

엽배합 특성에 따른 담배 연기성분과 관능특성과의 상관관계 구명

황건중* · 이문수 · 나도영
KT&G 중앙연구원
(2003년 12월 5일 접수)

Study of The Relation between Smoke Component and Sensory Evaluation of Cigarettes with the Different Leaf Blending

Keon-Joong Hwang*, Moon-Soo Rhee and Do-Young Ra
KT&G Central Research Institute
(Received December 5, 2003)

ABSTRACT : This study was carried out to determine the relationship between smoke components and sensory evaluation by changes tobacco leaf blending. Seven different cigarettes were made by adding different types of oriental, reconstituted and expanded tobacco leaves. 62 kinds of smoke components which were 6 of general components, 34 of semi-volatile and volatile components, 9 of acid components, and 13 of phenolic components were analyzed. Eight kinds of sensory item were evaluated and also electronic nose system data was collected. All smoke components and sensory characteristics of mainstream smoke were changed by the different blending. To determine the relationship between smoke components and sensory test, the correlation and regression analysis were carried out by using SPSS statistical program. Tar, pH, and CO showed a high correlation with sensory evaluation item. As tar related to hotness, CO have a high correlation with offensive aroma. Semi-volatile and volatile components of smoke related to sensory characteristics such as aroma, taste, irritation, hotness and smoothness. When propylene, 1,3-butadiene, butane, isoprene, and 2-methylfuran showed a high correlation with aroma; methyl chloride, methanol, toluene, ethyl benzene showed a high correlation with irritation. Some acidic components and phenolic components of smoke also had a high relation to smoke volume. Especially the acidic components such as 2-furoic acid, 2-hydroxybutyric acid, phenylacetic acid and palmitic acid; the phenolic components such as 4-vinyl phenol, pyrocatechol, 3-methyl catechol, hydroquinone showed a high correlation with smoke volume. As using regression analysis, it was possible to estimate the results of sensory evaluation from the smoke analysis data. From the results of electronic nose system analysis, we can find the different pattern by adding expanded tobacco leaf.

Key words : leaf blending, sensory evaluation, smoke chemical components

*연락처 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302번지, KT&G 중앙연구원

*Corresponding author : KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea

담배의 품질을 평가하기 위하여 일반적으로 연기성분을 분석하거나 관능검사를 실시하는 것이 보통이다. 담배연기 속에 포함되어 있는 수많은 화학물을 분석한다는 것은 시간, 장비, 경비 등이 많이 소요되며, 이들 성분이 담배의 맛과 향기 그리고 흡연자의 건강에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 상세하게 알려져 있지 않다. 담배의 연기성분에 관해 많은 연구가 이루어진 이유는 이들 화학물들이 흡연유해성 논란과 직접적인 관련이 있으며 애연가의 흡연 만족감이나, 담배의 맛과 향에 중요한 요인으로 작용하고 있기 때문이다. 또한 담배 연기성분은 담배를 구성하는 원료잎담배, 권련지 및 첨가제 등의 차이에 따라 변화되어지며 특히 원료엽의 배합특성에 따라 매우 상이한 연기분포 특성을 나타낸다. Kaburaki 등 (1968)은 여러 종류의 잎담배 연기성분을 분석하여 이들 잎담배의 차이점을 밝히고자 하였고, 다른 많은 담배과학자(Matsushima, 1979; Leffingwell, 1977; Sakuma, 1984) 들도 담배 연기성분을 질소화합물, 휘발성 성분, 비휘발성 성분으로 나누어 분석하고 이들 각 성분과 잎담배 성분과의 상관성을 조사하였다. 한편 Perfetti 등(1998)은 여러 제품담배와 표준담배의 연기성분을 비교 분석하여 이들의 특성을 규명하고자 하였다. 담배의 특성 및 품질을 평가하기 위한 또 다른 방법은 관능검사를 실시하는 것인데 이 방법은 연기성분 분석에 비하여 상대적인 객관성이 부족하고 관능검사 결과를 계수화 하는데 어려움이 있다. 많은 과학자들(Cain, 1980; Sakuma, 1980; Lawrence, 1987)이 담배의 관능적 특성을 객관화하거나 계수화 하고자 통계적 기법을 적용하는 노력을 하였으며, 특히 담배의 aroma, taste와 관련된 항목들을 구명하고자 하였다. 이들 연구결과에 의하면 담배의 관능적 특성은 담배의 연기성분이 너무 다양한 관계로 쉽게 결정하거나 판단하기가 어려우며 화학적 성분에 대한 인체의 감응도가 직선식이 아니기 때문에 계수화하는데 어려움이 있다는 결론을 내리고 있다. 또한 Patrianakos 등(1979), Stone 등(1998), Tso 등(1982), Hasebe 등(1999), 및 Gordin(1987)은 담배 연기성분과 관능검사 및 잎담배 내용성분과의 관련성을 구명한 많은 연구결과를 발표하고

있는데 담배의 관능적 평가에 크게 관여하는 미량성분의 확인과 정량화에 어려움이 있다고 서술하고 있다. 본 연구에서는 황색종과 버어리종 원료 잎담배를 기본으로 오리엔트엽, 판상엽, 팽화엽을 적량 첨가하였을 때 제품담배의 연기성분 함량변화와 관능특성을 조사함으로써 엽배합 변동에 따른 연기성분과 관능특성과의 상관성을 구명하고 더 나아가서 연기성분으로부터 관능특성을 예측하는 방안을 모색하였으며, 전자코를 이용하여 담배냄새변화를 객관적으로 나타내고자 하는 데 본 연구의 목적이 있다.

재료 및 방법

본 실험을 위한 시료의 엽배합은 2000년산 황색종 BIO, 버어리종 BIT를 기본으로하여, 오리엔트종인 Basma, Izmir, 제지식 판상엽, 압연식 판상엽, 황색종 팽화주맥, 황색종 팽화각초 등을 20% 혼합하여 7구의 시제품을 만들었으며 각 시제품의 구체적인 엽배합 비율은 Table 1과 같다. 시제품 제조는 원료잎담배를 Table 1의 엽배합표에 준하여 배합한 후, 각쪽이 0.9 mm가 되게 절각기로 절각하고 조화과정을 거쳐 권상작업을 통해서 각 구당 2000본의 권련담배를 제조하였다. 권상과 동시에 흡인저항 측정기를 이용하여 양절담배의 흡인저항이 45 - 55 mmH₂O이 되도록 각조의 투입량을 조절하였으며 필터 부착 후의 흡인저항이 120 - 130 mmH₂O가 되도록 하였다. 연기성분 분석은 흡인저항을 125±5 mmH₂O, 중량은 860±50 mg 범위로 하여 ISO 8243에 의해 분석시료를 선별하였고, 선별된 시료를 22±1℃, 60±2%RH의 항온항습기에 48시간 조화를 실시한 후에 분석을 실시하였다. 담배연기 중 tar, 니코틴, 일산화탄소의 분석은 ISO 3308에 준하여 각각의 시제품에서 20개피를 선별하여 RM20 흡연장치(Heinr Borgwaldt GmbH)를 이용하여 담배를 연소시키면서 92 mm cambridge filter pad를 이용하여 TPM을 포집하여 분석하였다. 연기응축물 중의 니코틴 및 수분의 분석은 ISO 10315 및 10362에 준하여 GC 분석을 실시하였으며, 연기중의 CO 함량은 폴리에틸렌 백을 이용하여 기체상을 포집하고

Table 1. Characteristic of tobacco leaf blending

Sample No.	Tobacco leaf blending
TB-1	B10 50% + BIT 50%
TB-2	B10 40% + BIT 40% + Basma 20%
TB-3	B10 40% + BIT 40% + Izmir 20%
TB-4	B10 40% + BIT 40% + Paper type recon. 20%
TB-5	B10 40% + BIT 40% + Cast type recon. 20%
TB-6	B10 40% + BIT 40% + Expanded stem 20%
TB-7	B10 40% + BIT 40% + Expanded cut tobacco 20%

ISO 8454에 의하여 non-dispersive infrared CO 분석기를 이용하여 분석하였다. 연중 pH, HCN 및 ammonia 함량은 담배성분분석법(한국인삼연초연구소, 1991년)에 준하여 실시하였다. 연기응축물 중의 acid, phenol 및 catechol 화합물의 함량 분석은 캠브리지 필터에 포집한 연기응축물을 -80℃로 동결건조 시킨 후 3 ml L-arabitol 내부 표준물질이 들어있는 메탄올 150 ml 용액에 넣고 하룻밤 추출한 후 감압농축하고, 1 ml BSTFA/1% TMCS 용액을 넣고 80℃에서 1시간 반응시킨 후 HP 5890 GC를 이용하여 분석하였다. 휘발성 및 반휘발성 성분의 분석은 4 channel의 흡연장치(Heinr. Borgwaldt GmbH)를 이용하여 1개피의 담배를 연소시키면서 carbosive S3가 충전된 1 bed의 ATD tube를 이용하여 휘발성 연기성분을 포집한 후 ATD-400이 장착된 HP5890 GC를 이용하여 분석하였다. 담배의 관능적 평가를 위해서는 KT&G 중앙연구원의 전문 시킴위원들이 담배 향(aroma), 담배 맛(taste), 불쾌한 향(offensive aroma), 불쾌한 맛(offensive taste), 자극성(irritation), 매운맛(hotness), 부드러운 맛(smoothness), 흡연감(smoke volume) 등의 8가지에 관하여 9점법으로 서술하는 표현법으로 관능검사결과를 수치화 하였다. 화학성분과 관능검사 분석자료는 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 상관분석, 회귀분석 등의 통계 처리를 실시하였으며 전자코(Neurotics Scientific Co., e-Nose 4,000)를 이용하여 엽배합 특성에 따른 주성분 분석을 실시하여 전자코 chart를 얻었다.

결과 및 고찰

담배연기의 화학성분은 원료엽 특성 및 재료품 등에 의존적이며, 관능평가 역시 평가자와 흡연환경에 따라 차이가 있을 수 있다. 담배연기의 화학성분과 관능특성간의 관련성을 알아보기 위하여 두 요인간의 상관분석을 실시하였으며 담배연기의 일반성분과 관능특성간의 상관성은 Table 2와 같다. 담배연기의 일반성분들은 애연가의 관능특성과 깊은 관련이 있다고 알려져 있는데, 특히 pH는 담배의 자극성과 직접적인 관련이 있으며 니코틴의 인체 흡수 및 약리효과를 좌우하는 요인으로 알려져 있고, 암모니아 성분 역시 담배의 끄미에 영향을 미치는 성분으로 알려져 있다(Baker, 1990). 주류연 중의 타르, 일산화탄소와 같은 일반성분은 엽배합이 달라지는 것에 따라 함량변화를 나타내고 있는데, 타르, pH, HCN 및 일산화탄소가 관능특성과 높은 상관성을 보이고 있다. 그 중에 특히 타르는 연기의 매운맛과, 일산화탄소는 담배 향, 불쾌한 향, 자극성, 부드러운 맛과 깊은 관련이 있으며 연중 pH는 담배의 부드러운 맛과 상관성이 높은 것으로 나타나고 있어 Baker(1990)의 연구결과와 비슷한 결과를 보이고 있다. 상관분석 결과를 근거로 주류연의 일반성분과 관능특성간의 회귀분석을 실시하였으며 그 결과 중 통계적으로 유의한 수준($R^2 > 0.75$)만을 선별하여 회귀식을 구한 결과 다음과 같았다.

엽배합 특성에 따른 담배 연기성분과 관능특성과의 상관관계 구명

Table 2. Correlations between general smoke components and sensory attributes by different tobacco blending

General components	Aroma	Taste	Offensive aroma	Offensive taste	Irritation	Hotness	Smoothness	Smoke volume
Nicotine(mg/cig)	0.2979	0.4624	-0.1924	-0.2059	-0.5002	0.0698	-0.2867	0.2243
Tar(mg/cig)	-0.1969	-0.0338	0.6059	-0.2809	0.2391	-0.8026	0.5944	0.1235
CO(mg/cig)	-0.7484	-0.6696	0.8664	-0.0122	0.7116	-0.4963	-0.7353	-0.3908
Ammonia(ug/cig)	-0.0623	0.0513	-0.0945	-0.3933	0.3083	-0.5397	-0.0274	0.6311
pH	0.5119	0.5640	-0.6877	-0.0700	-0.6877	0.5424	-0.7290	0.2757
HCN(ug/cig)	-0.5881	-0.7171	0.5987	0.5361	0.7078	-0.1222	0.6441	-0.5347

* Bold marked correlations are significant at $p < 0.05$.

이러한 예측은 절대적인 수치는 될 수 없지만 화학성분과 관능특성간의 관련성을 수치화 한다는 관점에서 주목할 필요가 있다고 생각된다

담배연기 중의 휘발성 및 반 휘발성 성분은 그 종류가 매우 많으며, 담배의 맛과 향에 직접 관여하고 있으면서 담배의 깍연위생과 관련이 깊은 성분들로 구성되어있다. 주류연의 휘발성 및 반 휘발성 성분과 관능특성간의 상관성을 조사한 결과 Table 3과 같았다. 휘발성 및 반 휘발성 성분 중 많은 종류가 담배의 관능특성과 높은 상관을 나타내고 있는데 특히 담배 향, 담배 맛, 자극성, 매운맛, 부드러운맛 등과 관련이 깊은 것으로 조사되었다. 관능특성 중 담배 향, 담배 맛, 흡연감 등은 이들 화학성분과 정의 상관을 나타내는 반면 불쾌한 향, 불쾌한 맛, 자극성, 매운맛, 부드러운맛 등은 부의 상관을 나타내고 있었다. 담배 향과 관련

이 깊은 화학성분으로는 propylene, 1,3-butadiene, butane, isoprene and 2-methylfuran 등이며 자극성과 높은 상관을 나타내는 성분으로는 methyl chloride, methanol, toluene, ethyl benzene 등이다. 자극성은 propylene, methyl chloride, methanol, 1-butene, 1,3-butadiene, butane, cis-2-butene, furane, isoprene, 2-methyl-2-butene, 1-penten-3-yne, 2,3-butadiene, cyclohexadiene, toluene, ethyl benzene, m,p-xylene 등과 부의 높은 상관을 보이고 있으며 부드러운 맛은 ethylene, styrene, o-xylene 등과 흡연감은 2-methyl furane, n-heptane 등의 성분과 높은 상관을 나타내고 있었다. 상관분석 결과를 근거로 주류연의 휘발성 및 반 휘발성 성분과 관능특성간의 회귀분석을 실시하였으며 통계적으로 유의한 수준($R^2 > 0.75$)의 것만을 선별하여 기술하면 다음과 같았다. 관

$$\text{불쾌한 향} = 2.414 + 0.127 \times \text{CO}$$

Regression summary : Offensive aroma : CO						
R = 0.8664, $R^2 = 0.7507$, Adjusted $R^2 = 0.7009$						
	Beta	St. Err of Beta	B	St. Err. of B	t	p-level
Intercept			2.4142	0.5363	4.5016	0.0064
CO	0.8664	0.2233	0.1369	0.0353	3.8805	0.0116

Table 3. Correlation between volatile & semi-volatile smoke components and sensory attributes by different tobacco blending

Semi-volatile & volatile components	Aroma	Taste	Offensive aroma	Offensive taste	Irritation	Hotness	Smoothness	Smoke volume
Ethylene	0.18	0.31	-0.57	-0.46	-0.53	0.44	-0.75	0.28
Propylene	0.93	0.93	-0.58	-0.29	-0.74	0.03	-0.45	0.49
Propane	0.51	0.58	0.09	-0.28	-0.49	-0.47	0.19	0.25
Methyl chloride	0.66	0.57	-0.35	-0.07	-0.88	-0.11	-0.12	0.28
Methanol	0.60	0.57	-0.52	-0.25	-0.92	0.06	-0.38	0.36
Acetaldehyde	0.66	0.56	0.04	0.13	-0.47	-0.40	0.33	0.12
1-Butene	0.68	0.65	-0.26	-0.35	-0.72	-0.53	0.01	0.56
1,3-Butadiene	0.82	0.70	-0.48	-0.19	-0.82	-0.31	-0.14	0.55
Butane	0.83	0.71	-0.49	-0.19	-0.82	-0.31	-0.15	0.56
Cis-2-butene	0.74	0.63	-0.36	-0.23	-0.74	-0.47	-0.01	0.56
Ethanol	0.71	0.69	-0.13	0.04	-0.37	-0.01	-0.04	0.09
Acetonitrile	0.68	0.72	-0.11	-0.44	-0.53	-0.67	0.11	0.57
Acetone	0.39	0.35	0.02	-0.12	-0.66	-0.44	0.23	0.20
Furane	0.78	0.68	-0.40	-0.21	-0.74	-0.44	-0.04	0.58
Isoprene	0.85	0.77	-0.51	-0.20	-0.89	-0.11	-0.27	0.45
2-Methyl-2-butene	0.74	0.72	-0.36	-0.42	-0.74	-0.49	-0.09	0.64
1,3-Pentadiene	-0.34	-0.17	-0.30	-0.44	0.04	0.37	-0.59	0.15
1-Penten-3-yne	0.92	0.83	-0.49	-0.24	-0.75	-0.34	-0.16	0.06
Meth-acrolene	0.74	0.68	-0.26	-0.33	-0.61	-0.64	0.08	0.63
2,3-Butadiene	0.79	0.60	-0.46	0.01	-0.74	-0.24	-0.07	0.44
2-Butanone	0.46	0.47	0.07	-0.40	-0.23	-0.90	0.34	0.58
2-Methyl furan	0.92	0.90	-0.49	-0.45	-0.64	-0.45	-0.21	0.75
Cyclohexadiene	0.84	0.67	-0.45	0.01	-0.73	-0.22	-0.08	0.42
Benzene	0.41	0.39	0.08	-0.26	-0.49	-0.73	0.34	0.39
Butyronitrile	0.35	0.36	0.08	-0.39	-0.32	-0.86	0.34	0.53
n-Heptane	0.83	0.72	-0.57	-0.28	-0.63	-0.39	-0.20	0.71
Ethyl furane	0.50	0.51	0.00	-0.35	-0.54	-0.69	0.23	0.46
2,5-Dimethyl furan	0.44	0.40	0.08	-0.16	-0.56	-0.62	0.34	0.29
Toluene	0.72	0.60	-0.40	-0.15	-0.84	-0.31	-0.07	0.47
Cyclopentanone	0.81	0.79	-0.29	-0.41	-0.61	-0.61	0.00	0.68
Ethyl benzene	0.81	0.72	-0.89	-0.30	-0.82	0.12	-0.66	0.66
m, p-Xylene	0.79	0.68	-0.90	-0.25	-0.82	0.18	-0.67	0.61
Stylene	0.06	-0.05	0.55	0.24	0.00	-0.76	0.84	-0.07
o-Xylene	-0.12	-0.19	0.60	0.24	0.50	-0.70	0.80	-0.09

* Bold marked correlations are significant at $p < 0.05$.

엽배합 특성에 따른 담배 연기성분과 관능특성과의 상관관계 구명

능평가 결과와 휘발성성분의 분석 결과를 토대로 관능검사 항목을 가장 잘 예측할 수 있는 휘발성 성분 2개를 선택하였는데 상관계수가 제일 높은 것을 하나 선택하고 그 다음 높은 상관계수를 가지는 항목은 휘발성 성분간의 상관계수가 낮은 것을 선택하였는데, 이것은 첫 번째 선택한 변수와의 상관계수가 높으면 adjusted R² 값이 낮아지므로

첫 번째로 선택한 성분과의 상관계수를 비교하여 선택하였다.

담배의 휘발성 및 반 휘발성 성분이 관능특성과 깊은 관련성을 보이는 것은 흡연 시에 최초로 느끼는 담배의 맛과 향은 상대적으로 휘발성이 높은 휘발성 유기화합물에 의해 감지된다고 사료되며 이들 성분의 휘발성 때문에 입뿐만 아니라 코 등

$$\text{담배 향} = -47.459 + 21.385 \times (\text{propylene}) - 217.796 \times (\text{n-heptane}) - 2.083 \times (\text{propylene})^2 + 36.256 \times (\text{propylene}) \times (\text{n-heptane}) - 43.095 \times (\text{n-heptane})^2$$

Regression summary : Aroma : Volatile

R = 0.9873, R² = 0.9748, Adjusted R² = 0.9623

	Beta	St. Err of Beta	B	St. Err. of B	t	p-level
Intercept			1.9124	0.3398	5.6277	0.0049
Propylene	0.6783	0.1017	0.4267	0.0640	6.6685	0.0026
n-heptane	0.4091	0.1017	3.4950	0.8691	4.0216	0.0158

$$\text{담배 맛} = 15.212 + 5.258 \times (\text{propylene}) + 11.317 \times (\text{2-methylfuran}) + 0.545 \times (\text{propylene})^2 + 1.442 \times (\text{propylene}) \times (\text{2-methylfuran}) - 0.89 \times (\text{2-methylfuran})^2$$

Regression summary : Taste : Volatile

R = 0.9648, R² = 0.9310, Adjusted R² = 0.8965

	Beta	St. Err of Beta	B	St. Err. of B	t	p-level
Intercept			2.4481	0.5884	4.1606	0.0141
Propylene	0.5931	0.2267	0.3255	0.1244	2.6158	0.0591
2-methylfuran	0.4182	0.2267	0.5012	0.2717	1.8447	0.1388

$$\text{자극성} = 5.078 + 1.331 \times (\text{methanol}) - 4.597 \times (\text{ethyl benzene}) + 3.64 \times (\text{methanol})^2 + 19.466 \times (\text{methanol}) \times (\text{ethyl benzene}) - 30.085 \times (\text{ethyl benzene})^2$$

Regression summary : Irritation : Volatile

R = 0.9460, R² = 0.8950, Adjusted R² = 0.8425

	Beta	St. Err of Beta	B	St. Err. of B	t	p-level
Intercept			5.3986	0.1351	39.9574	0.0023
Metnanol	-0.6831	0.2339	-0.6391	0.2189	-2.9201	0.0432
Ethyl benzene	-0.3265	0.2339	-0.6938	0.4971	-1.3959	0.2352

Table 4. Correlation between acid components of TPM and sensory attributes by different tobacco blending

Acid components	Aroma	Taste	Offensive aroma	Offensive taste	Irritation	Hotness	Smooth- ness	S m o k e volume
Lactic acid	0.48	0.47	-0.37	-0.72	-0.12	0.13	-0.47	0.20
Glycolic acid	-0.11	0.01	-0.15	0.18	0.17	-0.39	0.07	0.52
2-Furoic acid	0.55	0.65	-0.62	-0.37	-0.49	-0.35	-0.42	0.96
2-Hydroxybutyric acid	0.18	0.41	-0.23	-0.66	-0.07	-0.44	-0.28	0.74
Levulinic acid	0.49	0.68	-0.40	-0.50	-0.29	-0.36	-0.35	0.81
Phenyl acetic acid	0.72	0.73	-0.64	-0.17	-0.54	-0.38	-0.32	0.92
Benzoic acid	0.48	0.58	-0.14	-0.33	-0.33	-0.78	0.10	0.80
3,4-Dihydroxybutanoic acid	0.31	0.39	-0.20	-0.12	0.25	-0.27	-0.12	0.52
Palmitic acid	0.44	0.54	-0.58	-0.34	-0.20	-0.29	-0.42	0.89

* Marked correlations are significant at $p < 0.05$.

Table 5. Correlation between phenol & catechol components of TPM and sensory attributes by different tobacco blending

Phenol & catechol components	Aroma	Taste	Offensive aroma	Offensive taste	Irritation	Hotness	Smooth- ness	Smoke volume
Phenol	0.71	0.83	-0.64	-0.44	-0.54	-0.23	-0.51	0.88
2-Hydroxy pyridine	0.51	0.61	-0.62	-0.32	-0.36	-0.29	-0.45	0.92
p-Cresol	0.49	0.67	-0.29	-0.38	-0.39	-0.43	-0.20	0.73
2,4-Xylenol	-0.07	-0.05	-0.49	0.26	-0.10	0.17	-0.38	0.43
4-Vinyl phenol	0.67	0.73	-0.75	-0.23	-0.39	0.00	-0.60	0.80
Pyrocatechol	0.25	0.37	-0.48	-0.28	-0.07	-0.30	-0.35	0.82
Threonolactone	-0.74	-0.64	0.67	0.41	0.42	0.19	0.41	-0.71
3-Methyl catechol	0.32	0.43	-0.47	-0.23	-0.07	-0.28	-0.34	0.80
Hydroquinone	0.16	0.25	-0.40	-0.24	-0.33	-0.45	-0.21	0.82
4-Ethyl catechol	0.24	0.43	-0.16	-0.24	0.15	-0.22	-0.20	0.51
4-Vinyl catechol	0.25	0.39	-0.07	-0.02	0.17	0.06	-0.17	0.17
Levoglucoane	0.25	0.34	-0.34	-0.16	0.18	-0.21	-0.26	0.62
Quinic acid- γ -lactone	-0.13	-0.02	0.21	0.31	0.39	-0.14	0.20	0.04

* Bold marked correlations are significant at $p < 0.05$.

의 다른 감각기관에도 영향을 주는 관계로 관능특성과 이들 휘발성 성분과의 상관성이 높은 것으로 생각된다.

연기의 입자상 성분(TPM)은 담배의 맛과 향에 관여할뿐더러 객연위생학적 측면에도 관여하기 때문에 중요하며 TPM 중의 일부 acid 화합물은 담배의 맛과 향에 관련이 있는 것으로 알려지고 있고 인체의 생물학적 기능과 관련이 있다고 알려져 있다 (Leffingwell, 1972). 다음 Table 4 및 Table 5는 TPM 중의 acid 화합물 및 phenol 화합물과 관능특성간의 상관성을 조사한 것이다. Acid 화합물 역시 담배의 관능특성과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타나고 있는데, 담배 향, 담배 맛, 흡연감 등과는 정의 상관, 불쾌한 향, 불쾌한 맛, 자극성, 매운맛, 부드러운맛 등과는 부의 상관을 보이고 있었다. 매운 맛과는 benzoic acid, 흡연감과는 2-furoic acid, 2-hydroxy butyric acid, levulinic acid, phenyl acetic acid, palmitic acid 등이 상관성이 높은 성분이었다. 몇가지 TPM 중의 phenol 및 catechol 화합물이 관능특성과 관련이 깊은 것으로 나타나고 있으며, 특히 담배 맛, 담배 향, 흡연감과는 정의 상관, 불쾌한 향, 불쾌한 맛, 자극성, 매운맛, 부드러운 맛과는 부의 상관을 나타내고 있다. 담배의 맛과 높은 상관성을 보이는 성분은 phenol 이었으며, 흡연감은 2-hydroxy pyridine, p-cresol, pyrocatechol, threonolaton, 3-methyl catechol, hydroquinone 등과 높은 상관을 보이고 있다. 상관분석 결과를 근거로 TPM 중의 acid 화합물 및 phenol 화합물과 관능특성간의 회귀분석을 실시하였는데 통계적으로 유의한 수준 ($R^2 > 0.75$) 이상의 회귀분석 결과를 나타내면 다음과 같았다.

$$\text{흡연감} = 2.344 + 0.063 \times \text{2-furoic acid}$$

Regression summary : Offensive aroma : CO						
R = 0.9554, R ² = 0.9128, Adjusted R ² = 0.8954						
	Beta	St. Err of Beta	B	St. Err. of B	t	p-level
Intercept			2.3435	0.3823	6.1295	0.0017
2-Furoic acid	0.9554	0.1321	0.0627	0.0087	7.2347	0.0008

휘발성 성분에 비하여 TPM 중의 acid 화합물과 phenol 화합물이 관능특성과의 상관성이 다소 적은 것으로 나타나고 있는데 이는 이들 TPM 성분의 물리화학적 특성 때문인 것으로 생각되며 상대적으로 관능기관을 자극하는 속도와 강도가 낮은 것으로 사료된다. 그러나 이들 성분은 객연위생학적 측면에서 매우 중요한 자리를 차지하고 있어 이들 성분에 대한 지속적인 관심과 분석이 수행되어야 할 것이다. 본 실험은 연기의 화학성분으로부터 관능특성을 예측하고자 하는 시도를 하고 있으나, 미량의 화학성분을 정량하는 작업과 관능특성을 관별할 때 생길 수 있는 개인의 오차등을 고려할 때 많은 시료와 반복적인 분석자료의 통계처리를 통해야만 객관적이고 신뢰할 수 있는 예측식의 도출이 가능할 것으로 사료된다. 관능평가가 갖는 객관성의 부족을 보완하기 위하여 전자코를 이용한 관능특성을 조사한 결과 Fig. 1과 같은 주성분 분석 chart를 얻었는데 팽화엽 처리구가 다른 처리구에 비하여 구별되는 pattern을 보이고 있으며, 이러한 전자코 chart상에서의 차이가 실제 시각에서는 어떠한 차이로 나타나는지에 대한 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다. 전자코에서 얻은 자료와 관능특성과의 관련성을 조사하기 위하여 전자코 각 sensor에서의 반응값과 관능특성과의 상관분석과 회귀분석을 실시하였는데 8개 sensor의 반응값이 일정하게 작동하였으며 관능특성 중에는 불쾌한 향 및 부드러운 맛에 대한 상관계수가 높게 나타나고 있으나 이들 각각의 관능특성이 전자코의 주 성분 분석 chart 상에 어떠한 영향을 미치는지는 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 엽배합 변화에 따른 연기성분의 차이는 분석을 통해서 가능하지만 이들 연기성분

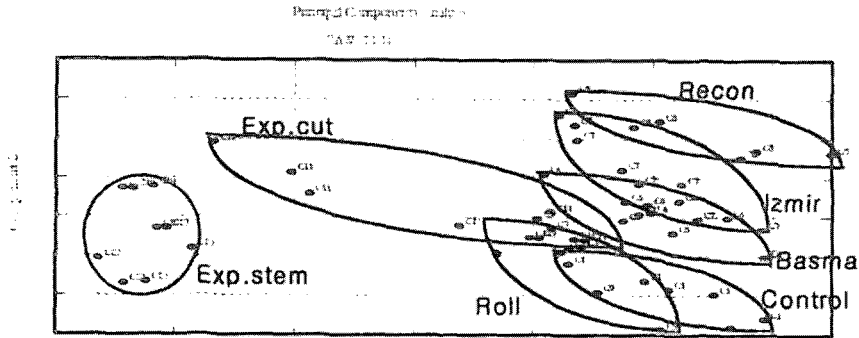


Fig. 1. Results of electronic nose system analysis by a different tobacco blending.

들의 변화로부터 담배의 관능특성이 어떻게 변화되는지에 관한 것을 밝히는 것, 그리고 이들 특성으로부터 담배의 품질을 계수화하고, 객관화하는 연구는 담배를 연구하는 사람들의 의무이며 앞으로의 중요 연구과제가 될 것이다.

결 론

엽배합 특성에 따른 담배 연기성분과 관능특성 간의 관련성을 구명하기 위하여 본 실험을 실시하였다. 7가지 엽배합 특성에 따라 6가지의 일반 연기성분, 34가지의 반휘발성 및 휘발성 연기성분, 9가지의 acid 성분, 13가지의 phenol 성분을 분석하였으며, 8개의 관능검사항목을 조사하고 전자코 분석을 동시에 실시하여 이들 연기성분과 관능특성간의 상관성을 분석하였다.

주류연 일반성분 중 pH, 탈, CO 함량이 관능검사 항목들과 관련이 있는 것으로 나타나고 있으며, 탈 함량은 매운 맛과 CO 함량은 불쾌한 향과 관련이 깊은 것으로 조사되었다. 담배연기의 여러 가지 휘발성 성분은 담배 향, 담배 맛, 자극성, 매운 맛 및 부드러운 맛에 관여하는 것으로 조사되었으며, 담배 향에 관여하는 휘발성 성분에는 propylene, 1,3-butadiene, butane, isoprene, 2-methylfuran 등이었으며, 자극성에 관여하는 성분으로는 methyl chloride, methanol, toluene, ethyl benzene 등이었다. 담배연기의 acid 화합물

은 흡연감과 상관성이 매우 높은 것으로 나타나고 있는데 특히 2-furoic acid, 2-hydroxy butric acid, phenylacetic acid palmitic acid와의 상관성이 높은 것을 알 수 있다. 담배연기의 phenol 화합물 역시 관능특성 중 흡연감과 관련이 제일 깊은 것으로 조사되었는데 특히 4-vinyl phenol, pyrocatechol, 3-methyl catechol, hydroquinone은 상관성이 매우 높은 것으로 나타나고 있다. 상관 분석 결과를 토대로 회귀분석을 실시한 결과 관능검사의 결과를 연기성분 분석값으로부터 예측할 수 있었으며, 엽배합 특성에 따른 주류연 연기의 전자코 분석결과, 팽화엽 첨가구가 다른 엽배합에 비하여 상이한 pattern을 보이고 있었다.

참 고 문 헌

- Baker, R. R. and Robinson, D. P. (1990) Tobacco combustion : The last ten years. *Recent Adv. in Tob. Sci.* 16: 3-71.
- Cain, W. S. (1980) Sensory attributes of cigarette smoking; in Banbury report 3: A safe cigarette. Cold Spring Harbor Lab., Cold Spring Harbor, New York, 239-249.
- Gordin, H. H. (1987) Intensity variation descriptive methodology: Development and application of a new sensory evaluation technique. *J. Sensory Studies* 2: 187-198.

- Hasebe, H. and Subara, S. (1999) The quality estimation of different tobacco types examined by headspace vapor analysis. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 18(5): 213-222.
- Ishiguro, S. and Sugawara, S. (1978) Gas chromatographic analysis of cigarette smoke by trimethylsilylation method. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 9(4): 218-221.
- Kaburaki, Y., Kusakabe, H. and Shigematsu, H. (1968) Lower bases of tobacco smoke, *Japan Tob. salt Pobl. Corp. Central Research Institute Sci. Paper* 110: 121-128.
- Lawrence H. G. and Little, A. D. (1987) Sensory evaluation of sidestream odor using transfer testing methodology. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 14(1): 53-59.
- Leffingwell, J. P. (1977) Nitrogenous compounds of leaf and their relationship to smoke quality and aroma. *Proc. Tob. Chem. Res. Conf.* 30th, 1-40.
- Matsushima, S., Ishiguro, S. and Sugawara, S. (1979) Composition studies on some varieties of tobacco and their smoke. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 10(1): 121-126.
- Patrianakos, C. and Hoffmann, D. (1979) Chemical studies on tobacco smoke: On the analysis of aromatic amines in cigarette smoke. *J. Anal. Toxicol.* 3: 150-154.
- Perfetti, T. A., Coleman, W. M. and Smith, W. S. (1998) Determination of mainstream and sidestream cigarette smoke components for cigarettes of different tobacco types and a set of reference cigarettes. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 18(3): 95-113.
- Sakuma, H., Kusama, M., Yamaguchi, K. and Sugawara S. (1980) Irritation and paper-burning aroma of cigarette smoke derived from cellulose. *Jpn Monop. Corp. Cent. Res. Inst. Sci. Pap.* 122, 21-31.
- Stone, H. and Sidel, J. L. (1998) Quantitative descriptive analysis: Developments, applications, and the future. *Food technology* 52(8): 48-52.
- Tso, T. C., Chaplin, J. F. and Adams, J. D. (1982) Simple correlation and multiple regression among leaf and smoke characteristics of burley tobaccos. *Beitr. Tabakforsch. Int.* 11(3): 141-150.