

가스센서를 이용한 멜론의 향 특성 분석

Analysis of flavour characteristics of melon using gas sensors

이정우*

김성민*

정희원

J. W. Lee

S. M. Kim

1. 서론

멜론은 과실 특유의 향과 당도가 높고 혈액을 맑게 하여 심장병, 뇌졸중 예방에 도움이 되며 암 예방과 같은 효능이 있어 여름철 기호식품으로 소비량은 계속 증가하는 추세에 있다(Lee et al., 2003). 특히 멜론의 품질은 당도, 질감과 함께 향기와 밀접한 관계를 가지고 있는데 멜론의 후숙과정에서 당도의 증가는 과육의 안쪽부터 바깥쪽으로 차츰 올라가는데 그렇기 때문에 멜론의 외부의 향 특성은 전체 품질과 밀접한 관계를 하고 있다(Kim et al., 2003). 그러나 멜론과 같은 과일의 향을 측정하는 방법으로는 관능검사와 GC 또는 GC/MS 방법이 주로 사용되었는데 관능검사의 경우 순응현상과 환경을 영향을 받으며 개인의 차이에 의한 향의 강도와 특징은 알 수가 없으며 GC/MS의 경우 혼합기체의 분리 및 정성, 정량 분석은 적합하지만 복잡한 전처리과정에서 비파괴적인 분석이 불가능하며 각 성분에 의한 상호작용에 의한 향 특성을 표현 할 수가 없다. 이러한 단점을 극복하기 위해 인간의 후각 체계를 모방한 후각 신경 세포 역할을 하는 다중 센서 기술과 향을 판단하는 인간의 후각 인지 시스템과 유사한 패턴인식 기술을 이용한 전자코시스템이 탄생하게 되었다(Kim et al., 2002). 본 연구에서는 현재 할인점에서 주로 판매되고 있는 멜론 3가지 품종을 선정하여 멜론의 후숙 과정에서 발생하는 복합적인 향기 패턴과 사용된 가스센서의 특성과 연관성 등을 분석하기 위하여 그래프 분석, 주성분분석, 군집분석과 같은 분석 방법을 사용하여 멜론의 향 특성을 분석하고자 하였다(Kim et al., 2004).

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. 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. 표 1은 전자코 시스템에 사용된 가스센서와 반응 화학 성분을 보여주고 있다.

* 전북대학교 농업생명과학대학 생물자원시스템공학부(농업과학기술연구소)

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

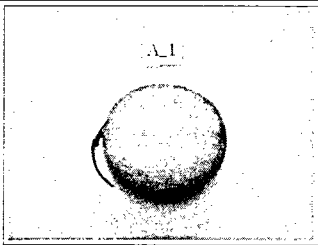
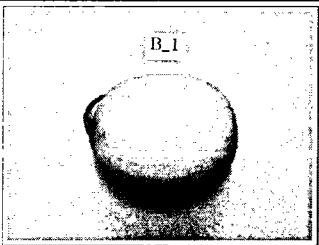
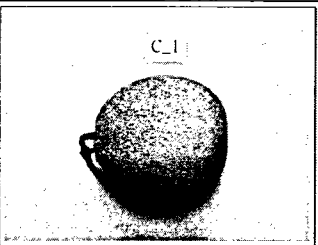
Table 1 Metal oxide sensors used in electronic nose system.

Sensor no.	Responding chemicals
S ₁	General air contaminants
S ₂	Volatile organic compound
S ₃	Butane LP gas
S ₄	Methane natural gas
S ₅	Alcohol organic solvent

나. 실험재료 및 방법

본 실험은 현재 할인점에서 주로 판매되고 있는 양구멜론, 백설멜론, 머스크멜론의 3가지 품종을 3개씩 구입하여 5 L의 스테인레스 스틸 용기에 넣어 상온에서 향기 성분을 추출하며 각각의 시료에 대하여 3회 반복 측정을 실시하였다. 그리고 멜론의 후숙 과정에서 향 특성을 분석하기 위하여 상온에서 보관하며 반복 실험을 실시하였다. 표 2는 시료로 사용된 멜론의 외관 사진을 보고 있다.

Table 4 Three different varieties of melon used in the experiment.

품 종	양구멜론(A)	백설멜론(B)	머스크멜론(C)
시 료			

다. 데이터 분석

본 연구에서는 데이터 분석은 공기에서의 센서의 전압 값(V_{air}), 시료에서의 센서의 전압 값(V_{gas})을 이용하여 센서의 전압 변화 비율 $R = V_{gas}/V_{air}$ 과 센서의 전압 변화량 $M = V_{air} - V_{gas}$ 을 변수로 사용하였다. 각각의 변수에 대한 그래프 분석을 통하여 시료와 센서의 변화를 시각적으로 분석하였으며 주성분분석과 군집분석을 이용하여 멜론 향 특성과 각 센서들 간의 연관성과 상이성을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 측정된 데이터의 그래프 분석

그래프 분석에서 사용된 데이터는 각각의 저장 시간에 대한 같은 품종의 멜론에 대한 반복 측정된 수치를 평균하여 도시하였다. 그림 2에서 알 수 있듯이 양구멜론(A)은 저장일자가 증가 할수록 향에 대한 공기의 센서 전압비율(R)이 증가하는 경향을 보이며, 백설멜론(B)은 5일 이후 향에 대한 공기의 센서 전압비율(R)이 증가하다가 급격히 감소하였고, 머

스크멜론(C)은 시간이 지날수록 향에 대한 공기의 센서 전압비율(R)이 점진적으로 감소됨을 관찰할 수 있다.

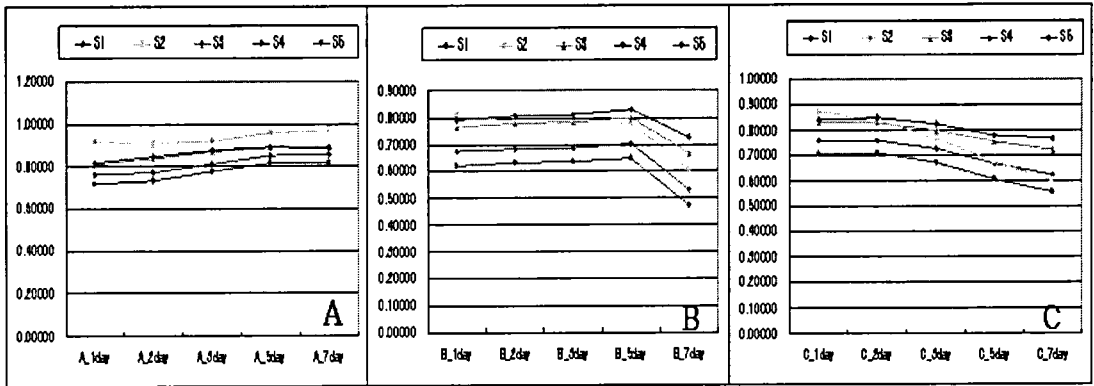


Fig. 2 Changes in $R(V_{gas}/V_{air})$ of volatile components of three different varieties of melon.

나. 주성분 분석을 이용한 데이터 분석

전자코 시스템의 5개 센서로부터 얻어진 전압의 비율(R)과 전압의 변화량(M)을 측정 변수로 하여 서로 다른 3종류의 품종에 대한 각 3개씩 9개의 멜론에 대하여 주성분 분석을 실시하였다. 그림 3에서 기여율이 높게 나타나는 PC 1을 X축으로 PC2를 Y축으로 하여 도시하였는데 같은 시료에 대해서는 군집을 형성 하였고 서로 다른 품종에 대해서는 PC2의 Y축을 기준으로 양구멜론(A)은 음수에 위치하고 머스크멜론(C)은 양수에 위치하여 구분되는 것을 알 수 있다. 이것은 가스센서에 의한 멜론 품종의 분류와 연관성을 살펴볼 수 있다. 그림 4는 멜론의 상온 후숙 과정에서(1일, 2일, 3일, 5일, 7일) 전압의 비율(R)을 측정 변수로 하여 주성분 분석을 실시하였다. 후숙 시간이 증가할수록 화살표 방향으로 이동함을 알 수 있는데 이것은 멜론의 후숙 특성과 향 특성을 보여 주고 있다.

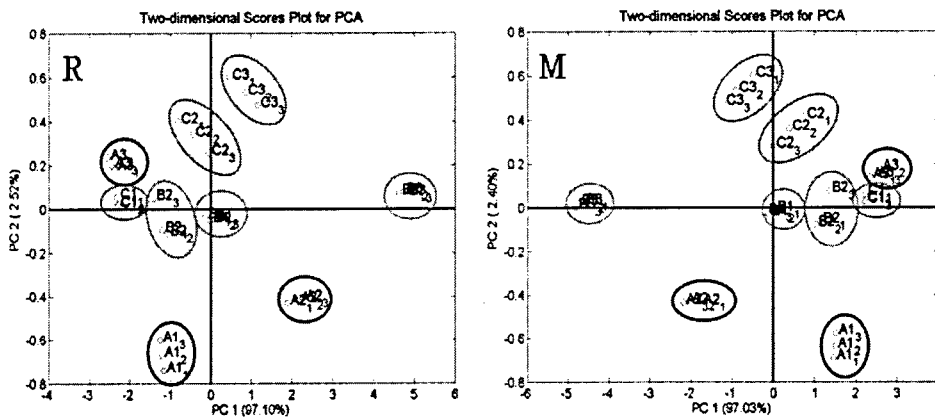


Fig. 3 Principal components plots of melon.

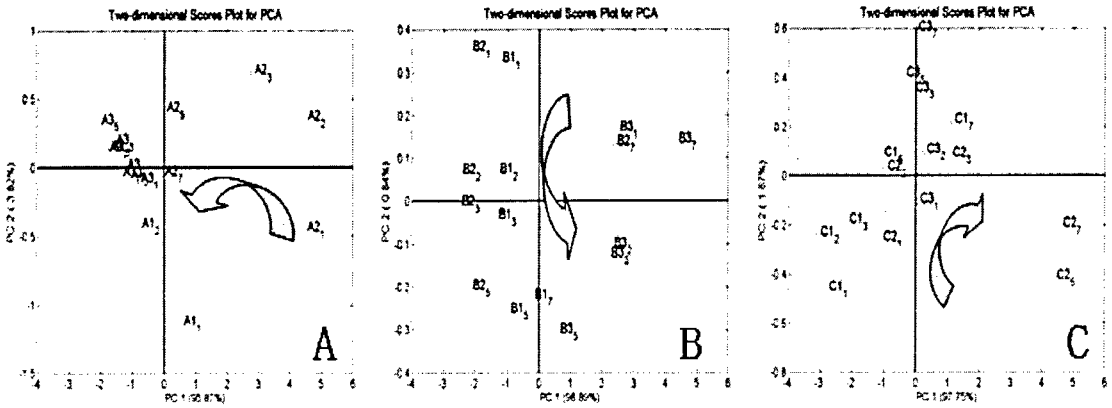


Fig. 4 Principal components plots of melon data with different storage time.

다. 군집 분석을 이용한 데이터 분석

그림 5는 센서의 전압비율을 변수로 하여 센서와 멜론에 대하여 군집분석을 실시하였다. 센서에 대한 군집분석에서는 센서 S₁과 S₃가 S₂와 S₄가 높은 연관성을 보였으며 멜론에 대한 군집분석에서도 같은 품종에 대한 군집이 형성하여 멜론의 품종간의 향 특성의 연관성과 상이성을 보여주고 있다.

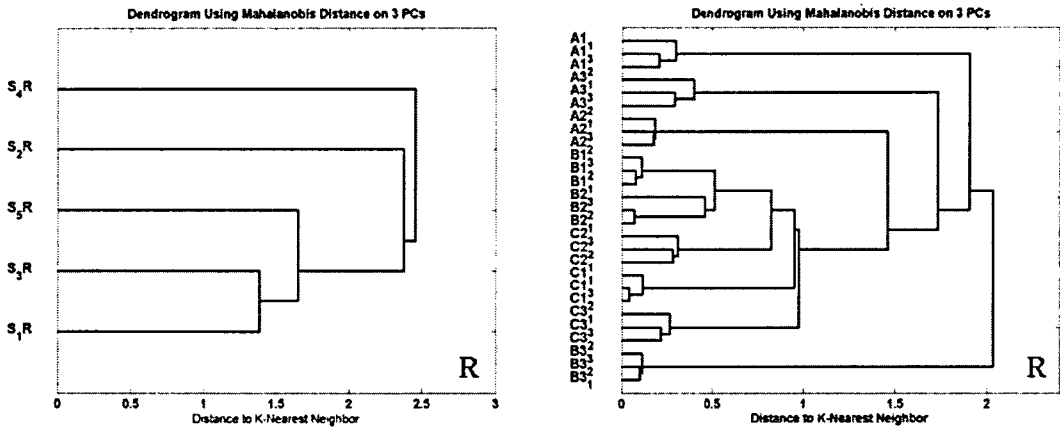


Fig. 5 Dendrogram of sensor and sample using autoscaling and distance.

4. 요약 및 결론

본 실험에서는 멜론의 품질관 관련하여 서로 다른 품종 사이의 향 특성과 후숙 과정에서 변화하는 향 특성을 분석하기 위하여 5개의 가스센서의 전압의 비율(R)과 전압의 변화량(M)을 변수로 하여 그래프분석을 이용하여 후숙 과정에서 서로 다른 품종들의 향 변화 추이를 살펴보았으며 주성분 분석을 이용하여 멜론의 향에 의한 품종 분류 가능성과 연관성을 살펴 볼 수 있었으며 후숙 과정에서 시간에 따른 향 특성의 변화 패턴도 분석 할 수 있었다. 그리고 군집 분석을 이용하여 센서와 멜론 품종에 대한 연관성과 상이성을 분석을 분석

하였다. 결과적으로 가스센서를 이용하여 멜론과 같은 과일의 향 특성을 연구하고 이를 이용하여 저장 특성과 품질에 대한 연구 및 전자코 시스템의 최적화에 활용 될 것으로 사료된다.

5. 참고문헌

1. Lee, S. W. and Z. H. Kim. 2003. Path-coefficient analysis of some characters affecting fruit sweetness in melon.. Korea. Horticultural Science. 27(5):661~665.
2. Kim, S. H, B. H. Hwang. and J. K. Kim. 2003. Compositional analysis of cell wall carbohydrates from melon fruit during their ontogeny and its relation to shelf life of harvested fruit.. Korea Horticultural Technology. 21
3. Kim, S. M. and B. S. Noh. 2002. Characteristics of shelf-life of soybean curd by electronic noses. KSAM. 27(3):241~248.
4. Kim, S. K, M. S. Lee, K. T. Lee, S. K. Park. and K. B. Song. 2004. Changes in quality of pork and beef during storage and electronic nose analysis. Korea Food Preservation .11(4):441~447.