

국내외 제품담배의 tar, nicotine 및 vapour phase 이행량 비교

김정열* · 신창호 · 김종열

한국인삼연초연구원

(1998년 12월 9일 접수)

The comparative analysis of smoke components delivered from cigarettes

Chung-Ryul Kim*, Chang-Ho Shin and Jong-Yeol Kim

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute

(Received December 9, 1998)

Abstract : A comparative study of major brands of domestic and imported cigarettes saled in market has been conducted. The total amounts of total particulate matter(TPM), tar and nicotine delivered from cigarettes, as well as the amounts of tar, nicotine in puff by puff were determined in the mainstream smoke of 6 brands. In addition, the relative amounts of vapour phase in 3rd puff smoke were determined. Results showed that the amounts of TPM and tar delivered from domestic brands were similar to the imported brands and the amounts of total nicotine delivered from domestic brands were higher than those of imported brands. As the domestic cigarettes nicotine/tar(N/T×100) ratio was 9.5-10.3, the imported one's was 5.6-8.1. However, the amounts of tar and nicotine in puff by puff for the domestic brands were lower than those of the imported cigarettes and the relative amounts of vapour phase in 3rd puff smoke for the domestic cigarettes were lower than those of the imported cigarettes.

Key words : Tar, nicotine, puff by puff, vapour phase

오늘날의 담배산업은 유해론의 확산으로 광고의 제한, 흡연 장소의 제한, 세금인상 및 담배 연기성분 이행량 규제라는 어려운 난제들에 직면하고 있다(일본 후생성, 1993; Robinson, 1997). 특히 중요한 것은 제품 담배의 tar 이행량에 관한 규제이다. Tar 이행량 규제란 담배의 최대 tar 이행량을 제한하는 법률의 제정으로 각국의 정부가 법제화하고 있다. EU회원국에서는 1997년까지만 해도 EU 규약에 의하여 최대 15mg/cig.으로 제한하였으나 1998.1.1 이후 모든 제품의 tar 함량을 12mg/cig.

이하로 제한하였으며 걸프 연안국들은 1987년 부터 12mg/cig.으로 제한하다가 1995년 부터는 tar 10mg/cig., nicotine 0.6mg/cig.으로 규제하고 있다(Shepherd and Taylor, 1997; 임광수, 1998). 앞으로 2000년까지는 더 많은 국가에서 최대 tar 및 nicotine 이행량을 일정량 이하로 규제할 추세이다. 애연가의 기호 추세 역시 건강에 대한 관심이 높아지면서 저탈 저 니코틴화되고 있어 전세계적으로 12mg 이상의 제품이 1990년에는 97% 수준이었으나 95년도에는 89%로 감소되었고 12mg 이하의

* 연락저자 : 305-345, 대전광역시 유성구 신성동 302번지, 한국인삼연초연구원

* Corresponding author : Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 302 shinseong -Dong, Yusong-Ku, Teajon 305-345, Korea

제품은 같은 기간에 3%에서 11%로 높아져 제조담배의 tar 및 nicotine 함량은 계속 낮아지는 경향에 있다. 또한 1981년에 산업안전보건법을 제정하고 1990년에 이를 전면 개정하여 시행되고 있는데 오늘날 산업현장에서 흔히 사용되고 있는 587종의 유해물질(정규철, 1995)중에서 담배의 연소로 생성되는 vapour phase 성분에 이런 종류의 화합물이 많이 포함되어 있는 것으로 알려져 있으며 국내외적으로 법제화가 강화되고 있는 추세에 있다.

그러므로 앞으로의 담배 개발은 저타르 저니코틴화 추세와 tar 및 유해물질의 이행량 규제에 부응하면서 제품에 대한 소비자의 흡연 만족감을 가능한 한 최고의 수준으로 유지시켜야 할 필요성이 있다. 그러나 국내 원료 잎담배의 특성을 보면 미국산에 비하여 nicotine 함량은 높고 향긋미 성분과 관련이 있는 에텔 추출물 함량은 낮아 연기 성분 중 tar에 대한 nicotine 비율이 일반적으로 높은 수준이다. 담배 연기성분중 nicotine은 킁미 강도와 관계가 있으며, tar에는 smoke aroma와 taste에 관련있는 화합물들이 그리고 vapour phase 중에는 목자극 화합물 및 유해성분들이 많이 포함되어 있는 것으로 알려져 있지만 이들 화합물의 이행을 제거시키면 담배로서의 가치를 느낄 수 없을 것이다. 담배 맛은 이들 화합물의 적절한 조성에 의하여 발현되기 때문에 국내 원료 잎담배의 특성을 고려할 때 제품은 연소성을 향상 시켜 puff수를 줄이고 puff당 연기성분 이행은 높여 주어야 할 것이다. 본 연구에서는 이러한 목적의 일환으로 국내 제품의 tar 및 nicotine 이행량과 puff 별 이행량 그리고 vapour phase 이행량을 외국 제품과 비교 국내 제품의 연기성분 이행 패턴 현황을 파악코저 하였다.

재료 및 방법

제품담배 물성은 Filtrona QTM 15를 이용하여 분석하였으며, tar 및 nicotine 이행량은 담배 성분 분석법(김찬호등, 1991)에 따라 시료 담배를 선별한 다음 온도 $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 상대 습도 $60 \pm 5\%$ 에서 조화시킨후 자동흡연장치(Heinr borgwaldt, RM20)를 사용하여 CORESTA 표준조건하에서 연소시켜 분

석하였다. Puff별 연기성분 이행량은 1st-2nd, 3rd-4th와 같이 2 puff씩의 연기를 Cambridge 필터에 포집하여 분석하였으며, vapour phase 성분 분석(Hensley and Phillips, 1992)은 각 제품 담배를 선별한후 흡연장치를 이용하여 연소시켜 이중 3rd puff를 gas sampling loop에 포집한 다음 GC/MS에 일정량의 vapour를 주입 각 성분을 분석하였다. 분석 조건은 다음과 같다.

GC Conditions (Hewlett-Packard 5890 Series II Gas Chromatograph)

Column : capillary, 50m X 0.32mmID Poraplot Q Plot

Carrier gas : Helium at 13 p.s.i.

Oven temperature:

Initial temperature 40°C

Initial time 1.0 minute

Program rate 45°C

Final time 0

Ramping rate A $5^\circ\text{C}/\text{min}$

Final temperature A 205°C

Final time A 1 minute

Program rate B $45^\circ\text{C}/\text{min}$

Final time B 250°C

Final time B 15minutes

MS transfer line temperature 250°C

Mass Spectrometer(Hewlett-Packard 5971 MSD with DOS Chemstation)

Scan range 15 - 550 a.m.u.

결과 및 고찰

제품담배의 연기성분 이행량

국내 시판되고 있는 담배중 점유율이 비교적 높은 제품들을 구입하여 필터 특성을 cellulose acetate, carbon dual 그리고 slim 필터로 구분 이들 제품의 물리성을 분석하여 table 1에 제시하였다. Table 1를 보면 cellulose acetate 필터인 국내 제품 A는 공기 회석율이 51% 수준이었으며 수입담배인 미국제품 D는 공기 회석율이 46%였다. 제품 흡인 저항(EPD)은 A가 $143\text{mmH}_2\text{O}$, D는 $157\text{mmH}_2\text{O}$ 로 분석되었다. Carbon dual 필터 제품의 경우 국내제

국내외 제품담배의 tar, nicotine 및 vapour phase 이행량 비교

품 B는 공기 회석율이 44%, 제품 EPD 147 mmH₂O 이고 일본 제품 E는 공기 회석율이 41%, EPD가 126 mmH₂O였다. Slim 필터인 국내 제품 C는 공기 회석율이 52%, 미국 제품 F는 48%로 나타났고 제품 EPD는 176mmH₂O로 C와 F가 비슷하였다.

Table 1. Physical properties of cigarettes

Cigarettes	VR(%)	Pressure Drop(mmH ₂ O)	
		UPD	EPD
Mono Filter			
Domestic "A"	51±2.2	92±1.8	143±2.8
Foreign "D"	46±1.6	108±1.8	157±2.3
Dual Filter			
Domestic "B"	44±2.0	105±2.1	147±2.0
Foreign "E"	41±2.4	87±3.0	126±4.8
Slim Type			
Domestic "C"	52±5.0	104±8.7	176±10.2
Foreign "F"	48±2.5	107±5.1	176±8.9

이들 제품의 TPM(total particulate matters), tar 및 nicotine 이행량을 분석하여 table 2에 나타냈는데 우선 TPM량은 A가 7.13 mg/cig., D 7.86 mg/cig., B 8.28 mg/cig., E 7.89 mg/cig., C 8.65 mg/cig., F가 8.13 mg/cig.으로 7~8 mg/cig. 수준이었으며 본당 tar 이행량은 A가 6.5 mg/cig., D 7.44 mg/cig., B 7.6 mg/cig., E 7.3 mg/cig., C 7.8 mg/cig., F 7.6 mg/cig.으로 필터 특성에 관계없이 비슷한 이행량을 보여주고 있다. 그러나 본당 nicotine 이행량은 A

Table 2. Amounts of smoke components delivered from cigarettes

Cigarettes	TPM (mg/cig.)	Nicotine (mg/cig.)	Tar (mg/cig.)	N/T ratio (%)	Puff No.
Mono Filter					
Domestic "A"	7.13	0.62	6.51	9.5	8.5
Foreign "D"	7.86	0.42	7.44	5.6	7.6
Dual Filter					
Domestic "B"	8.28	0.72	7.56	9.5	8.6
Foreign "E"	7.89	0.59	7.30	8.1	7.3
Slim Type					
Domestic "C"	8.65	0.81	7.84	10.3	9.0
Foreign "F"	8.13	0.57	7.56	7.5	7.9

제품이 0.62 mg/cig., D 0.42 mg/cig.이었으며 carbon dual 필터 제품인 B가 0.72 mg/cig., E 0.59 mg/cig.으로 tar 이행량은 제품간에 비슷한 6~7 mg/cig.대였지만 nicotine 이행량은 국내 제품이 국외 제품보다 높게 나타났다. 또한 연기성분 중 nicotine/Tar비(N/T비)도 국내제품은 9.5~10.3을 나타내고 있으나 외국제품은 5.6~7.5로 낮은 수준을 보여주고 있다.

Puff 별 tar 및 nicotine 이행량

Puff별 tar과 nicotine 이행량을 분석하여 Fig.1~4에 나타냈다. Cellulose acetate 제품의 경우 국내 제품인 A의 tar 이행량은 1st-2nd puff에서 0.99mg, 3rd-4th puff 1.33 mg, 5-6th puff 1.71 mg, 그리고 7-8th puff에서 2.22 mg으로 분석되었고 외국 제품 D는 1st-2nd puff 1.22 mg, 3rd-4th 1.79 mg 그리고 5-6th puff에서 2.28 mg으로 puff수가 증가함에

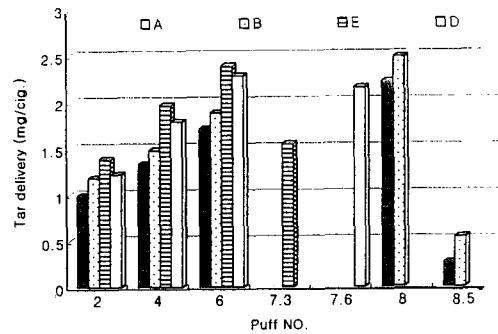


Fig. 1. Amounts of tar delivered from cellulose acetate mono and carbon dual filter cigarettes.

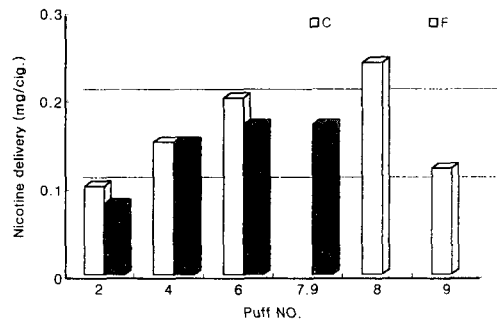


Fig. 2. Amounts of nicotine delivered from cellulose acetate mono and carbon dual filter cigarettes.

따라 이행량도 증가 되었다. Nicotine의 puff별 이행량은 A제품의 경우 1st-2nd puff는 0.08 mg, 3rd-4th puff 0.13 mg, 5-6th puff 0.17 mg, 7-8th puff 0.2 mg 수준이었으며 D는 1st-2nd puff 0.1 mg, 3rd-4th puff 0.15 mg 및 5-6th puff에서 0.16 mg으로 tar 이행 패턴과 같이 puff수 증가에 따라 nicotine 이행량도 증가하는 경향이였다.

Carbon dual 필터 제품인 B 제품의 puff별 tar 이행량을 살펴보면 1st-2nd puff 1.18 mg, 3rd-4th puff 1.48 mg, 5-6th puff 1.88 mg, 7-8th puff 2.48 mg 수준이었으며 E 제품은 1st-2nd puff 1.39 mg, 3rd-4th puff 1.97 mg, 5-6th puff 2.39 mg으로 분석되었다. 한편 nicotine의 puff별 이행량은 B 제품이 1st-2nd puff 0.09 mg, 3rd-4th puff 0.14 mg, 5-6th puff 0.19 mg, 7-8th puff 0.24 mg을 E 제품은 1st-2nd puff 0.11 mg, 3rd-4th puff 0.14 mg, 5-6th puff 0.19 mg 수준으로 tar 및 nicotine의 puff별 이행량이 cellulose acetate 필터 제품에서와 같은 경향이였다. Slim 필터 제품인 C와 F의 puff별 tar 이행량은 C가 1st-2nd puff 0.96 mg, 3rd-4th puff 1.35 mg, 5-6th puff 1.92 mg, 7-8th puff 2.43 mg이고 F는 1st-2nd puff 1.24 mg, 3rd-4th puff 1.79 mg, 5-6th puff 2.16 mg, 7-7.9th puff 2.37 mg이었으며 nicotine 이행은 C 제품의 경우 1st-2nd puff 0.1 mg, 3rd-4th puff 0.15 mg, 5-6th puff 0.2 mg, 7-8th puff 0.24 mg, F 제품은 1st-2nd puff 0.08 mg, 3rd-4th puff 0.15 mg, 5-6th puff 0.17 mg, 7-7.9th puff 0.17 mg으로 분석되어 puff수가 증가할 수록 증가 되었다. 이렇게 puff수가 처음보다 나중으로 갈수록 tar 및 nicotine 이행량이 증가하는 이유는 여러 요인이 있겠지만 각초부의 각초가 연소되므로써 각초부 길이가 짧아져 각초 자체의 연기 성분 여과능이 감소되기 때문으로 생각된다.

아울러 제품별 본당 tar 이행량은 국내 및 외국 제품 모두 6~7mg대로 비슷한 수준이었으나 puff별 이행량은 국내 제품보다는 외국 제품에서 오히려 많이 이행되는 것으로 분석되었으며 총 nicotine 이행량은 국내제품인 A는 0.62 mg/cig., B 0.72 mg/cig., C 0.81 mg/cig.인 반면 외국 제품은 D는 0.42 mg/cig., E 0.72 mg/cig. 그리고 F가 0.57 mg/cig.으로 외국 제품보다 국내 제품의 nicotine 이행량

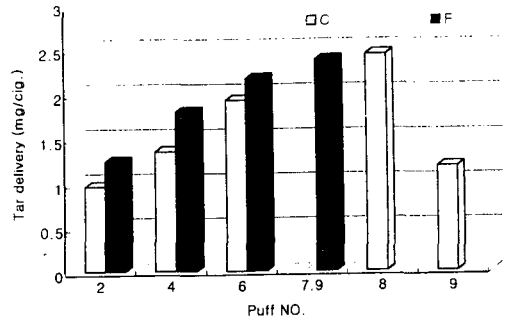


Fig. 3. Amounts of tar delivered from slim type filter cigarettes.

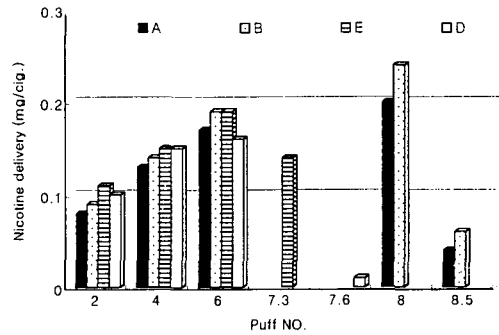


Fig. 4. Amounts of nicotine delivered from slim type filter cigarettes.

이 많은 것으로 분석되었으나 puff별 이행량은 반대로 국내 제품보다 외국제품에서 이행량이 많았다. 특히 4th puff tar 이행량을 비교하여 보면 A 제품은 1.33mg 수준이나 D 제품은 1.79mg으로 A 제품의 tar 이행량이 D 제품 이행량의 75% 수준으로 분석되었는데 이는 puff별 연기 성분량은 상대적으로 적은 반면 intensity는 강함을 나타내 준다고 볼 수 있다. 또한 국내 제품은 외국제품과 비교 시 puff별 tar 및 nicotine 이행량은 적음에 비하여 본당 tar 이행량은 비슷하고 본당 nicotine 이행량은 오히려 많게 분석된 것은 puff 수가 국내 제품이 외국 제품보다 1~2 puff 많기 때문이다. 연소 시 국내 제품에서 puff수가 많은 원인은 국내 앞담배의 경우는 외국 원료 앞담배에 비하여 고비중이며 엽중 nicotine 함량이 높아 연소성이 좋지 않기 때문이다(박태무 등, 1997).

Puff당 vapour phase 성분 이행량

국내외 제품담배의 tar, nicotine 및 vapour phase 이행량 비교

각 제품담배의 puff당 성분 이행량 실험은 재현성이 높고 전체 vapour phase 이행 패턴과 가장 유사하다고 알려진 3rd puff의 연기를 포집 gas sampling loop를 이용하여 GC/MS에 주입시켜 각 vapour phase 성분 이행량을 분석하였다. Carbon dual 필터 제품인 E 제품의 vapour phase 각 성분 면적을 100으로 하여 A, B, C, D 및 F 제품의 이행량을 상대적량으로 table 3에 나타냈다. Cellulose acetate 제품으로 국내 제품 A와 외국 제품 D를 비교하면 acetaldehyde 경우 A 제품은 13.6, furan 47.9, dimethyl furan 65.0등 분석된 전 성분에서 대체적으로 E 제품 vapour phase 이행량 100에 대해 상대적으로 14~65 정도를 나타내고 있고,

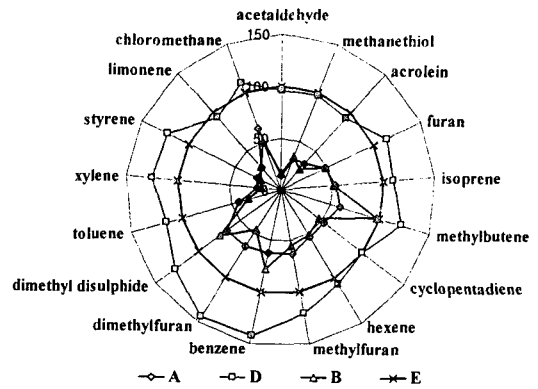


Fig. 5. Comparison of relative vapor phase of domestic and imported cigarettes.

Table 3. Relative amounts of vapour phase delivered from cigarettes

Compounds	Cigarettes					
	A	B	C	D	E	F
Acetaldehyde	13.6	15.8	16.5	95.6	100	47.7
Methanethiol	32.2	34.3	24.5	97.3	100	48.3
Acrolein	33.5	26.4	10.9	93.1	100	48.2
Furan	47.9	48.2	33.5	113.3	100	61.2
Isoprene	53.0	51.2	41.6	109.4	100	65.5
Methylbutene	59.7	96.4	51.8	120.9	100	64.2
Cyclopentadiene	51.7	46.0	37.7	99.9	100	59.6
Hexene	54.1	51.3	39.9	106.6	100	63.2
Methylfuran	62.4	54.7	42.3	121.3	100	66.0
Benzene	61.4	77.5	40.1	142.4	100	88.1
Dimethylfuran	65.0	45.3	40.0	143.9	100	72.0
Dimethyl disulphide	65.1	73.4	58.9	126.7	100	85.9
Toluene	42.6	32.5	32.5	114.8	100	64.8
Xylene	22.9	18.8	19.6	125.0	100	51.2
Styrene	25.4	21.8	20.4	122.2	100	47.3
Limonene	28.2	29.9	19.2	92.6	100	45.5
Chloromethane	63.1	49.6	41.2	109.9	100	53.7

* Results were obtained by sampling 3rd puff of each cigarette into gas sampling loop and introducing vapours onto GC/MS for analysis.

D 제품은 acetaldehyde 95.6, furan 113.3, dimethyl furan 143.9 수준으로 분석되었으며, 이들 이외의 성분은 대부분 100~126으로 나타났다. 각 vapour phase의 상대적 이행량을 비교하기 쉽게 도표화하여 Fig.5에 제시하였다. A 제품의 각 성분 이행량은 D 제품의 성분 이행량에 비하여 30~40% 수

준 정도이고, E 제품에 대해서도 40~50% 수준으로 상대적으로 적은 수치를 보여주고 있다. B 제품 역시 같은 경향으로 vapour phase 이행량이 적었다. Puff별 tar 이행량 분석 결과를 살펴보면 A와 B 제품의 4th puff에서의 tar 이행량 값은 D와 E제품에 비하여 약 75%의 수준으로 적게 이행되

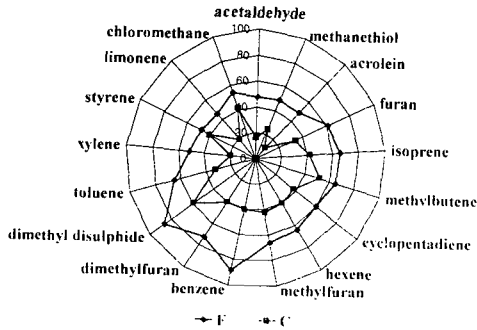


Fig. 6. Comparison of relative vapour phase of slim type cigarettes.

있는데 이러한 결과를 감안하여도 국내 제품 A와 B의 vapour phase 이행량은 외국 제품 D와 E 제품에 비하여 상당히 낮은 수준임을 알 수 있었다. Slim 필터 제품의 vapour phase 상대적 이행량을 도표화하여 Fig. 6에 제시하였다. 국내 제품 C의 vapour phase 이행량은 외국 제품 F에 비하여 cellulose acetate 및 carbon dual 필터 제품에서와 같이 역시 적은 값을 보여주고 있다.

결 론

국내 시판중인 제품으로 점유율이 높은 국내외 제품을 구입하여 필터 특성별로 분류 이들 제품의 본당 및 puff별 tar과 nicotine 이행량을 분석하였고 3rd puff의 vapour phase를 포집 분석한 결과 본당 tar and TPM 이행량은 국내외 제품이 비슷한 수준이나, 본당 nicotine 이행량은 국내 제품이 비교적 높으며 N/T 비도 국내 제품은 9.5-10.3으로 높게 나타난 반면 외국 제품인 D, E 및 F는 5.6-8.1로 낮았다. 그렇지만 puff별 tar 및 nicotine 이행량은 본당 tar 및 nicotine 이행량 결과와는 달리 국내제품 A, B 및 C보다 외국 제품 D, E 및 F가 높게 분석되었으며, 3rd puff vapour phase의 상대적 이행량 분석에서도 국내 제품 보다 외국 제품에서 높게 분석되었다.

이들 결과들로부터 분석한 국내외 제품의 tar 이행량은 비록 6-7mg/cig.으로 같은 수준의 이행량을 보여주고 있었지만 외국 제품은 puff당 tar, nicotine 및 vapour phase 성분 이행량은 국내 제품보다 많았으며 puff수는 1-2 적었으며, N/T 비

도 외국 제품에 비하여 높게 나타났다. 이는 국내 제품은 puff당 연기량이 외국 제품에 비하여 상대적으로 적고 짝미는 강하게 느껴진다는 사실을 의미한다고 볼수있다. 그러므로 제품담배를 저탈 저니코틴화 시키면서 흡연 만족감을 느끼게하기 위하여는 연소성을 개선시켜 puff수를 줄이고 puff당 연기량을 높여야할 필요성이 있다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국담배인삼공사의 출연 연구비(과제 연구비)로 수행되었으며 이에 감사의 뜻을 표합니다. 또한 제품 담배의 상대적 vapour phase 이행량을 분석해준 Eastman 관계자에게도 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 김찬호, 나효환, 박영수, 한상빈, 이문수, 이운철, 김용욱, 복진영, 안기영, 김용하, 백순옥, 장기철, 지상운(1991) 담배성분, 발행인 유광근, 제일문화사
- 박태무, 이운환, 안동명, 김상범, 김용규, 이경구 (1997) 원료 앞담배 품질분석 및 개선에 관한 연구, 담배연구보고서, 751-888
- 일본후생성(1993) 흡연과 건강, 흡연과 건강에 관한 보고서 제 2편, p23-186
- 임광수(1998) 제조담배 시장 동향과 제품개발, 담배인삼 경영정보, 12, p65-93
- 정규철(1995), 발행인 이용하, 신광출판사
- Hensley, J. L. and B. L. Phillips(1992) Automated analysis of vapour phase components I in cigarette smoke using GC/MS, *Recent Advances in Tobacco Science* 18, p177
- Robinson, J. H(1997) The nicotine addiction Issue: Why do people smoke?, *International Conference on tobacco science*, KOSTAS, Seoul, p13-29
- Shepherd, R. J. K and M.J. Taylor(1997) The opportunities for new filters in the developing low tar markets, *International Conference on tobacco science*, p79-90