왔는데 문헌상 최초의 보고로서는, Lam (1955)이 887 °C, Touey (1957)는 884 °C, Muramatsu (1972)는 882 °C까지 측정 하였으며 McRae (1986)에 의해서는 적의선 온도 영상 장치로 910 °C까지 측정 한 바가 있다. 또한 Baker (1987)보고에 의하면 담배 연소시 고체상의 온도는 910 °C, 기체상의 온도는 660 °C ~ 670 °C범위에 있음을 밝히고 이들의 온도 차이에 대해서 보고한 바 있다.

이와같이 많은 연구자들에 의해서 권련의 연소온도를 측정 한 보고가 있으나 담배의 종류, 측정기제, 그리고 측정부위에 따라서 약간의 차이가 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 원료 잎담배의 물리적 특성변화에 따른 연기성분 이행량의 편차를 감소시키고, potassium염 첨가가 용이한 제지식 판상엽으로 권련을 제조하여 potassium염 첨가에 따른 연소점 온도 내림 현상과 연기성분 이행현상을 조사하고 그에 따른 실용화 방안을 모색하기 위해 연구를 수행 하였다.

### 재료 및 방법

**시 료.** 본 연구에 사용된 판상엽은 제지식 판상엽 (R.T.L: Reconstituted Tobacco Leaves)을 사용 하였으며, 연소온도 측정은 Compact thermo video system (일본,Avio Co.)을 사용 하였고, derivative thermogravimetry(DTG) 곡선은 TA-Instrument 2200 system (미국,Dupont Co.)을 사용 하였으며 연기 성분 분석은 four channel automatic smoking machine (독일,Heiner Borgwaldt)으로 분석 하였고 CO는 C21 (독일,Heiner Borgwaldt)로 분석 하였다.

**방법.** 본 연구에 사용된 제지식 판상엽의 제조 공정과 원료 구성비는 Table 1, Table 2와 같다.

각 제조공장에서 담배 제조시 생출되는 부산물 즉, 황색종주맥, 버어리종주맥, 잎줄기, 잎부스리기 등을 Table 2와 같이 구성된 비율로하여 몰과 혼합한후 섬유소와 추출물로 분리하였다.

분리된 섬유소는 제지공법에 의해 sheet로 성형되며 추출물은 정제, 농축되어 성형된 sheet에 다시 첨가하여 제지식 판상엽을 제조하였다.

Table 1. Manufacturing process of RTL

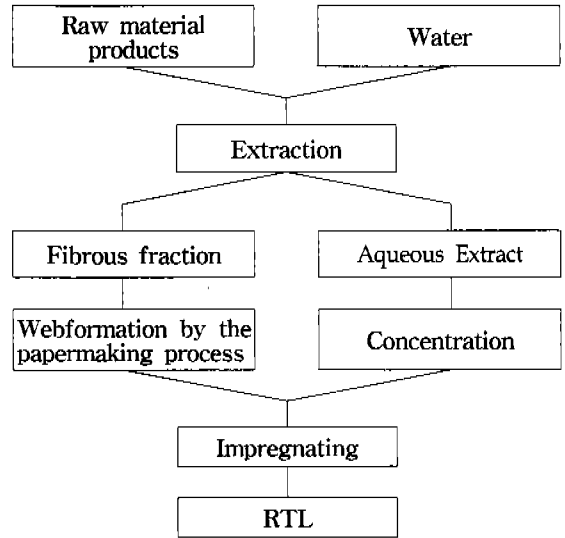


Table 2. Raw material composition of reconstituted tobacco used in this experiment

unit : %(w/w)

Flue-cured stem	Burley stem	Sliver	Scrap	Dust	Pulp
28	42	12	6	4	8

- Additives
- Sheet tobacco flavor : 0.52%
- Glycerin : 1.0%
- Propylene glycol : 1.0%
- Potassium sorbate : 0.1%

본 연구에서는 추출된 농축액 (C.E.L: Concentrated Extractable Liquor)에 potassium염을 농도별로 첨가하여 시험 제품을 제조 하였으며 potassium염 첨가비는 potassium으로서 제품의 무게비율로 1%, 3%, 3.5%, 5%, 7%로 하였다.

제조된 판상엽 시험 제품을 폭 0.9 mm로 절각한후, 3.0/37,000d 아세테이트 필터, 기공도 35CU의 권련지에 무천공 톱페이퍼를 사용하여 길이 84mm (양절 60mm + 필터 24mm), 둘레 24.5mm 권련에 각초를 0.75 ± 0.05 g 씩 수권상기 (Privileg)로 판상엽 권련을 제조하였다.

제조된 권련은 28 °C, RH 45%의 항온항습기 (대일 엔지니어링)에서 24시간 조화시킨후 연기성분을 분석 하였다.

**결과 및 고찰**

Potassium염을 2.0%농도로 수용액을 조제한후 제지식 판상엽 표면에 spray하여 연기성분 이행량 변화에 대한 시험제품 분석 결과는 Table 3 에서 보는 바와 같다.

Potassium 첨가량의 증가에 따라 tar, nicotine, CO 및 CO<sub>2</sub>의 이행량이 감소 하는것을 알 수 있다.

Potassium 3.0% 첨가했을 경우 대조구에 비해 tar 은 11.7 mg에서 8.9 mg로 24%정도 감소하였으며, CO 는 20.8 mg에서 15.2 mg로 27% 감소하였다. 또한 5.0%첨가시 Tar은 32.5%, CO는 42%가 각각 감소하였다.

특히 tar보다도 CO의 감소경향이 큰 것으로 나타나 CO/Tar의 ratio가 대조구에서는 1.78에서 potassium 3.0% 첨가시 1.71, 그리고 5.0% 첨가시에서는 1.52로 나타났다. 또한 CO<sub>2</sub>/CO의 ratio가 대조구 2.40에서 potassium 3.0% 첨가시 2.93, 5.0% 첨가시 3.66으로 증가하고 있음을 알수 있다. 이러한 결과는 potassium염 첨가에 의해서 CO<sub>2</sub>에서 CO로 환원되는 비율이 감소되어 상대적으로 CO<sub>2</sub>의 농도 증가에 기

인 되는 것으로 생각 된다. 즉 CO의 생성량과 이행량이 상대적으로 감소됨을 알수 있다. 이러한 결과는 Yamamoto (1989)등이 황색종 담배에서 얻은 연구 결과와 잘 일치하고 있다.

위의 실험 결과를 근거로 실제 판상엽 제조 공정 중에 적용키 위하여 potassium염을 추출농축된 용액 (C.E.L)에 첨가한후 성형된 sheet에 주입하여 제조한 제지식 판상엽을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

이 표에서도 앞의 실험 결과와 같이 potassium 첨가량의 증가에 따라 tar, nicotine, CO의 이행량은 감소하였으며 potassium 3.0% 첨가시 대조구에 비해 tar는 8.8 mg에서 7.8 mg로 11%감소하였고, CO는 15.9 mg에서 13.3 mg로 16% 감소하였으며 5.0% 첨가시 tar 은 55%, CO는 66%가 감소되어 역시 실제 제조 공정중에서도 potassium 첨가량 증가에 따라 tar, nicotine, CO의 이행량이 감소 하였다.

Potassium염을 첨가한 제지식 판상엽의 연소온도를 Thermal Video System으로 측정한바 Fig.1.에서 보는바와 같이 연소온도 범위가 940 °C ~ 430 °C로 나타났다으며 흰색 부위온도는 943 °C, 붉은색부위 온도는 687 °C 그리고 파란색부위 온도는 431 °C로 측정

Table 3. Effect of organic potassium salt Sprayed in the reconstituted tobacco on smoke components deliveries

Potassium added % (w/w)	Puff count	TPM	Smoke Components (mg/cig)				CO/Tar	CO <sub>2</sub> /CO	CO/TPM
			Tar	Nicotine	CO	CO <sub>2</sub>			
None	7.0	12.13	11.7	0.43	20.8	50.0	1.78	2.40	1.71
1.0	6.6	10.50	9.7	0.42	17.1	48.4	1.76	2.83	1.70
3.0	6.2	9.30	8.9	0.40	15.2	44.5	1.71	2.93	1.81
5.0	6.2	8.25	7.9	0.35	12.0	43.9	1.52	3.66	1.64
7.0	5.7	8.02	7.7	0.32	10.4	38.1	1.35	3.67	1.30

\* Potassium salt was sprayed on the reconstituted tobacco.

Table 4. Effect of organic potassium salt on smoke-components deliveries\*

Potassium added % (w/w)	Puff count	TPM	Smoke Components (mg/cig)			CO/Tar	CO/TPM
			Tar	Nicotine	CO		
None	6.4	8.55	8.8	0.25	15.9	1.81	1.86
1.0	6.2	8.06	8.3	0.24	14.7	1.77	1.83
3.0	6.2	7.59	7.8	0.21	13.3	1.70	1.76
3.5	6.2	5.94	6.1	0.16	9.7	1.59	1.64
4.0	6.1	4.58	4.7	0.12	6.9	1.46	1.51
5.0	6.0	3.80	3.9	0.10	5.4	1.39	1.43

\* The basis sheets were impregnated with concentrated extract liquor containing potassium salt.

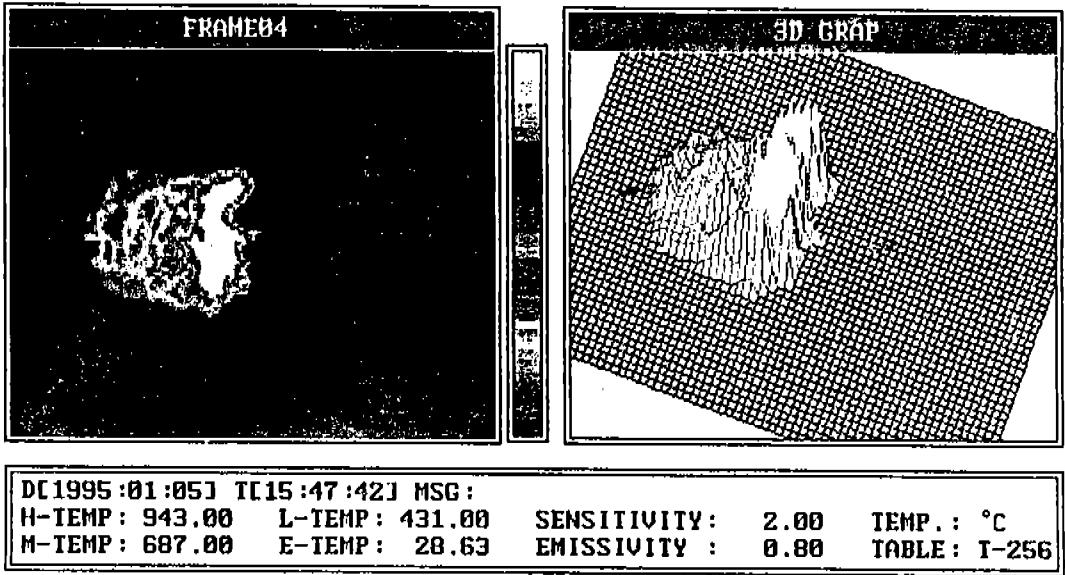


Fig. 1. Peak temperature of burning cone during a puff of the reconstituted tobacco leaves.

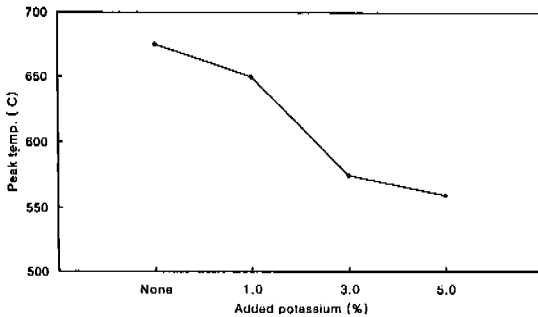


Fig. 2. Effect of exogenous potassium salt on the combustion peak temperature.

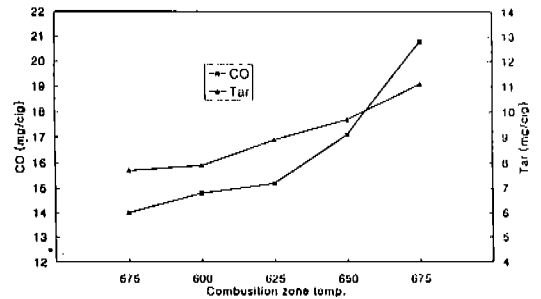


Fig. 3. Relationship between combustion peak temperature and carbon monoxide delivery.

되었다.

Potassium 첨가량 변화와 연소점 온도 변화는 Fig. 2.에서 보는바와 같이 potassium 첨가량 증가에 따라 연소점 온도는 감소하는 경향으로 분석되었으며 potassium을 첨가하지 않은 대조구 제품의 연소점 온도는 675 °C, potassium 3.0% 첨가시는 575 °C로 100 °C의 온도를 줄일수 가 있었다. 이러한 연소점 온도내림은 Yamamoto (1990)등이 potassium염을 2.5% 첨가하였을 때 40°C의 연소점 온도 내림 연구 결과 보다도 더 낮은 온도 내림을 달성 할수 있었다. 이러한 결과는 잎담배의 종류에 따라서 potas-

sium 첨가에 따른 연소점 온도 내림현상이 차이가 있음을 시사하고 있다. 이러한 연소점 온도변화는 연기중의 CO, tar 이행량과도 깊은관계가 있으며 따라서 연소점 온도감소에 따른 CO, Tar 이행량 변화는 Fig. 3과 같다. 675 °C에서 CO는 21 mg, tar는 11 mg, 575°C에서는 CO가 14 mg, tar은 8 mg으로 연소점 온도 감소에 따라 CO, tar 이행량이 크게 감소하는 것으로 나타났으며 tar보다도 CO의 감소경향이 더 큰 것을 알수 있다. 이는 Yamamoto (1990) 등이 실험한 잎담배의 exogenous나 endogenous potassium 함량이 증가했을 때 연소시 연소온도가

낮아져 담배 연기에서 생성되는 tar, nicotine, CO의 이행량이 감소한다는 연구 결과와 일치하였다.

Potassium 첨가량 증가에 따른 tar, nicotine, CO의 감소율은 Fig. 4에서 보는바와 같이 3% 첨가시 tar는 23%, nicotine은 7%, CO는 27%가 감소하였으며 potassium 첨가량 증가에 따라 연기성분 이행량 감소율이 큰 것으로 분석되었다.

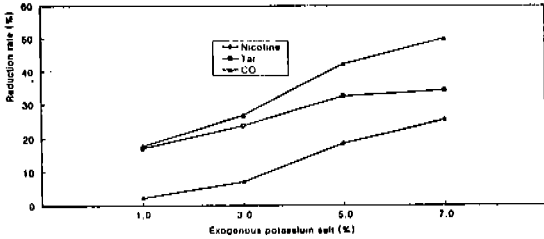


Fig 4. Effect of exogenous potassium salt on the smoke combustion reduction rate.

이와같이 potassium 첨가량에 따른 연소점 온도 및 연기성분 이행량 변화는 TA Instrument 2200 system을 이용한 DTG곡선에서도 확인 할 수 있었다. Fig. 5, Fig. 6에서 보는바와 같이 N<sub>2</sub>를 carrier gas로 사용하였을때에는 potassium salt 첨가에 관계없이 유사하게 나타났으나 carrier gas를 공기로 사용하였

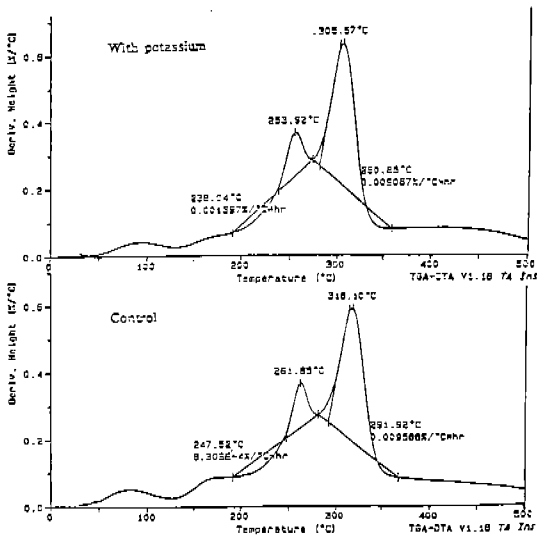


Fig 5. DTG curves of reconstituted tobacco with and without potassium salt additives in the N<sub>2</sub>

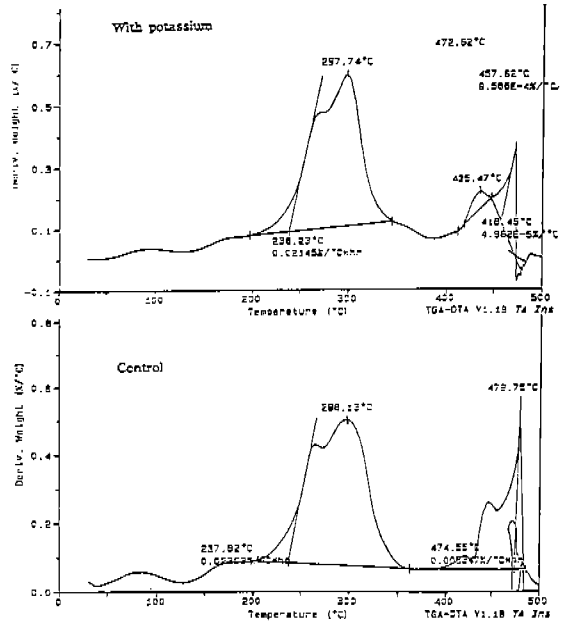


Fig. 6. DTG curves of reconstituted tobacco with and without potassium salt additives in the air.

을때는 300 °C에서 연소후 잔유물량이 대조구 0.5%에서 potassium 첨가한 제품은 0.6%가 각각 발생되었다.

이러한 일련의 결과로부터 제지식 판상염으로 제조된 권련에서 potassium염 첨가는 연소점 온도 감소에 따른 CO 발생량의 감소와 tar, nicotine등의 연기 성분들을 실용적으로 감소시킬 수 있는 방안임을 확인하였다.

이러한 결과는 Kazuyo (1980)등이 연구한 담배 연기에서 CO 감소에 대한 알칼리염의 영향에 관한 보고에서 알칼리염 첨가와 첨가하지 않은 담배의 DTG 곡선은 연소후 잔유물량이 600°C에서 대조구는 8.6%, alkali metal첨가는 13.4%가 발생된다는 연구 결과와 일치하였다.

### 결 론

제지식 판상염에 potassium염을 첨가하여 연소점의 기체상 온도 내림 현상을 측정하였다. 연소점의 기체상 온도는 940°C ~ 430°C 범위에 있었으며 potassium을 판상염무게비로 3.0% 첨가시 100°C의 온도 내림이 가능 하였다. 연기성분 이행량 변화는 3.0%첨가시 total particulate matter(TPM)은 11%, CO는 16%, tar은 11%, nicotine은 16% 감소하였고 CO/tar의 ratio도 1.81에서 1.70으로 줄일 수 있었으며 CO<sub>2</sub>/CO의

ratio가 증가한 것은 CO<sub>2</sub> 환원에 의해 CO이행량이 적었기 때문인 것으로 판단하였다. 또한 potassium 염을 첨가한 제품이 연소후 잔유물량이 더 많이 발생되어 연기성분으로 이행되는 량을 실제적으로 감소시킬 수 있는방안임을 확인 하였다.

### 참 고 문 헌

1. An, K. Y., Kim, C. S (1995) Effect of exogenous potassium on the reduction in tar, nicotine and CO deliveries in the mainstream smoke of cigarettes. *J. Korean Soc. Tob. Sci.* 17: 62-67.
2. Baker, R. R. (1980) Mechanisms of smoke formation and delivery. *Recent Advances in Tob. Sci.* p. 184-224.
3. Baker, R. R. (1987) A review of pyrolysis studies to unravel reaction steps in burning tobacco. *J. Analytical and Applied Pyrolysis* 11: 555-573.
4. Baker, R. R. (1977) Combustion and thermal decomposition regions inside a burning cigarette. *Combust. Flame(Lond)* 30: 21-32.
5. Kazuyo Kaneki, Masao Matsukura, Yoshiaki Ishizu (1980) Role of alkali metals in reduction of carbon monoxide in mainstream smoke. CORESTA Conference(Abstr), Copenhagen, Denmark.
6. Lam, J. (1955) Measuring temperature during combustion in cigarette, cigarillos, cigars, and pipes. *Acto Pathel. Microbiol. Scand.* 36: 503-500.
7. Mattina, C. F., and W. A. Selke (1984) Tobacco composition for smoking; patent FR2,527,055 [Chem. Abstr. 100.NO.83004m]
8. McRae, D. D. (1986) Assembly and calibration of an infra-red thermal imaging system for the study of temperature distribution in cigarette coals. CORESTA symposium (Abstr.) Taormina, Italy.
9. Muramatsu, M., Y. Obi, T. Fukuzmi and T. Keil (1972) Influence of continuous puff velocity on combustion rate, temperature and temperature distribution of cigarette. *J. Agric. Chem. Soc. Japan* 46: 569-5759.
10. Piriou, N. (1994) Correlation between the burn rate the delivery of a tobacco according to its chemical composition and in particular, its organic potassium content. CORESTA conference (Abstr.) Zimbabwe.
11. Touey, G. P. and R. C. Mumpower II (1957) Measurement of the combustion zone temperature of cigarettes. *Tob Sci.* 1: 33-37.
12. Yamamoto T., Y. Suga, K. Kaneki and H. Kaneko (1989) Effect of chemical constituents on the formation rate of carbon monoxide in bright tobacco. *Beit. zur Tabakforschung* 14: 163-170.
13. Yamamoto, T., S. Umemura and H. Kaneko (1990) Effect of exogenous potassium on the reduction in tar, nicotine, and carbon monoxide deliveries in mainstream smoke of cigarette. *Beit. zur Tabakforschung* 14: 379-385.