

근적외선 분광법을 이용한 제품담배 판별 연구

김용옥*, F.E. Barton¹⁾
한국인삼연초연구원, 미국 농무성¹⁾

Discriminant Analysis of Cigarette Brands by Nearinfrared Spectroscopy

Yong Ok Kim*, and F.E. Barton¹⁾
*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute**
USDA - ARS Richard B. Russell Research Center¹⁾

ABSTRACT : This experiment was conducted to investigate the discrimination of cigarette brands and the similarity between Korea and America cigarette brands by near infrared spectra. Statistical tools such as principal component analysis(PCA) and mahalanobis distance(M.D) were used.

The discrimination rate of the Korea and the America cigarette brands, determined by position number which was calculated with PCA and M.D, was 94% and 87%, respectively.

The spectra of the 10 America cigarette brands were selected by averaging 5 sample spectra for each brand and another 5 spectra for each brand were investigated to use as the sample spectra. Comparing the sample spectra with the selected spectra by M.D using 410 - 1090 nm, 1110 - 1850 nm and 1970 - 2490 nm wavelength, the discrimination rate which was determined by the closest M.D between the sample and the selected spectra was 100% when each spectra was investigated on the same time. But the discrimination rate decreased 50% when the sample and the selected spectra were investigated on the different time. Excluding 1970 - 2490 nm wavelength, the discrimination rate increased up to 90% when the sample and the selected spectra were investigated on the different time.

Comparing the spectra of Korea cigarette brands with those of America cigarette brands by M.D using only 410 - 1090 nm and 1110 - 1850 nm wavelength, the spectra of Expo(G) was similar to Winston, Vantage(U.L) and Benson & hedges(M.), the spectra of Hanaro (D) was similar to Carmel, Winston(L), Vantage(U.L), Vantage and Carmel(L), the spectra of Hanaro(L) was similar to Winston(L), Carton, Vantage and Carmel(L) and the spectra of Pinetree was similar to Kent, Kool, Kent(G.L), Merit and Benson & hedges (L), respectively.

Key Words : NIRS, cigarette brands discrimination

* 연락저자 : 김용옥, 305 - 345, 대전직할시 유성구 신성동 302, 한국인삼연초연구원
Corresponding Author : Yong Ok Kim, *Korea Ginseng & Tobacco Research Institute,*
302. Shinsong - Dong, Yusong - Ku, Taejeon City, 305 - 345, Korea.

서 론

근적외선 분광법은 1960년대 부터 컴퓨터산업의 발전과 더불어 근적외선 스펙트럼 해석이 가능해지면서 발전하기 시작하여 현재 농산물, 식품, 제약, 섬유, 석유화학 등의 여러 산업분야에서^{15, 16)} 이용되고 있는 실정이다.

담배산업에서 근적외선 분광법은 시료준비가 간단하고, 화학약품을 사용하지 않으며, 비파괴적 분석으로 시료회수가 가능하며, 여러가지 성분을 동시에 신속하게 분석되는 장점을 이용하여 전 알칼로이드, 환원당, 전 당, 전 질소, 전 휘발성염기, 무기 성분, 타르, 보습제, 멘톨, 폴리페놀, TPM, 전분, 석유에텔추출물, holocellulose, solanesol 등의 화학성분 및 담배 품질지수, 담배중 주맥과 엽육 비율 등을 분석하는 방법을 개발하여^{4, 7, 10, 13, 16)} 원료 잎담배와 제품담배의 품질관리와 공정관리에 이용되고 있다.

지금까지 근적외선 분광법은 담배에서와 같이 농산물과 식품의 화학성분 정량분석에 주로 이용되어 왔으나^{4, 15, 16)}, 최근 근적외선 스펙트럼의 일부과장 및 전체과장의 스펙트럼 특성을 주성분 분석(principal component analysis : PCA), Partial least square analysis, 다중 판별분석(multiple discriminant analysis) 및 mahalanobis distance(M.D) 등^{2, 5, 15, 16)}의 여러 통계방법으로 해석하는 판별분석(정성분석)이 새로운 응용분야로^{15, 16)} 발전하고 있다.

이러한 판별분석으로 밀가루 순도¹⁵⁾, 볏밀과 가을 밀³⁾, 밀의 품종²⁾, 밀가루 경도¹⁴⁾, 완두 관능평가 결과⁹⁾, 밀가루 제빵특성과 맥주맥의 맥아특성¹⁵⁾, 제약 원료품의 적정성 여부^{6, 11, 17)} 및 제품담배⁵⁾ 등을 판별하는 방법이 보고되어 있다.

본 연구에서는 제품담배의 근적외선 스펙트럼을 주성분 분석과 M.D로 해석하여 제품담배를 판별하고, 한국 제품담배와 미국 제품담배의 스펙트럼 유사성을 검토하여, 근적외선 스펙트럼 특성으로 미지 제품담배 판별과 제품개선시 기존제품과의 유사성을 판별하는 방법을 연구하고자 수행하였다.

재료 및 방법

한국 제품담배 17종과 미국 제품담배 23종을 각 제품당 담배 한갑을 시료 1점으로하여 시험 목적에 따라 5, 10 및 15점 시료를 준비하여 필터와 권지를 제거한 각초를 80℃로 3시간 건조, 분쇄(Cyclotec,

1093 sample mill) 1 mm체를 통과한 시료를 근적외선 분광기(Perstorp 사, model 6500) 시료컵에 채운후 파장 400 - 2500 nm(파장간격 : 2 nm = data point)의 근적외선 스펙트럼을 얻었다.

여러 제품담배가 혼재된 조건에서 특정 제품담배를 판별하기 위해, NIRS 3 software 통계 package⁸⁾를 사용, 파장 410 - 1090 nm, 1110 - 1850 nm, 1970 - 2490 nm(매 8번째 data point 사용), Math. treatment 1, 10, 5로하여 전 시료의 스펙트럼 특성을 구한후 주성분을 분석하여 기여율이 높은 3개 주성분 별로 각 시료 score를 계산하여 3차원의 그림으로 나타내는 방법과, 3개 이상 주성분 별로 각 시료 score를 계산하여 컴퓨터상에서 좌표를 정하고(주성분 별 3개 이상 score를 그림으로 나타내는 방법은 불가능), 좌표 위치를 수치화시키기 위해 각 제품담배 임의 시료 1점을 기준(M.D : 0.00)으로 각 시료 mahalanobis distance(M.D)를 계산하여 M.D가 가까운 순서로 position number(P.N)를 결정하는 방법을 사용하였다.

미지 제품담배를 근적외선 스펙트럼으로 판별하기 위해 각 제품담배당 시료 5점의 근적외선 스펙트럼 평균을 구하여 제품담배 스펙트럼으로 선별하여 두고(선발담배 스펙트럼), 각 제품담배당 선발담배 스펙트럼에 사용하지 않은 시료 5점 스펙트럼(시료담배 스펙트럼)으로 파장 410 - 1090 nm, 1110 - 1850 nm, 1970 - 2490 nm(매 8번째 data point 사용) Math. treatment 1, 10, 5로 주성분을 분석하고, 선발담배 스펙트럼의 주성분 별 score를 계산하여 컴퓨터상 좌표를 정하여, 각 시료담배 스펙트럼을 기준으로(M. D : 0.0) 선발담배 스펙트럼의 M.D를 계산하는 방법을 사용하였다. 근적외선 스펙트럼 특성으로 한국과 미국 제품담배의 유사성 판별은 파장 410 - 1090 nm, 1110 - 1850 nm(매 8번째 data point 사용)로 각 미국 제품담배로 선발담배 스펙트럼을 만들고 각 한국 제품담배를 시료담배 스펙트럼으로하여, 미지 제품담배 판별과 같은 방법으로 M.D를 계산하는 방법을 사용하였다.

결과 및 고찰

여러 제품담배가 혼재된 조건에서 특정 제품담배를 판별하기 위해, 미국 제품담배 11종, 각 제품당 시료 5점의 근적외선 스펙트럼을 얻어, 기여율이 높은 3개의 주성분 별로 각 시료 score를 계산하여 위치를

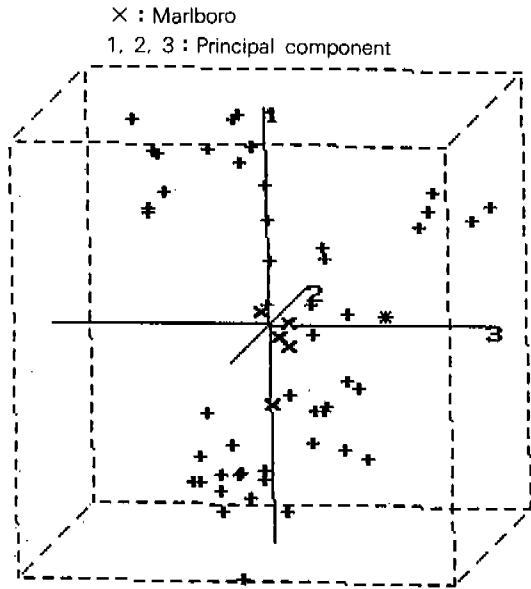


Fig. 1. The symmetrical view of Marlboro in 11 America brands by using 3 principal component

나타낸 결과는 그림 1과 같았다.

Marlboro담배 시료 5점 중 4점은 그림의 중앙에 (X표) 타 제품담배와 거리를 두고 군집을 형성하여 타 제품담배와 판별이 가능하나, 시료 1점은 그림의 하단중앙에 위치하여 4점의 Marlboro 시료와 거리가 멀었다. 그림에서 나타내지 않았지만 몇 제품은 Marlboro 담배와 같이 거리가 멀어 판별이 불가능한 시료가 다소 있었으나, 각 제품담배 별로 군집을 형성하여 제품담배 판별이 가능하였다. Delwiche 등³⁾은 소맥 근적외선 스펙트럼의 주성분을 분석한 결과 기여율이 가장 높은 제 1주성분은 입자크기로, 제 2주성분은 수분으로, 기타 주성분은 화학성분으로 해석하였다. 본 시험에서 주성분 3개로 각 제품담배 판별이 가능한 것은 각 제품담배별로 원료엽과 엽조비율이 각각 달라 입자크기, 수분함량 및 화학성분이 차이를 나타내는데 기인된 것으로 고찰된다.

그림 1의 제품담배 근적외선 스펙트럼의 주성분을 분석하면 3개 이상의 주성분이 계산되며, 주성분 수를 일정수준까지 증가시켜 주성분 별로 score를 계산하여 제품담배를 판별하면 정확도가 높아진다. 미국 제품담배(그림 1 시료와 동일) 근적외선 스펙트럼의

Table 1. The position number and mahalanobis distance of cigarette samples form one of Marlboro samples (sample No. : 11)

S.N ¹⁾	P.N ²⁾	M.D ³⁾	S.N	P.N	M.D	S.N	P.N	M.D	S.N	P.N	M.D
11	1	0.00	28	15	1.57	23	29	1.96	33	43	2.46
14	2	0.42	5	16	1.59	38	30	1.98	20	44	2.50
15	3	0.49	7	17	1.59	10	31	1.98	31	45	2.57
12	4	0.52	30	18	1.60	34	32	2.07	16	46	2.58
13	5	0.62	42	19	1.67	25	33	2.08	1	47	2.58
39	6	0.69	41	20	1.68	2	34	2.11	43	48	2.64
40	7	0.70	20	21	1.69	48	35	2.13	45	49	2.78
54	8	1.26	50	22	1.71	32	36	2.14	22	50	2.83
18	9	1.31	9	23	1.74	21	37	2.21	52	51	2.89
35	10	1.35	51	24	1.78	36	38	2.27	44	52	2.92
4	11	1.37	46	25	1.79	19	39	2.28	3	53	3.19
29	12	1.43	6	26	1.79	53	40	2.39	24	54	3.25
49	13	1.45	55	27	1.90	26	41	2.42	27	55	5.90
47	14	1.57	8	28	1.91	37	42	2.43			

¹⁾Sample number ²⁾ Position number ³⁾ Mahalanobis distance

*Sample number : 1- 5 : Winston 6- 10 : Kent 11- 15 : Marlboro 16- 20 : Kool
21- 25 : Capri 26- 30 : Carmel 31- 35 : More 36- 40 : Marlboro(L)
41- 45 : Salem 46- 50 : New port 51- 55 : Merit

주성분을 분석하여 주성분 7개 별로 각 시료 score를 계산하여 7 차원의 컴퓨터상 좌표에서 각시료 위치를 정하고, 임의 Marlboro 담배 시료 1점을 기준으로(M. D : 0.00, P.N : 1, 시료번호 11) 각 시료 M.D와 P.N를 조사한 결과는 표 1과 같았다.

Marlboro 담배 임의 시료 1점을 기준으로 동일 Marlboro 담배는(시료번호 12, 13, 14, 15) M.D가 각각 0.42, 0.49, 0.52, 0.62로, P.N는 2, 3, 4, 5번으로 나타났으나, 타 제품담배는 M.D가 0.69 - 5.90, P.N는 6 - 55번으로 나타났다. Marlboro 담배는 시료 5점을 사용하였기 때문에 M.D로 결정된 P.N가 1번에서 5번까지 속한 담배를 Marlboro 담배로 판별할 때, 여러 제품담배가 혼재된 조건에서 Marlboro 담배 시료 5점 모두 판별이 가능하였다.

한국 제품담배 17종, 각 제품당 시료 5점과 미국 제품담배(그림 1 시료와 동일)의 근적외선 스펙트

럼을 표 1과 같은 방법으로 각 제품담배 임의 시료 1점을 기준으로 동일 제품담배의 P.N를 나타낸 것은 각각 표 2, 3과 같았다.

각 제품담배당 5점 시료를 사용하였기 때문에 P. N가 1번에서 5번까지 속한 시료를 각 제품 담배로 판별할 때, 한국 제품담배는(표 2) 85점 중 80점이(94%), 미국 제품담배는(표 3) 55점중 48점(87%) 판별이 가능하였다. 한국 제품담배 5종과 미국 제품담배 4종 시료중 P.N가 5번 이상으로 나타나 판별이 불가능한 시료는 제품담배내의 변이, 열배합 불균일 및 기타요인으로 인한 입자크기 불균일, 수분차이 및 화학성분 차이³⁾에 기인된 것으로 고찰된다.

미지 제품담배를 근적외선 스펙트럼으로 판별하는 방법을 조사하기 위해, 미국 제품담배 10종, 각 제품당 시료 10점의 근적외선 스펙트럼을 얻어, 시료 5점 스펙트럼 평균으로 선발담배 스펙트럼을 만들고(표

Table 2. The position number determined by mahalanobis distance of each Korea brand in 85 cigarette samples

Cigarette Brands																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Position Number																
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	67	5	5	5	5	5	84	5	69	5	84	73	5	5	5
A : Ballon flower		B : Chengia		C : 88(D.M)			D : 88(G)		E : 88(L)		F : 88(M)		G : Expo(G)			
H : Expo(M)		I : Hanaro(D)		J : Hanaro(L)			K : Lilac		L : Lilac(M)		M : M.T Halla					
N : Pine tree		O : Pine tree(G.L)		P : Rose			Q : White percelain									

Table 3. The position number determined by mahalanobis distance of each America brand in 55 cigarette samples

Cigarette Brands											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Position Number											
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3	3	3	3	3	3	3	6	3	3	3	
4	4	4	4	10	4	4	9	4	4	4	
5	5	5	5	47	55	12	16	5	5	59	
A : Winston		B : Kent		C : Marlboro			D : Kool		E : Capri		F : Carmel
G : More		H : Marlboro(L)		I : Salem			J : Newport		K : Merit		

Table 4. The mahalanobis distance of the selected spectra from the sample spectra by using 410 - 1090 nm, 1110 - 1850 nm and 1970 - 2490 nm wavelength when each spectra was investigated on the same time

Sam ¹⁾ \ Sel ²⁾	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1.4	5.3	47.1	80.0	23.1	11.3	30.4	5.6	18.5	94.6
B	35.6	0.2	2.9	3.3	19.3	48.1	22.9	30.3	4.1	80.3
C	17.6	1.5	0.5	15.4	9.8	26.3	16.7	26.7	8.0	119.5
D	41.4	1.9	8.9	0.6	23.5	64.5	30.9	29.8	4.5	79.7
E	15.0	53.4	14.4	51.6	0.1	60.1	58.6	37.5	11.1	225.5
F	12.7	3.3	44.9	51.7	27.5	1.3	7.4	2.4	6.3	39.3
G	14.4	6.9	17.7	35.6	17.1	3.0	0.6	9.9	4.1	75.5
H	21.5	9.5	71.9	53.5	34.3	2.5	26.8	0.3	9.0	22.2
I	27.5	11.8	6.4	24.3	21.4	8.8	14.6	18.5	0.1	43.2
J	85.9	45.4	66.3	53.1	60.8	59.2	121.5	23.3	16.1	0.1

¹⁾ The sample spectra ²⁾ The selected spectra
 A : Winston B : Kent C : Marlboro D : Kool E : Capri F : Carmel
 G : More H : Winston(L) I : Merit J : Carton

4 세로축), 각 제품담배 별 나머지 시료 5점 스펙트럼을 시료담배 스펙트럼(표 4 가로축)으로 사용하여, 각 시료담배 스펙트럼을 기준으로(M.D : 0.0) 선발담배 스펙트럼의 M.D를 조사한 결과는 표 4와 같았다.

각 시료담배 스펙트럼을 기준으로 선발담배 스펙트럼의 M.D는 시료담배와 선발담배가 동일제품인 Winston은 1.4, Kent 0.2, Marlboro 0.5, Kool 0.6, Capri, Merit 및 Carton은 0.1, Carmel 1.3, More 0.6, Winston (L) 0.3으로 가장 가까운 것으로 나타났으나, 각 시료담배와 선발담배가 타 제품담배일때는 M.D가 1.5 - 225.5로 멀어지는 것으로 나타났다. 각 시료담배와 선발담배 스펙트럼의 M.D가 가장 가까운 것이 동일 제품담배일때 제품담배가 판별된 것으로 판단하면, 10개 제품담배 모두(100%) 판별이 가능한 것으로 나타났다. 이는 각 제품담배별로 원료엽, 열조비율 및 기타 제조조건이 상이하어 시료 입자크기, 수분, 물리성 및 화학성이 차이를 나타낸데 기인된 것³⁾으로 고찰된다.

조사시기가 상이한 시료담배와 선발담배 근적외선 스펙트럼으로 제품담배를 판별하기 위해, 시료담배와 선발담배 시료를 달리하여 각 제품담배당 시료 5점의 근적외선 스펙트럼을 한달 간격으로 얻어, 각 시료담배 스펙트럼을 기준으로 선발담배 스펙트럼의 M.D를 조사한 결과는 표 5와 같았다.

표 4에서와 같이 각 시료담배와 선발담배 스펙트럼의 M.D가 가장 가까운 것이 동일 제품담배일때 제품담배가 판별된 것으로 판단하면, 5개 제품(Winston, Capri, Carmel, Merit, Carton)은 판별이 가능하나, 5개 제품(Kent, Marlboro, Kool, More, Winston (L))은 판별이 불가능하였다. Kent 등 판별이 불가능한 시료담배와 선발담배 근적외선 스펙트럼을 비교, 조사한 결과, 조사시기에 따라 파장 1970 - 2490 nm에서 스펙트럼이 차이를 보였는데, 이는 조사시기에 따라 각 제품담배의 변이와 시료준비 방법차이 등에 기인된 것으로 보이나 이점은 좀더 구명되어야 할 것으로 고찰된다.

표 5의 시료담배와 선발담배 근적외선 스펙트럼 중 1970 - 2490 nm 파장을 제외하고 각 시료담배 스펙트럼을 기준으로 선발담배 스펙트럼의 M.D를 조사한 결과는 표 6과 같았다.

표 4에서와 같이 각 시료담배와 선발담배 스펙트럼의 M.D가 가장 가까운 것이 동일 제품담배일때 제품담배가 판별된 것으로 판단하면, More를 제외한 9개 제품담배 판별이 가능하였다. 따라서 조사시기가 다른 시료담배와 선발담배 근적외선 스펙트럼으로 각 제품담배를 판별할 때는 파장 1970 - 2490 nm를 제외하고 제품담배를 판별하는 것이 전 파장으로 제품담배를 판별하는 것에(표 5) 비해 판별 정확도를 높일 수 있을 것으로 판단된다. More 제품담배가

Table 5. The mahalanobis distance of the selected spectra from the sample spectra by using 410 - 1090 nm, 1110 - 1850 nm and 1970 - 2490 nm wavelength when each spectra was investigated on the different time

Sam ¹⁾ \ Sel ²⁾	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1.8	101.4	36.8	7.2	49.5	2.6	8.6	13.3	96.5	5.0
B	35.2	12.6	23.3	18.8	13.0	54.0	13.2	14.5	17.7	2.3
C	24.2	35.5	8.5	15.5	6.4	35.6	13.7	8.4	32.9	1.0
D	39.2	5.2	18.5	12.5	16.4	73.6	9.2	16.4	14.2	0.4
E	15.5	92.1	20.5	33.0	0.7	56.0	11.3	8.8	59.3	5.4
F	2.8	34.8	18.2	2.3	45.0	2.0	8.2	7.1	31.6	6.9
G	4.9	32.1	4.8	4.4	23.5	11.0	12.8	1.2	25.7	3.1
H	8.7	8.5	7.4	8.0	13.0	42.5	31.0	1.6	5.2	1.3
I	16.0	2.9	11.6	0.2	10.6	50.0	7.6	4.5	3.2	1.2
J	13.9	5.6	4.6	5.5	5.3	56.3	16.1	17.1	9.7	0.1

¹⁾ The sample spectra ²⁾ The selected spectra
 A : Winston B : Kent C : Marlboro D : Kool E : Capri F : Carmel
 G : More H : Winston(L) I : Merit J : Carton

Table 6. The mahalanobis distance of the selected spectra from the sample spectra by using 410 - 1090 nm, 1110 - 1850 nm wavelength when each spectra was investigated on the different time

Sam ¹⁾ \ Sel ²⁾	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0.2	104.0	23.6	26.8	56.0	1.8	2.1	3.7	55.4	4.7
B	25.1	1.7	7.2	0.9	10.7	56.8	6.2	9.9	1.7	1.2
C	15.7	10.3	1.1	3.5	6.8	38.8	6.5	2.8	6.4	0.6
D	33.7	6.3	13.0	0.2	15.4	81.0	6.8	13.4	4.7	0.6
E	12.4	101.1	17.3	27.5	1.2	60.6	10.8	16.1	37.9	5.7
F	2.0	75.2	19.5	25.6	54.4	1.3	15.1	7.3	23.0	11.5
G	2.3	49.8	3.6	23.2	25.6	11.2	13.5	1.4	11.5	4.0
H	7.6	22.5	6.2	29.3	12.7	43.8	44.6	0.4	2.4	2.4
I	16.2	3.7	8.7	6.5	10.5	53.6	12.3	3.9	1.5	1.9
J	14.7	11.1	6.0	14.4	5.1	67.5	29.0	3.1	8.4	0.1

¹⁾ The sample spectra ²⁾ The selected spectra
 A : Winston B : Kent C : Marlboro D : Kool E : Capri F : Carmel
 G : More H : Winston(L) I : Merit J : Carton

판별이 불가능한 것은 제품의 변이 또는 다른 요인에 기인되는지 여부는 조사되어야 할 것으로 고찰된다.

표 4, 5, 6의 결과를 종합하면 조사시기가 동일한 시료담배와 선발담배 근적외선 스펙트럼으로 제품담배를 판별하는 것이 정확도가 가장 높고, 조사시기가 다른 시료담배와 선발담배 근적외선 스펙트럼

으로 제품담배를 판별할때는 파장 1970 - 2490 nm를 제외하고 판별하는 방법이 바람직한 것으로 판단된다. 이상의 결과에서 여러 제품담배 근적외선 스펙트럼을 선별하여 두고, 미지 제품담배 근적외선 스펙트럼과 비교하면, 미지 제품담배 판별이 가능하고 미지 제품담배가 신제품일 경우 기존 제품담배와

Table 7. The mahalanobis distance of America cigarette brands from each Korea cigarette brand by using 410 - 1090 nm and 1110 - 1850 nm wavelength

USA ²⁾	KOR ¹⁾																						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q						
1	77.2	160.6	46.3	11.4	31.8	26.0	0.2	12.9	8.8	5.9	24.5	40.2	51.9	53.2	14.2	23.3	13.9						
2	66.8	28.4	49.6	25.0	14.7	43.7	5.5	6.9	10.8	9.2	6.2	57.4	56.5	0.7	3.7	54.5	35.4						
3	85.7	38.9	49.8	27.1	16.4	36.5	5.9	5.4	10.3	10.4	9.0	48.3	37.2	2.0	6.3	61.3	41.6						
4	81.9	25.0	53.6	30.5	17.7	56.5	7.3	4.7	10.0	10.7	8.6	81.1	81.9	0.6	4.5	67.1	41.3						
5	292.5	100.2	127.8	85.2	65.3	69.6	33.6	28.6	48.2	30.8	42.6	118.8	168.9	23.9	54.6	129.5	127.8						
6	34.5	104.2	17.7	3.4	19.2	12.9	1.5	7.6	0.8	1.5	7.6	13.7	41.4	32.2	8.3	17.4	4.9						
7	68.2	64.1	33.5	15.0	13.9	23.4	1.1	5.3	5.4	5.9	7.8	27.9	38.4	10.2	7.2	41.0	24.5						
8	30.7	90.8	13.4	3.0	18.1	10.9	2.2	6.8	0.2	0.8	4.7	9.6	37.1	30.4	10.3	20.7	3.9						
9	50.8	29.6	29.9	18.4	7.8	24.8	1.6	6.0	4.3	6.7	4.1	24.7	29.4	2.1	4.2	39.6	24.9						
10	13.6	15.8	19.0	10.9	1.1	39.0	1.3	30.1	11.9	0.9	1.5	29.6	6.3	11.2	36.6	12.7	3.4						
11	78.5	30.1	40.1	23.1	12.5	34.1	3.4	1.8	5.5	8.2	6.5	46.2	53.0	2.6	5.0	62.5	34.7						
12	76.9	18.6	42.1	31.7	13.2	47.9	4.9	1.5	6.2	9.4	9.2	60.1	64.4	0.6	2.8	80.3	40.1						
13	58.4	21.6	40.2	20.5	10.8	40.9	3.1	4.6	5.6	7.7	5.1	55.1	49.6	2.1	3.1	61.4	29.6						
14	113.9	26.3	50.2	48.2	21.8	45.4	11.2	3.0	8.9	15.8	14.0	62.8	84.8	0.2	15.2	109.1	60.6						
15	34.9	68.5	11.4	5.6	10.8	11.2	1.0	5.4	0.6	2.0	3.1	8.9	30.7	16.7	13.3	26.1	7.1						
16	76.3	20.5	38.3	28.7	12.2	35.5	4.2	1.4	4.7	9.0	7.2	44.8	57.4	1.2	4.2	70.8	36.7						
17	23.3	73.9	11.7	2.9	11.8	9.6	2.6	7.7	0.0	0.7	2.7	7.0	32.8	26.4	9.5	17.8	3.2						
18	31.6	103.2	11.3	3.3	21.5	10.1	3.0	7.1	0.2	0.2	6.2	8.7	45.3	31.3	11.9	15.5	2.9						
19	85.5	50.5	35.5	21.5	14.4	26.4	2.5	2.9	6.0	7.9	8.0	34.1	46.5	6.6	16.5	59.4	32.7						
20	110.9	29.6	47.8	39.7	18.9	40.1	8.5	1.8	8.2	12.9	11.5	57.0	74.7	0.1	11.8	91.0	53.1						
21	70.9	29.1	28.3	23.9	10.7	27.7	2.0	1.3	2.5	7.1	5.8	34.9	44.9	2.6	9.2	81.7	31.1						
22	48.4	22.6	25.9	16.4	6.5	24.6	0.8	3.5	2.1	5.7	2.9	28.0	30.9	3.4	2.3	49.6	21.3						
23	53.5	29.4	26.6	16.5	7.4	22.8	1.2	3.6	2.1	6.6	3.6	27.3	31.0	3.7	5.6	51.1	23.2						

¹⁾ Korea cigarette brands ²⁾ America cigarette brands

A : Ballon flower B : Chengia C : 88(D,M) D : 88(G) E : 88(L) F : 88(M) G : Expo(G) H : Expo(M) I : Hanaro(D) J : Hanaro(L) K : Lilac
L : Lilac(M) M : M.T Halla N : Pine tree O : Pine tree(G,L) P : Rose Q : White porcelain

1.Winston 2.Kent 3.Marlboro 4.Kool 5.Capri 6.Carmel 7.More 8.Winston(L) 9.Merit(U,L) 10.Carton 11.Benson & hedges(U,L) 12.Kent(G,L) 13.Newport
14.Merit 15.Vantage(U,L) 16.Virginia slim(L) 17.Vantage 18.Carmel(L) 19.Carmel(S,L) 20. Benson & hedges(L) 21.Salem(L) 22.Benson & hedges(Menthol)
23.Virginia slim

근적외선 스펙트럼의 유사성을 판별할 수 있을 것으로 판단된다.

근적외선 스펙트럼 특성으로 한국과 미국 제품담배의 유사성을 조사하기 위해, 미국 제품담배 23종, 각 제품당 시료 5점의 근적외선 스펙트럼 평균으로 선발담배 스펙트럼을 만들고(표 7 세로축), 한국 제품담배(표 2시료와 동일)를 시료담배 스펙트럼으로 하여(표 7가로축), 각 한국 제품담배 스펙트럼을 기준(M.D : 0.0)으로 미국 제품담배 스펙트럼의 M.D를 조사한 결과는 표 7과 같았다.

각 한국과 미국 제품담배 스펙트럼의 M.D가 0.0 - 1.0 사이인 것은 엑스포(G)와 Winston, Vantage(U.L), Benson & hedges(Menthol), 하나로(D)와 Carmel, Winston(L), Vantage(U.L), Vantage, Carmel(L), 하나로(L)와 Winston(L), Carton, Vantage, Carmel(L), 슬과 Kent, Kool, Kent(G.L), Merit, Benson & hedges(L)로 각각 나타나 스펙트럼 특성이 유사하였다.

각 한국 제품담배와 미국 제품담배 스펙트럼의 M.D가 1.0 - 2.0 사이인 것은 엑스포(G)와 Carmel, More, Merit(U.L), Carton, Salem(L), Virginia slim, 하나로(L)와 Carmel, Vantage(U.L), 슬과 Marlboro, Virginia slim(L), 88(L)와 Carton, 엑스포(M)와 Benson & hedges(U.L), Kent(G.L), Virginia slim(L), Benson & hedges(L), Salem(L), 라이락과 Carton으로 각각 나타났으며, 도라지, 청자, 88(DM), 88(G), 88(M), 라이락(M), 한라산, 슬(GL), 백자, 장미 스펙트럼은 미국 제품담배와 M.D가 2.0 이상이였다. 각각의 한국과 미국 제품담배 스펙트럼은 시료 5점으로 얻었기 때문에 각 제품담배 변이를 완전히 포함한 결과로 해석하기는 어렵다. 따라서 한국과 미국 제품담배의 시료수를 늘려 근적외선 스펙트럼을 조사하여, 각 제품담배의 변이를 완전히 포함시킨 스펙트럼으로 한국과 미국 제품담배의 유사성을 판별하면 정확도가 높아질 것으로 고찰된다.

결 론

한국과 미국 제품담배 각각 17종, 23종의 각초를 건조 분쇄(Cyclotec, 1093 sample mill) 1 mm체를 통과한 시료를 근적외선 분광기(Perstorp 사, model 6500)로 파장 400 - 2500 nm(파장 간격 : 2 nm) 범위의 근적외선 스펙트럼을 얻어 주성분 분석과 mahalanobis distance(MD) 통계방법으로 제품담배 판

별 및 한국과 미국 제품담배의 스펙트럼 유사성을 조사한 결과는 아래와 같다.

1. 한국과 미국 제품담배 시료의 근적외선 스펙트럼으로 각 제품담배를 판별한 결과 한국 제품담배 85점 중 80점(94%), 미국 제품담배 55점 중 48점(87%)의 판별이 가능하였다.
2. 10개 미국 제품담배의 근적외선 스펙트럼으로 각 제품담배 별로 M.D를 조사하여 각 제품담배를 판별한 결과, 조사시기가 동일한 시료담배와 선발담배 근적외선 스펙트럼으로 제품담배를 판별하면 모든 제품담배 판별이(100%) 가능하나, 조사시기가 상이하면 5개 제품담배 판별이(50%) 가능하여 정확도가 낮았다. 조사시기가 상이할 경우도 근적외선 스펙트럼중 파장 1970 - 2490 nm제외하고 제품담배를 판별하면 9개 제품담배 판별이(90%) 가능하였다.
3. 근적외선 스펙트럼 특성으로 한국 제품담배와 미국 제품담배의 유사성을 조사한 결과 엑스포(G)는 Winston, Vantage(U.L), Benson & hedges(Menthol), 하나로(D)와 Carmel, Winston(L), Vantage(U.L), Vantage, Carmel(L)와, 하나로(L)는 Winston(L), Carton, Vantage, Carmel(L)와, 슬은 Kent, Kool, Kent(G.L), Merit, Benson & hedges(L)와 스펙트럼 특성이 비슷하였다.

참고문헌

1. Bense, T. and C. Gastellu(1993) *Tob. Sci.* 27 : 92 - 94.
2. Bertrand, D., B. Robert and W. Loisel(1985) *J. Sci. Food Agric.* 36 : 1120 - 1124.
3. Delwiche, S. R. and K.H. Norris(1993) *Cereal Chem.* 70(1) : 29 - 35.
4. Diffie, J. T.(1992) *Handbook of Near - Infrared Analysis*, 1st ed. pp. 433 - 473, A. B. Donald and W. C. Emill Ed, Marcel Dekker Inc, New York, U.S.A
5. Dominguez, L. M. and Seymour S. K.(1992) *Making light work, Advances in NIR spectroscopy* pp. 179 - 184, 1st ed. I. Murray and I. A. Cowe Ed., VCH Publishers, New York, U.S.A.
6. Gemperline, P. J., L.D. Webber and F.K. Cox (1989) *Anal. Chem.* 61 : 138 - 144.
7. Heckman, R.T., J.T. Differ and L.A. Milhous (1987) *Analytica Chmical Acta*, 192 : 197 - 203.

8. Infracsoft international(1992) NIRS 3 : Routine operation, calibration and network system management software for near infrared instrument. pp. 91 - 98, 1st ed. Infracsoft international, MD, U.S.A
9. Kjolstad, L., L. Isaksson and H.J. Rosenfeld(1990) J. Sci. Food Agric. 51 : 247 - 260.
10. Long, T.M.(1983) Anal. Proc. 20 : 69 - 72.
11. Mark, H. L. and D. Tunnell(1985) Anal. Chem. 57 : 1449 - 1456.
12. Martens M. and H. Martens(1986) Applied Spec. 40(3) : 303 - 310.
13. McClure, W.F. and R.E. Williams(1986) Status of near infrared technology in the tobacco industry, pp. 3 - 53, A syposium presented at the 40th T.C.R.C., Knoxville, TN, U.S.A, October 5 - 7.
14. Norris, K.H., W.R. Hruschka, M.M. Bean and D. C. Slaughter(1989) Cereal Foods World 34(9) : 696 - 705.
15. Osborne, B.G. and T. Fearn(1986) Near infrared spectroscopy in food analysis, pp. 1 - 182, 1st ed. B. G. Osborne and T. Fearn Ed., Longman Scientific & Technical, Harlow Essex, U.K
16. Pandeya R.S., F.H.W. Nestorrosa and J.M. Elliot (1978) Tob. Sci. 22 : 27 - 31.
17. Shah, N.K. and P.J. Gemperline(1990) J. Amer. Chem. Soc. 62 : 465 - 470.
18. Williams, P.C. and K.H. Norris(1987) Near - infrared technology in the agricultural and food industries, pp. 1 - 246, 1st ed. P.C. Williams and K.H. Norris Ed., Amer. Asso. of Cereal Chem. Minnesota, U.S.A.