

# 전자코 시스템을 이용한 고추장의 향 특성 분석

## Analysis of flavour characteristics of kochujang using electronic nose system

이정우\*

신동화\*\*

김성민\*

정희원

J. W. Lee\*

D. H. Shin\*\*

S. M. Kim\*

### 1. 서론

고추장은 우리나라의 전통식품으로 세계 속의 새로운 향신 조미료로 부각하고 있으며 우리의 품격 높은 조미식문화를 세계에 알릴 수 있는 상품으로 발전하고 있다. 고추장은 탄수화물에서 생성된 당류의 단맛, 단백질 분해 작용으로 생성된 아미노산의 구수한 맛, 소금의 짠맛 등이 조화를 이루고, 숙성기간 중 생육하는 효모와 젖산균의 작용으로 생성된 알콜과 유기산에 의해 특유의 향기와 풍미를 부여하게 되는데 이것들은 고추장의 품질과 밀접한 관계를 갖고 있다(Oh et al., 1997). 전통 고추장의 제조 방법이 다른 고추장의 향 특성을 분석하여 고추장의 품질과 연관성을 살펴보기 위하여 인간의 감각 기관을 모방한 전자코 시스템을 이용하였다(Kim et al., 2002).

본 연구에서는 5개의 가스센서로 구성된 전자코 시스템을 이용하여 제조 방법이 다른 고추장의 향기 특성을 주성분 분석 및 군집 분석을 이용하여 시료의 특성과 시료와 센서들 간의 연관성과 상이성 등을 분석하고자 한다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 전자코시스템

본 연구에 사용된 전자코시스템은 전북대학교 생물자원시스템공학부에서 제작되어진 것으로 5개의 metal oxide sensor(Figaro. Co., Japan)가 포함된 가스 분석 장치이다. 전자코시스템에 사용된 센서는 General air contaminants( $S_1$ ), VOC( $S_2$ ), Butane LP gas( $S_3$ ), Methane natural gas( $S_4$ ), Alcohol organic solvents( $S_5$ ) 등의 화학 성분에 반응을 나타내고 있다. 시스템 제어와 신호획득에는 그래픽 프로그래밍 언어(LabVIEW, version 7.0, National Instruments, USA)를 사용하였으며 데이터 분석에는 상용 프로그램(PLS Toolbox, version 5.3, Mathworks, USA)을 사용하였다.

#### 나. 실험재료 및 방법

실험에 사용된 고추장은 전북대학교 응용생물공학부에서 제공 받은 것으로 표 1은 메주의 제조 방법에 대한 구성을 나타내고 있으며 표 2는 고추장 제조에 대한 구성을 나타내고 있

---

\* 전북대학교 농업생명과학대학 생물자원시스템공학부(농업과학기술연구소)

\*\* 전북대학교 농업생명과학대학 응용생물공학부

본 연구는 2004년도 한국과학재단의 지원에 의하여 연구되었음(R05-2004-000-11433-0)

다(Oh, 2005). 특성이 다른 5종류의 고추장을 향 추출 온도를 35℃로 하여 10분간 향은 수조에 넣어 동일한 조건에서 향을 3회 반복 추출하였다.

Table 3 Proximate composition (%. w/w) of *meju*.

Sample	Shape	Strains	Glutinous rice	Raw materials		
				Soybean	A. sojae <sup>1)</sup>	B. subtilis <sup>2)</sup>
A	Grain	Control				
B		A.S	40	60	0.5	0
C		A.S + B.S	40	60	0.5	0.5
D	Brick	A.S	40	60	0.5	0
E		A.S + B.S	40	60	0.5	0.5

<sup>1)</sup>A. sojae(A.S) : *Aspergillus sojae*, <sup>2)</sup>B.subtilis(B.S) : *Bacillus subtilis*

Table 4 Proximate composition (%. w/w) of *gochuiang*.

Sample	Shape	Strains	Red pepper powder	Raw materials				
				Meju powder	Meju powder	Salt	Glutinous rice	Water
A	Grain	Control						
B		A.S	27.8	0	8.9	12.5	23.8	27.9
C		A.S + B.S	27.8	8.9	0	12.5	23.8	27.9
D	Brick	A.S	27.8	0	8.9	12.5	23.8	27.9
E		A.S + B.S	27.8	8.9	0	12.5	23.8	27.9

### 가. 데이터 분석

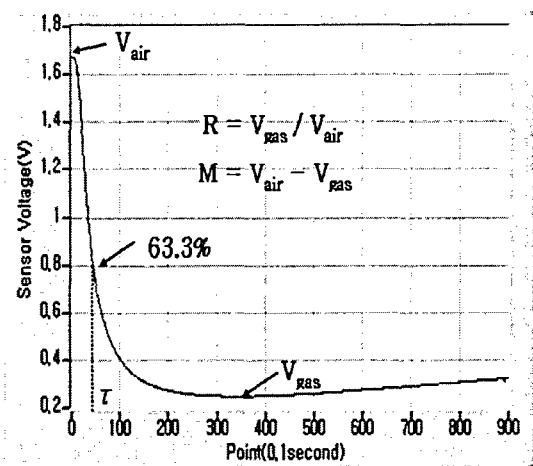


Fig. 2 Response of metal oxide gas sensor.

본 연구에서는 데이터 분석은 시료 유입 후 센서의 최대 전압 값( $V_{air}$ ), 최소 전압 값( $V_{gas}$ )을 이용하여 센서의 변화 전압 비율을  $R = V_{gas}/V_{air}$ 이라고 하고 센서의 전압 변화량  $M = V_{air} - V_{gas}$  과 전압 변화량의 63.3%에 도달하는데 걸리는 시간 즉, 시상수( $\tau$ )를 변수로 사용하였다.

각각의 변수에 대한 주성분분석이 이용하여 향 특성에 따른 고추장의 분류와 변수들 사이의 차이를 분석하고 군집분석을 이용하여 고추장 분류와 센서 사이의 연관성과 상이성을 분석하였다. 그림 1은 시료 A에 대한 센서  $S_1$ 에 대한 응답과 데이터 분석에 사용된 변수를 나타내고 있다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 주성분 분석을 이용한 데이터 분석

전자코 시스템의 5개 센서로부터 얻어진 센서의 전압 비율(R), 전압의 변화량(M), 시상수( $\tau$ )를 측정 변수로 하여 각각의 고추장에 대한 주성분 분석을 실시하였다. 그림 2에서 알 수 있듯이 센서 전압 비율(R)에 대한 주성분 분석은 PC1 축으로는 고추장 A가 확연히 분류되고 PC2 축으로는 고추장 C와 고추장 E가 분류가 가능함을 보였으며 센서 전압 변화량(M)에 대한 주성분 분석에서는 시료 A와 B가 확연히 분류 되었지만 시료 C, D, E에 대해서는 분류가 어렵게 나타났다. 그림 3은 과도 응답 변수인 시상수( $\tau$ )에 대해 주성분 분석을 실시한 결과 센서 전압 비율(R)과 전압의 변화량(M)에 비해 모든 시료에 대해 확실 구분되는데 이것은 정상응답 변수 보다 과도응답 변수가 고추장의 향에 대한 분류가 더 잘 적용될 수 있음을 알 수 있다.

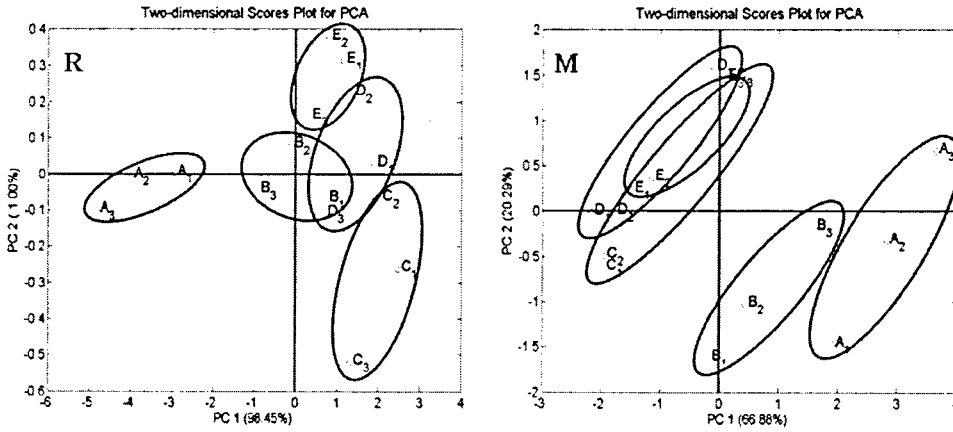


Fig. 3 Principal components plots of melon.

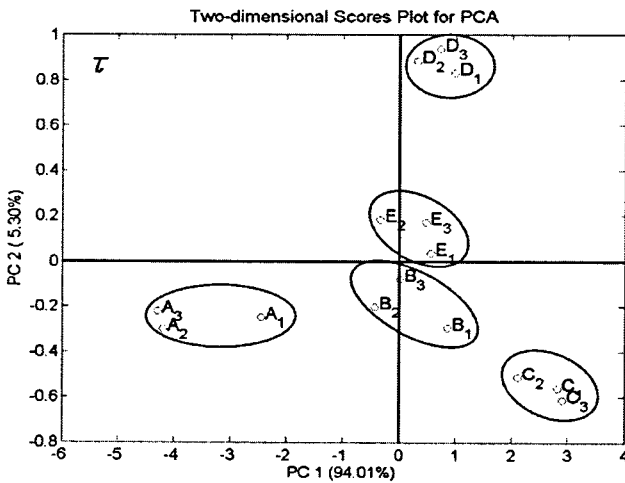


Fig. 4 Principal components plots of melon.

다. 군집 분석을 이용한 데이터 분석

그림 4의 (a)는 고추장에 대한 시상수( $\tau$ )의 군집 분석을 실시하여 각 시료에 대한 연관성을 살펴보고자 하였다. 같은 종류의 시료에 대하여 군집이 형성되고 거리가 짧게 나타났다. 그림 4의 (b)는 센서에 대한 시상수( $\tau$ )의 군집 분석을 실시하여 센서의 연관성과 상이성을 살펴보고자 하였다. 측정 변수에 대하여 3번 센서와 4번 센서는 높은 연관성을 보이는데 센서의 최적화 과정을 고려하기 위해 3번 센서와 유사한 4번 센서를 제외하고 시상수( $\tau$ ) 대하여 주성분 분석을 실시한 결과 그림 6에서 알 수 있듯이 5종류의 고추장 시료에 대하여 확연히 분류되어지는 것을 볼 수 있으며 5개 센서를 모두 사용한 그림3과도 비교해도 좋은 결과를 얻었다. 결과적으로 전자코 시스템 설계 과정에서 불필요한 센서를 줄이고 시스템을 최적화하는데 유용한 자료로 사용 될 것이다.

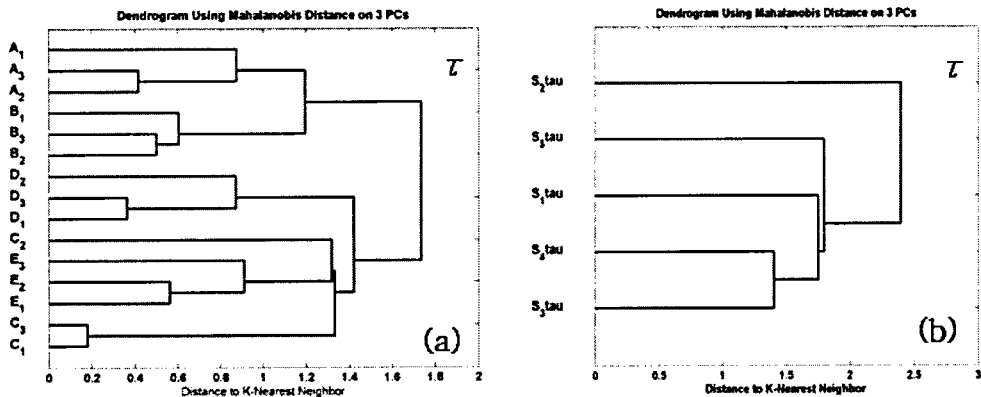


Fig. 5 Dendrogram of MOS using autoscaling and distance on 3PCs.

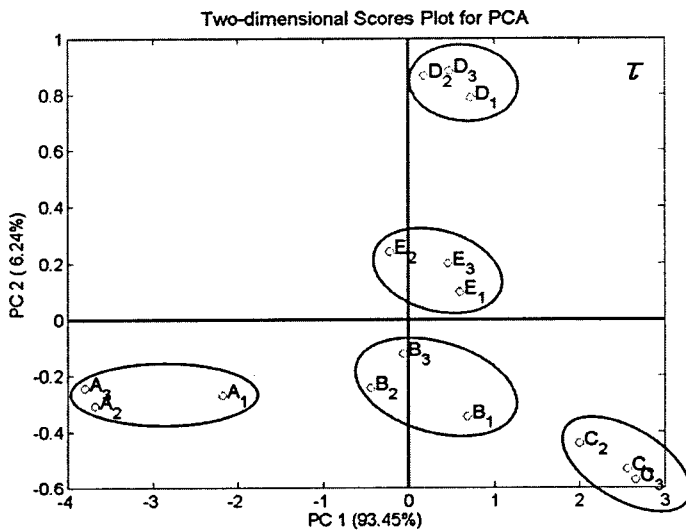


Fig. 6 Principal components components plots of melon for 4 sensor.

#### 4. 요약 및 결론

이제 까지 전자코 시스템을 이용하여 가스센서의 전압 변화에 의한 R, M,  $\tau$ 의 변수를 통한 주성분 분석과, 군집분석으로 고추장의 향 특성을 분석하고자 하였다. 주성분 분석을 실시한 결과 정상응답의 변수인 R, M에 비해 과도응답의 변수인  $\tau$ 에 의하여 고추장 제조 방법 특성에 따른 분류가 더 잘 이루어졌다. 그리고 고추장과 센서에 대한 과도응답 변수인 시상수( $\tau$ )의 군집 분석을 실시하여 각각의 고추장과 센서들 사이의 연관성과 상이성을 살펴 보았고, 이것을 이용하여 연관성이 높은 두개의 센서 중 하나의 센서를 제거하여 주성분 분석을 실시한 결과 다섯 개 센서를 모두 사용 것과 유사한 결과를 얻었다. 결과적으로 전자코 시스템의 고추장과 같은 발효식품의 향 특성 분석에 있어 변수의 선택과 센서의 최적화 과정에서 유용한 자료를 활용 될 것으로 사료된다.

#### 5. 참고문헌

1. Oh, H. I, and J. M. Park. 1997. Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* prepared with of different fermentation period during aging. Korean Food Science Technology. 29 : 1158~1165.
2. Kim, S. M. and B. S. Noh. 2002. Characteristics of shelf-life of soybean curd by electronic noses. KSAM. 27(3):241~248.
3. Oh, B. C. 2005. Quality improvement of traditional *kochujang* using *meju* fermented by pure microbes. Korean Food Science Technology. 6~10.
4. Noh, B. S., J. Y. Choi, T. S. Lee. and S. O. Park. 1997. Changes of volatile flavor compounds in traditional *kochujang* during fermentation. Korean Food Science Technology. 29(4):745~751.
5. Noh, B. S., J. Y. Choi, T. S. Lee. and S. O. Park. 2000. Characteristics of volatile compounds in kochujangs with *meju* and soybean koji during fermentation. Korean Food Science Technology. 32(5):10355~1042.