

담배연기의 평가를 위한 새로운 계수

신영국* · 노동석 · 유광근

한국인삼연초연구소 깍연연구실
*충북대학교 자연과학대학 화학과

Quality Indexes for the Evaluation of Cigarette Smoke.

Young-Kook Shin,* Dong Sok Noh, and Kwang Kun Yu

Lab. of Smoking and Health,

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Seoul, Korea

* Dept. of Chemistry, Chungbuk National Univ., Cheongju, Korea

(Received Sept. 10, 1981)

Abstract

For evaluating the cigarette smoke quality of nonblended and commercial cigarettes, four modified smoke quality indexes were deduced from considering the reactivity of the thiol group in cystine (SH value) with the cigarette smoke constituents, and from the maximum limited contents of tar, nicotine, and carbon monoxide for the less harmful cigarettes. These results were discussed with respect to correlation coefficients between the indexes and tar/nicotine ratio which had been known reliable for smoke quality evaluation. Among the three indexes, the $SH/[(N/0.6) + (\frac{C+T}{8})]$ index was found to be the most reliable and applicable.

서 론

일반적으로 잎담배의 성분중 니코틴과 질소화합물들은 연기의 강한 맛(strength), 수지나 페놀류는 향긋미(aromaticity), 당, 전분, 옥살산등은 순한 맛(mildness), 그리고 회분과 시트릭산등은 자극성(sharpness)에 영향을 준다고 알려져 있다(17). 이에따라 잎담배의 품질을 나타내는 계수가 많은 연초과학자에 의하여 제안된 바 있다. 즉 Brucker(1)는 당, 전분, 옥살산, 탄닌과 수지등은 담배의 질을 높이는 요인으로, 회분과 질소함유화합물등은 담배의 질을 저해하는 요인으로 생각하고 이들간의 상대적인 비로써 잎담배의 품질을 평가하였다. Conlson(2)은 잎담배의 품질을 높여주는 당과 저해하는 니코틴과의 비 즉 당/니코틴의 비가 커지면 연기의 순한 맛이 증진된다고 제안하였다.

그러나 제조된 담배의 연기에 대한 평가는 깍연가가 느끼는 맛 뿐만 아니라 인체에 대한 유해성 즉 '깍

연과 건강'이라는 문제가 대두되면서 덜해로운 담배의 제조가 강조되기 시작하였다(4, 8, 14). 그래서 Gori 등(6, 7, 8)은 연기성분 중 가장 유해한 6가지 화합물 즉 니코틴, 탈, 일산화탄소, 산화질소, 시안화수소, 아크롤레인에 대한 동물실험을 통하여 권련한 본의 최대허용 한계값을 설정하고 이 한계값을 초과하지 않는 담배의 제조를 강조하였다.

이에따라 Wynder와 Hoffmann(20)은 담배 연기의 질을 평가하는 방법으로는 탈/니코틴의 값이 10~12일때가 가장 좋다고 제안하였다. 또한 Testa와 Joigny(16) 및 Gaisch와 Nyffeler(5)는 담배 연기성분 중 여러가지 유해성분들을 감안하여 종합적으로 담배연기의 질을 평가하는 방법을 처음으로 제안하였다. 그들은 cysteine의 SH-group과 연기 중의 aldehydes (3, 13, 18), activated double bond compounds (10, 11, 12, 15), nitric oxide (9, 19) 등과의 반응성을 이용하여 fresh smoke의 질을 평가하는 계수를 구하는

방법을 제안하였다.

그러나 cysteine은 반응용액의 pH, 온도, 용매에 따라 연기성분들과 반응할 수 있는 정도가 다르므로 좀더 많은 화합물들과 반응할 수 있는 최적조건을 찾아낸 다음, 이 최적조건에서 단엽 및 상품담배에 대한 실험결과로써 먼저 SH-group의 반응성을 이용한 SH index를 작성하고, 또한 니코틴, 탈, 일산화탄소의 함량 및 Gori와 Hoffmann 등이 제안한 최대 허용한계값을 SH index에 보강하여 작성된 새로운 index들과 탈/니코틴과의 상관계수를 구하여 가장 타당성이 있고, 종합적으로 담배 연기의 질을 평가할 수 있는 새로운 index를 설정하고자 한다.

재료 및 실험방법

1. 재 료

권련 : 단엽담배는 1979년도산 황색종 (68종)과 버어리 (11종) 외산잎담배 (9종)를 70mm 양절담배로 권상하여 사용하였으며, 상품담배는 1980년도에 시중에서 구입한 15종을 그대로 실험에 사용하였다.

시약 : Cysteine (GR, Kanto)와 염화구리 (II) (Wako, EP)는 그대로 사용하였다.

2. 실험방법

연기중 탈, 니코틴의 정량 : CORESTA method No 10, 12에 의해서 단엽 및 상품담배에 대하여 실험하였다.

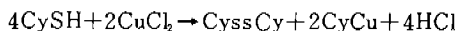
연기중 일산화탄소의 정량 : Automatic CO Analyzer (Filtrona, NDIR Type)에 의하여 단엽 및 상품담배

에 분석하였다.

연기포집 및 cysteine의 역적정 :

(1) 연기포집 : 자동탈포집장치 (Heiner Borgwaldt)에 cysteine용액 100ml (pH 4.50, 40°C, 10% ethanol)가 들어있는 두개의 gas washing bottle을 연결하여 담배 30분을 태워 연기를 포집하였다. 실험조건은 CORESTA method에 따라 실험시간 2초, 실험주기 60초, 실험부피 35ml로 하고, 풍초길이는 70mm 양절담배의 경우는 23mm, 상품담배의 경우는 필터길이가 15mm이하일때는 23mm, 20mm인 경우는 28mm, 24mm인 경우는 32mm로 하였다.

(2) cysteine의 역적정 : gas washing bottle에 포집된 연기성분들과 0.05N cysteine을 일정한 시간 동안 반응시킨후 반응용액의 25ml를 취하여 conductometer (U. S. A. Fischer, Auto-Titrimeter)에 의해서, 반응하지 않고 남아있는 cysteine을 0.05N CuCl₂ 용액으로 역적정하여 cysteine과 반응한 유해성분을 정량 분석하였다. 적정시 cysteine과 CuCl₂의 화학반응식은 다음과 같다.



결과 및 고찰

Cysteine과 연기성분들과의 최적반응조건을 찾기 위하여 pH, 온도, 용매효과를 실험한 결과는 표 1과 같다. 표 1에 의하면 담배연기성분과 반응하고 남은 cysteine의 양이 제일 적은 것이 염화구리(II)와 반응하는 정도가 제일 작을 것이므로 최적조건은 pH = 4.5, 온도는 40°C, 용매는 10%에탄올수용액이다.

Table 1. Reaction conditions of cysteine with smoke constituents

	pH			Temp		Solvents			Ethanol in water (%)		
	3.0	4.0	4.5*	20°C	40°C*	MeOH	EtOH*	0	10*	20	30
Consumed CuCl ₂	18.33	17.63	16.71	20.4	18.6	20.48	19.76	20.33	19.73	19.70	19.77

※ : Optimum conditions used in the rest of this study.

이 조건을 실험조건으로 단엽담배의 연기성분에 대한 실험결과중 대표적인 것 15가지만을 표 2에 나타내었다. 표 2의 SH값은 담배연기중의 카보닐화합물, 활성화된 이중결합화합물들과 반응하고 남은 cysteine을 염화구리(II)로 역적정하여 소모된 CuCl₂의 양을 바탕실험에 대한 백분율로 나타낸 값이다. 즉 SH값

이 크면 상대적으로 담배연기중의 카보닐화합물들의 유해성분이 적은 좋은 질의 담배라 할 수 있다. 그런데 니코틴과 탈(tar)의 함량은 연기의 질에 negative effect를 주므로 본모에 취하여 SH/N+T의 계수를 설정하여 보았으며 SH/N+T+C는 일산화탄소의 함량까지 고려하여 준 계수이다. 그러나 표

Table 2. Smoke quality indexes of some nonblended cigarettes

Nicotine (mg/cig)	Tar (mg/cig)	Carbon monoxide (mg/cig)	Quality indexes		
			A ^a	B ^b	C ^c
4.53	32.2	11.32	1.73	1.32	4.87
3.67	29.4	10.09	1.80	1.38	5.37
3.30	29.4	21.29	1.33	1.01	6.15
3.23	35.7	14.24	2.05	1.53	6.88
2.58	36.5	19.71	1.87	1.06	7.09
1.31	20.3	8.96	2.10	1.49	7.78
2.80	36.9	18.34	2.09	1.47	7.06
3.25	32.9	13.41	2.46	1.79	8.06
1.91	22.9	10.83	2.64	1.84	8.88
0.62	19.0	12.70	2.11	1.28	8.32
1.39	24.9	11.42	2.38	1.66	9.13
0.84	19.9	14.23	2.54	1.50	9.80
2.42	28.5	10.44	2.91	2.18	10.12
0.69	15.4	10.54	3.88	2.78	11.29
1.03*	14.5	8.95	3.76	2.38	12.55

* Foreign tobacco

- a) A : $\frac{\text{SH values}}{\text{nicotine} + \text{tar}}$
- b) B : $\frac{\text{SH values}}{\text{nicotine} + \text{tar} + \text{carbon monoxide}}$
- c) C : $\frac{\text{SH values}}{\frac{\text{nicotine}}{0.6} + \frac{\text{tar} + \text{carbon monoxide}}{8}}$

2에서 나타난 것처럼 연기중 니코틴의 함량은 일산화탄소가 탈의 함량에 비하여 훨씬 적은 양이므로 SH/N+T+C계수에 기여하는 정도가 다르므로 Wynder와 Hoffmann(20)이 보고한 덜 해로운 담배의 각 성분의 최대허용한계값 즉 니코틴의 0.0mg/cig, 탈과 일산화탄소의 8mg/cig.을 고려하여 그 기여하는 정도가 같게새로운 계수 SH/[(N/0.6) + (T+C)/8]을 설정하여 보았다.

그런데 지금까지 보고된 바에 의하면 연기의 질을 나타내는 척도중 탈/니코틴의 비가 신뢰성이 있으므로 이와 새로운 index들을 비교하여 보았다. 황색종의 경우 index들은 같은 품종의 등급과는 큰 상관성을 보이지 않았지만 탈/니코틴과는 비교적 좋은 상

관성을 보였다. 그러나 버어리의 경우는 시로담배의 수가 적기는 하지만 황색종과는 반대의 현상을 나타냈다. 이러한 사실은 황색종과 버어리의 잎담배와 연기중 화학성분의 차이라고 생각할 수 있지만 좀더 계속적인 연구가 필요하다고 생각된다. 그러나 한가지 뚜렷한 경향은 상위엽과 하위엽에서의 계수들이 황색종보다는 버어리가 작은 값으로 나타난 사실이다. 그러므로 우선 버어리종의 질적 향상이 필요하다고 생각된다.

외산담배의 경우 탈/니코틴의 비가 12에 가까운 값으로 나타났고 계수들도 탈/니코틴의 값에 비례하여 비교적 큰 값으로 나타났다.

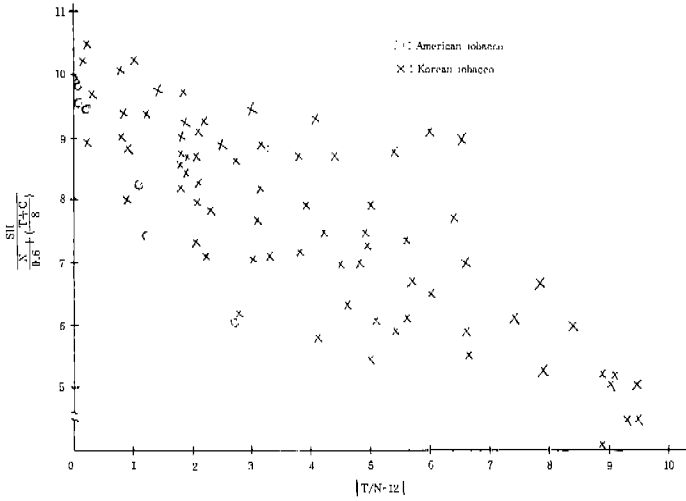


Fig. 1. Correlation between the quality index and $|tar/nicotine - 12|$ for the smoke of nonblended cigarettes.

그림1은 $SH / [(N/0.6) + (T+C)/8]$ 계수와 1탈/니코틴-12와의 관계를 점검하기 위하여 모든 시료에

관한 자료를 그림으로 표시한 것인데 좋은 선형관계를 이루고 있다.

Table 3. Smoke quality indexes of commercial cigarettes

Brand name	Nicotine (mg/cig.)	Ttar (mg/cig.)	Carbon monoxide (mg/cig.)	Quality indexes		
				A	B	C
SA ^a	0.84	12.3	11.06	5.80	3.14	17.62
GA ^a	1.17	16.1	14.18	4.68	2.57	14.09
GC ^a	0.91	14.5	13.18	4.68	2.52	13.21
HS ^a	1.23	17.0	19.64	4.30	2.07	13.84
HA ^a	0.79	16.0	15.04	3.00	1.58	9.71
FB ^b	0.76	15.2	14.60	4.76	2.48	15.20
FA ^b	1.04	20.4	16.94	3.58	2.01	11.99

a) : domestic commercial cigarettes

b) : foreign commercial cigarettes

표 3에는 상품담배에 대한 실험결과중 대표적인 것 7가지를 나타내었다. 고급상품담배의 경우 탈/니코틴의 값에 비례하여 계수의 값들이 비교적 높았으며, 하급담배일수록 계수의 값들이 낮았다. 그중에서 상품담배 SA가 다른 담배에 비하여 훨씬 큰 계수의 값을 나타낸 것은 이 담배가 필터의 타공에 의한 연기중 유해성분의 회석효과를 증가시켰기 때문일 것이다.

기호성이 크다고 알려진 외국산 상품담배인 FA와 FB가 탈/니코틴의 비가 크게 나타난 사실은 매우 흥미로운 일이다. 그러나 새로운 계수에 의한 평가에 의하면 두 외산상품담배는 비교적 큰 계수를 보이고 있다. 사실 담배연기의 질과 기호성과는 상당한 차이가 있을 수 있으며, 이들간의 관계는 여러 각도에서 연구되어야 할 것이라고 생각된다.

그림 2에는 모든 시료의 결과를 그림으로 표시한 것인데 타공필터담배인 상품담배 SA를 제외한 다른 담배들은 좋은 선형관계를 보여주고 있다.

이상과 같이 제안된 여러가지 index중 가장 타당성이 있다고 할 수 있는 index를 설정하기 위해서 황색종, 버어리, 외산담배, 상품담배에 대한 4개의 index와 탈/니코틴의 비와의 상관계수를 구하여 표 4에 나타내었다. 이 표에서 나타난 것 처럼 $SH / [(N/0.6) + (T+C)/8]$ index가 가장 큰 상관계수와 높은 유의수준을 나타냈다. 이 index는 담배의 맛이라는 관점에서 뿐만아니라 킁연과 건강이라는 관점에서 보다 덜 해로운 담배의 최대허용 한계값까지 고려하여 작성된 index이므로, 덜 해로운 담배의 제조시 종합적으로 담배연기의 질을 평가할 수 있는 방법으로 사용될 수 있다고 하겠다.

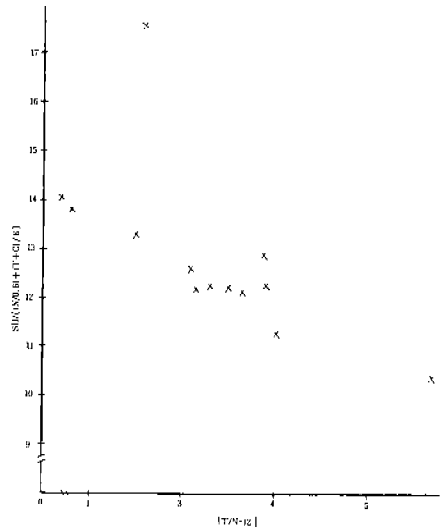


Fig. 2. Correlation between the quality index and tar/nicotine -12 [for the smoke of commercial cigarettes.

Table 4. Correlation coefficients between smoke quality indexes and tar/nicotine ratio in smoke.

	SH	SH	SH
	N + T	N + T + C	$\frac{N}{0.6} + \frac{C+T}{8}$
Bright yellow (55)	-0.326**	-0.337**	-0.374***
Burley (9)	-0.531	-0.574	-0.604**
Total* (64)	-0.444***	-0.456***	-0.504***
American tobacco (7)	-0.379	-0.621	-0.754**
Commercial cigarettes (16)	-0.489**	-0.597***	-0.601***

* Total = Bright yellow + Burley

Level of Significance : ** 0.05

*** 0.01

인 용 문 헌

1. Brucker, H. "The Chemical Determination of Tobacco Quality". pp 296-300, Paul Parey, Berlin(1936).
2. Conlson, D. A. Tobacco Quality, Tobacco Worker's Conference, Athenes, Gorgia(1958).

3. Esterbauer, H., A. Erth, and N. Scholz. Tetrahedron 32 : 285(1976).
4. Fluss, F. and H. R. Wakeham. Tabak-- Journal International 4 : 252(1978).
5. Gaisch, H. and U. Nyffeler. Beitr. Tabakforsch. 8(7) : 399(1976).
6. Gori, G. B. Science 194 : 1243(1976).
7. Gori, G. B. Tabak-- Journal International 3 : 336(1978).

8. Gori, G. B. and C. J. Lynch. *J. Am. Med. Assoc.* 240 : 1255 (1978).
9. Gray, J. I. and L. R. Duganji. *J. of Food Sci.* 40 : 981 (1975).
10. Health, R. L. and A. Lambert. *J. Chem. Soc.* 69 : 1477 (1947).
11. Hurd, C. D. and L. L. Gershbein. *J. Amer. Chem. Soc.* 69 : 2328 (1947).
12. Jung, G., H. Found, and G. Heusel. *Angew. Chem. Internat Edit* 14 : 817 (1975).
13. King, F. E., J. W. Clark, and R. Wade. *J. Chem. Soc.* 880 (1957).
14. "Smoking and Health" Status Report 1977, National Cancer Institute, National Heart, Lung and Blood Inst, National Inst. of Health, U. S. A. (1977).
15. Szabo, J. L. and E. T. Stiller. *J. Amer. Chem. Soc.* 70 : 3667 (1948).
16. Testa, A. and C. Joigny. CORESTA/TCRC Joint Conference, Paper No. 86, Va. U. S. A. (1972).
17. Tso, T. C. and G. B. Gori. *Beitr Tabakforsch.* 8(4) : 167 (1975).
18. Woodward, G. E. and E. F. Schroedle. *J. Amer. Chem. Soc.* 59 : 1960 (1937).
19. Woolford, G., R. G. Cassens, M. L. Greaser, and J. G. Sebranek. *J. of Food Sci.* 41 : 1585 (1976).
20. Wynder, E. L. and D. Hoffmann. *New England J. Medicine* 300 (16) : 894 (1979).