

## 신선도표시계를 이용한 쇠고기 및 돼지고기의 저장 중 신선도 측정 및 품질 변화

신희영 · 구경주 · 박상규<sup>1</sup> · 송경빈\*

충남대학교 식품공학과, <sup>1</sup>광주과학기술원 신소재공학과

## Use of Freshness Indicator for Determination of Freshness and Quality Change of Beef and Pork during Storage

Hee Young Shin, Kyoung Ju Ku, Sang Kyu Park<sup>1</sup>, and Kyung Bin Song\*

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

<sup>1</sup>Gwangju Institute of Science and Technology

**Abstract** To determine freshness and detect changes in quality of beef and pork during storage, we manufactured a freshness indicator and monitored the surface pH, volatile basic nitrogen (VBN), thiobarbituric acid reacted substance (TBARS), total bacterial counts, electronic nose analysis, and sensory evaluation. Both beef loin and pork belly had a change in the color of the freshness indicator after storage of 6 days at 2°C. VBN and TBARS levels and total bacterial counts reached the decay point at the time of the color change of the freshness indicator attached to the surface of the beef and pork samples. Sensory evaluation also indicated that the samples were unacceptable by an “off” odor on day 6 of storage. There were significant differences in electronic nose analysis for samples from day 0, day 6, and day 10 of storage. These results suggest that this freshness indicator should be useful in determining the expiration date of beef and pork products during marketing by indicating the microbial safety as well as the physicochemical and sensory changes.

**Key words:** freshness indicator, beef and pork, quality, storage

### 서 론

최근 소비자들의 소득 증대와 건강에 대한 의식의 증가로 인하여 식품 소비 패턴의 변화 중 가장 두드러지게 나타나는 특징 중 하나는 곡류 소비의 감소와 더불어 육류의 소비가 지속적으로 증가하였다는 사실이다. 과거에는 저장기간이 긴 냉동육을 선호해 왔으나 최근에는 맛과 품질이 좋은 냉장육을 선호하는 추세이다. 또한 소비자들의 육류 구매 시 구입 가격보다는 맛과 품질의 우수성을 추구하고 있고 특히 식품의 안전성 측면을 고려하여 식품을 구입한다(1,2). 이러한 소비자의 육류를 만족시키기 위하여 차별화된 기능성 육류 제품과 고급 브랜드의 육제품들이 등장하고 있으며 또한 식품 안전성을 강조하기 위한 HACCP 지정업체 수도 증가하고 있다(3). 그러나 소비자가 육류를 구매하는 과정에서 육류의 신선함을 판별하는 방법은 아직 색이나 냄새로 확인하거나 유통기한을 확인하는 방법뿐, 신선도를 확인할 수 있는 과학적이고도 객관적인 방법이 없다. 육류는 도축 이전의 상태, 사후 숙성 여부, 저장 온도, 육류 부위별 등에 따라 부패시기 및 정도가 각각 다르므로(4), 유통 중 유통기한만으로 축

산물의 품질 및 신선도를 판단하기는 어렵다. 바코드 도입 따른 생산이력제가 표시되어 있지만 신선도 확인은 불가능 하기에 신선한 정도를 시각적으로 판별할 수 있는 과학적 방법이 제시되어야 한다.

식육의 신선도 평가 방법으로는 volatile basic nitrogen(VBN), thiobarbituric acid reacted substance(TBARS)를 측정하는 이화학적 방법, 총 세균 수를 측정하는 미생물에 의한 방법, 또는 물리적인 방법에 의하여 신선도를 측정하고 있다(5). 미생물 수 측정 방법이나 화학적 방법으로 신선도를 측정하는 데는 오랜 시간이 소요되고, 조작이 복잡하며, 작업자의 숙련도에 따라 상당한 오차가 발생하기 쉽다. 그리고 물리적인 방법은 정형화된 방법이 없기 때문에 실용화하기 어려운 단점이 있다. 그러므로 보다 신속하고도 정확한 식육의 신선도를 측정하는 기술 개발이 필요하다.

특히 식육의 저장 기간 중 pH의 변화 등 이화화적인 변화를 고려하면, 보다 간편하고도 신속한 방법으로 신선도를 측정하는 방법이 가능하다. 본 연구에서는 특정 pH에 도달하였을 때 상 변화를 나타내는 센서를 사용하였는데, 이러한 센서를 식육의 신선도에 적용한 연구는 아직 보고된 바가 없다. 특히 이러한 센서는 고가의 장비를 이용하지 않고도 저렴한 비용으로 신속하게 현장에 적용하여 실시간으로 식품의 품질 관리를 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 본 연구진이 개발한 신선도표시계를 식육에 부착함으로써 소비자들에게 신선도를 실시간으로 시각적으로 쉽게 알리게 할 목적으로, 저장 유통 중 우육 및 돈육의 품질 및 신선도를 나타내는 신선도표시계를 적용한 연구 결과를 얻어 보고하는 바이다.

\*Corresponding author: Kyung Bin Song, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea  
Tel: 82-42-821-6723  
Fax: 82-42-825-2664  
E-mail: kbsong@enu.ac.kr  
Received April 12, 2006; accepted May 22, 2006

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 연구에 사용한 시료로써, 대전에서 도축 후 24시간 경과된 돈육의 삼겹살과 우육의 등심을 사용하였다. 시료를 2.5 cm의 두께로 30 g 정도씩 잘라 시료의 표면에 신선도표시계를 부착하여 low density polyethylene(LDPE) film으로 포장하여  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 저장하였다. 각 시료는 10일 동안 저장하면서 2일 간격으로 시료를 채취하여 분석하였다.

### pH 민감성 고분자를 이용한 신선도표시계 제조

신선도표시계는 pH 민감성 단량체로 sulfonamide를 선정하여 methacryloyl chloride와 반응시켜 이온화시킨 후 DMAAm(N,N'-dimethylacrylamide) monomer와 MBAAm(N,N'-methylene bisacrylamide) 가교제를 이용하여 만든 hydrogel 매트릭스와 cellulose acetate를 이용하여 이온과 용매만 선택적으로 투과하는 반투막으로 지름 10 mm 크기의 원으로 구성되어 있다(6). 신선도표시계의 pH 민감성 부위가 식육의 표면에 부착됨으로써 저장 중 pH 변화 특성을 이용하여 특정 pH에 도달하였을 때 색이 변화하도록 함으로써 식육의 신선도를 실시간으로 나타낼 수 있도록 제작하였다.

### 표면 pH 측정

살코기와 지방이 적절히 조합되어 있는 식육의 표면에 pH-meter(Handheld portable meter, Sentron Europe, Roden, Netherlands)를 이용하여 측정하였다.

### VBN(volatil basic nitrogen) 측정

미량 확산법(7)을 이용하여 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질화 한 후 30분간 원심분리 하여 그 상등액을 Whatman No. 1로 여과하여 여과액 1 mL를 Conway unit 외실 왼쪽에 넣고 0.01 N  $\text{H}_3\text{BO}_3$  1 mL와 Conway reagent(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 50  $\mu\text{L}$ 를 Conway unit 내실에 넣었다. 외실의 오른쪽에 50%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  포화용액 1 mL를 넣고 뚜껑을 닫은 후 시료용액과 50%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  이 잘 섞이도록 천천히 흔든 후  $37^\circ\text{C}$ 에서 2시간 정지한 후 0.02 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 로 내실의 0.01 N  $\text{H}_3\text{BO}_3$  용액을 적정하여 측정하였다.

$$\text{휘발성 염기질소(mg\%)} = 0.14 \times (b-a) / W \times 100 \times d$$

a: 본 실험의 적정치(mL)

b: 공 실험의 적정치(mL)

d: 희석배수

W: 시료의 양

f: 0.02 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  표준화지수

### TBARS(thiobarbituric acid reacted substance) 측정

저장 중 신선도표시계의 반응 시점에서의 식육의 지방 산패 정도를 측정하기 위하여 2-thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)을 측정하였다. Zhu 등(8)과 Ahn 등(9)의 방법에 의하여 시료 5 g과 증류수 15 mL를 분쇄기에 넣고 분쇄한 후 시료 1 mL을 20 mM TBA(thiobarbituric acid)/15% TCA(trichloroacetic acid) 2 mL을 첨가시킨 후 vortex mixer를 이용하여 혼합하였다. 이것을  $100^\circ\text{C}$  항온수조에서, 15분간 끓인 후 실온에서 10분 동안 방치 후  $2,000 \times g$  에서 15분 동안 원심분리 후 그 상등액을 취하여 분광광도계(Milton Roy Co., Rochester, NY, USA)를 이용하여

532 nm에서 흡광도를 측정하였다. TBARS는 시료 5 g 중의 malonaldehyde(MDA)의 양을 mg으로 나타내어 표시하였다.

### 미생물 총균수 측정

총균수는 APHA 표준방법(10)에 따라 돈육의 표면 10 g을 멸균된 메스를 이용하여 채취하였다. 채취한 시료에 0.1% 멸균 펄프톤수 90 mL을 멸균 bag에 넣고 stomacher(MIX 2, AES Laboratoire, France)를 이용하여 3분 동안 균질화한 후 거즈를 이용하여 거르고 추출한 조 추출물을 0.1% 멸균 펄프톤수로 희석한 후 각각의 배지에 분주 하였다. 총균수는 plate count agar(Difco Lab., Michigan, USA)를 사용하여 평판 배양법으로  $37^\circ\text{C}$ 에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하여 colony forming unit(CFU)로 표기하였다.

### 전자코에 의한 향기 패턴 분석

식육의 저장 중 품질변화에 따른 향기 변화를 분석하여 신선도를 측정하기 위하여 3회에 걸쳐 측정하였다. 저장 중 식육의 향기 패턴 분석에 이용된 전자코(a-FOX 3000 Electronic Nose System, Alpha M.O.S., Toulouse, France)는 12개의 metal oxide sensor를 사용하였다. 12개의 센서 중 PA2, T30/1, SY/gCT1 센서는 유기용매들을 감지하고, P40/1, SY/LG 센서들은 fluoride, chloride를 감지하고, SY/G 센서는 ammonia, sulfur 화합물을 감지한다. T70/2 센서는 식품의 향기와 휘발성분들을 감지하며, P10/1, P10/2, SY/AA, SY/gCT 센서들은 non polar volatiles를 감지하며, SY/Gh 센서는 aromatic 화합물을 감지한다(11). 분석 조건은 온도  $36^\circ\text{C}$ , 압력 5 psi로 하여 dry/humid air의 비율이 20%가 되도록 공기 흐름을 150 mL/min으로 설정하였다. 저장 0, 6, 10일 시료 1 g을 20 mL vial에 취하여 incubation 시간은 10분, 온도는  $50^\circ\text{C}$ , 진탕은 500 rpm으로 하여 얻은 headspace로부터 향기 성분을 포집하여  $55^\circ\text{C}$ 로 유지되는 주사기에 취하여 0.5 mL/sec의 속도로 주입기에 주입하고 자동주입기와 시료채취기를 사용하여 6 반복으로 분석하였다. 주성분분석을 실행하여 제1 주성분 및 제2 주성분 값을 구하여 저장 중 식육의 향기 패턴을 분석하였다.

### 관능검사

식육의 저장기간에 따른 품질의 변화를 분석하기 위하여 선정된 기준에 의하여 5단계 평점으로 관능검사를 실시하였다. 선발된 관능검사 요원 10명에 의해 조사된 시료의 신선도, 조직감, 냄새, 부패정도 및 종합적 기호도에 관해 얻은 값을 Statistical Analysis System program(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 통계처리 하였다(12).

## 결과 및 고찰

### 표면 pH와 신선도표시계에 의한 식육의 신선도 측정

신선도표시계를 부착한 돈육과 우육의 저장 기간에 따른 pH 변화를 측정 한 결과, 돈육의 삼겹살과 우육의 등심의 pH는 Fig. 1과 같이 저장기간이 경과함에 따라 전체적으로 증가하는 경향을 보였는데 저장 초기 삼겹살의 pH는 5.7, 등심은 5.6으로 나타났다. 저장 6일 경과 후 삼겹살의 pH는 6.3, 등심은 6.2로 증가하였다. 이 시점에서 신선도표시계는 Fig. 2-3 과 같이 변하기 시작하였고, 실제 부패 시점의 pH와 신선도표시계 반응 시점의 pH가 일치함을 확인할 수 있었다. 또한 삼겹살과 등심의 부패 시점인 pH 6.3, 6.2에 각각 도달하였을 때 신선도표시계는 불투명

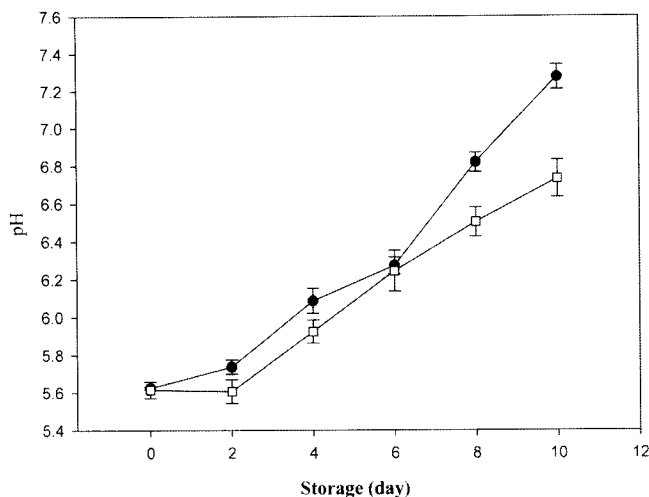


Fig. 1. Change in pH of meat during storage. ●: pork belly, □: beef loin.

하게 변하여 식육의 신선도를 나타내 주었다(Fig. 2-3). 신선도표시계의 색 변화는 신선도가 저하되어 상품 가치가 떨어졌음을 나타낸다.

Holley 등(13)의 연구에 의하면 신선육의 pH는 저장기간의 증가에 따라 점차 증가한다고 보고하였고 Demeyer 등(14)은 효소에 의한 유리 아미노산의 생성과, 숙성 중 단백질의 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성과 아미노산의 분해로 인하여 저장 중 pH가 증가한다고 보고하였다. 또한 Tak 등(1)은 지방산패에 따른 과산화물의 축적과 당과 지방의 분해로 인한 유기산, 알데하이드, 케톤, 알코올, 카보닐 등이 pH에 영향을 미친다고 보고하였는데 저장 중 식육의 pH는 신선한 상태에

서는 5.5-5.8을 나타내다 점차 증가하여 8.0에 도달하면 부패 단계에 도달한다(15).

본 연구에서는, 저장 5일째까지 돈육의 삼겹살은 신선함을 유지할 수 있었고 신선도표시계가 변하기 시작한 저장 6일째부터는 삼겹살이 부패 시점에 접근하였다고 판단된다. 우육의 등심 또한 저장 5일째까지는 신선함을 확인 할 수 있었으며 저장 6일째부터 서서히 부패 시점에 접근하여 저장 7일째는 완전히 부패하였다.

**VBN(volatil basic nitrogen) 측정**

저장기간 중 돈육의 삼겹살과 우육 등심의 VBN의 함량 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 삼겹살의 VBN은 저장 초기에는 7mg%, 등심은 10mg%이었으나 저장기간이 경과함에 따라 급속하게 증가되어 신선도표시계가 변하기 시작한 저장 6일에 VBN함량은 삼겹살은 18mg%, 등심은 15mg%로 초기 부패 수준에 근접하였다. 식품공전에서는 원료육 및 포장육에 한하여 VBN의 함량을 20mg% 이하로 규정하고 있으며, 우육에서의 VBN의 함량이 15mg% 이상이 되면 부패취를 느낄 수 있다고 Kim 등(16)과 Park 등(17)은 보고하였다.

저장 10일째에는 삼겹살은 40mg%, 등심은 20mg%로 최고치를 나타내었는데 이는 미생물이 분비하는 효소 또는 효소의 활성 변화와 관련이 있다. 육류의 저장 중 발생하는 근육 내의 단백질 분해 효소와 미생물이 분비하는 효소들에 의하여 근육 단백질이 아미노산으로 분해되고, 다시 아미노산이 저 분자의 무기태 질소로 분해되어 VBN의 함량이 증가한 것으로 판단된다(18).

**TBARS(thiobarbituric acid reacted substance) 측정**

돈육의 삼겹살과 우육의 등심의 저장 기간 중 유지의 산패 정도는 Fig. 5와 같다. TBARS 값은 지질의 산패 정도를 나타내는

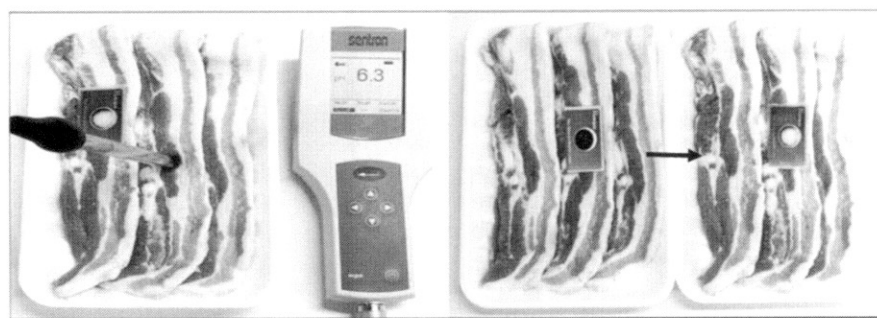


Fig. 2. Color change of freshness indicator in pork belly at decay point. The pH meter indicates the pH at decay point, and arrow shows the change in color of a freshness indicator. ●: fresh, ○: decay.

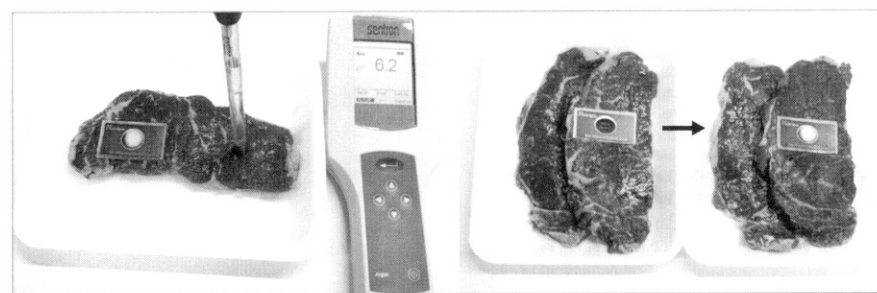


Fig. 3. Color change of freshness indicator in beef loin at decay point. The pH meter indicates the pH at decay point, and arrow shows the change in color of a freshness indicator. ●: fresh, ○: decay.

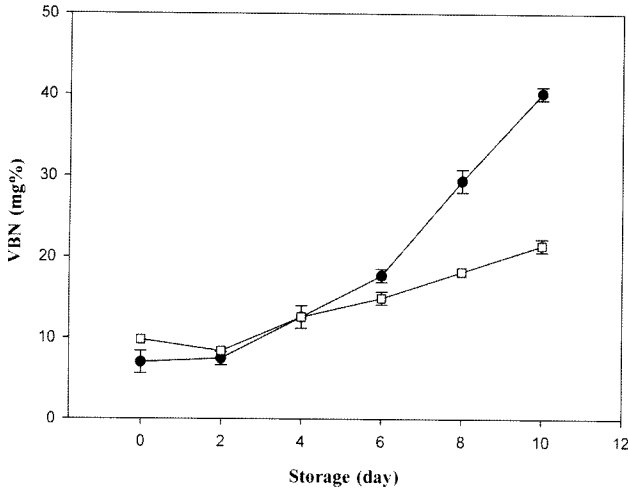


Fig. 4. Change in VBN of meat during storage. ●: pork belly, □: beef loin.

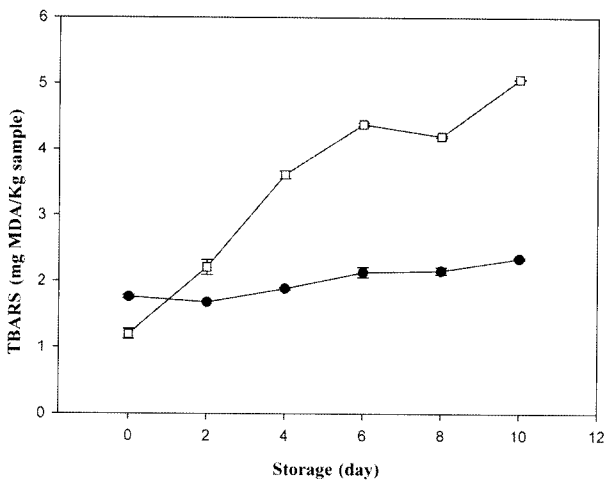


Fig. 5. Change in TBARS of meat during storage. ●: pork belly, □: beef loin.

값으로 지방의 산화에 의해 발생하는 malonaldehyde(MDA)와 thiobarbituric acid가 반응하여 생성되는 붉은색의 강도를 측정함 값으로 그 값이 크면 지방의 산패가 많이 진행되었음을 나타낸다(19). 초기 TBARS값은 삼겹살은 1.76 mg MDA/kg, 등심은 1.20 mg MDA/kg 을 나타내어 삼겹살의 값이 등심과 비교하여 높게 나타났으나 저장기간이 증가할수록 등심의 TBARS 값 증가 폭이 삼겹살 보다 컸다. 특히 신선도표시계 반응 시점인 저장 6일째에 삼겹살은 2.13 mg MDA/kg, 등심 4.38 mg MDA/kg을 나타내었다.

Brewer(20)에 의하면 TBARS 값이 저장기간 중 증가하는 이유는 지방이 산화되어 1차 생성물질인 hydroperoxide가 2차 산화생성물로 분해되어 유기산, 알데하이드, 케톤, 알코올, 카아보닐기 및 중합체 등이 계속 생성되고 또한 미생물 대사와 지방 분해 효소에 의해 생성되는 분해 물질에 의한 것이라고 보고 하였는데 본 실험의 결과 또한 저장기간이 경과함에 따라 TBARS 값이 증가한다는 Jeong 등(21)의 보고와 일치하였다.

**미생물 총균수 측정**

저장 중 삼겹살과 등심의 총균수의 변화를 측정한 결과는 Fig.

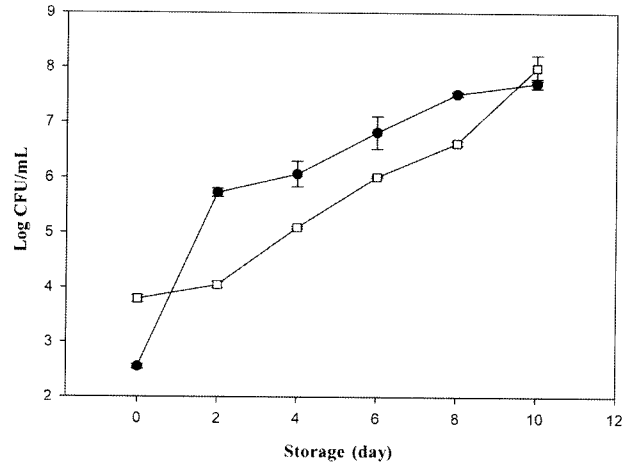


Fig. 6. Change in total aerobic bacteria of meat during storage. ●: pork belly, □: beef loin.

6과 같다. 저장기간이 증가할수록 두 시료 모두 총균수가 증가하는 경향을 나타내었다. Nottingham 등(22), Egan 등(23)에 의하면 식육의 미생물수가 6-7 log CFU/g 수준에 도달하면 부패가 시작되고 8-9 log CFU/일 때 관능적으로 받아들일 수 없는 부패취가 발생한다고 보고하였다. 신선도표시계의 반응 시점인 저장 6일째 삼겹살은 6 log CFU/g으로 등심은 8일째 6.8 log CFU/g로 부패 초기 단계임을 확인 할 수 있었다. 저장 10일째는 삼겹살의 부패가 완전히 진행된 상태로 7.7 log CFU/g, 등심은 8 log CFU/g 였는데 이는 Kim 등(24)의 보고와 일치하였다.

**전자코에 의한 향기 패턴 분석**

저장 중 신선육과 부패한 육류의 향기 성분 차이를 알아보기 위하여 전자코 시스템을 이용하였다. 기존의 냄새에 관한 품질 판정은 관능평가법, GC(gas chromatography)나 GC/MS(gas chromatography/mass spectrometer)에 의하여 이루어 지는데, 관능평가법의 경우 개인적인 차이 등에 따라 객관성이 떨어지고, GC나 GC/MS를 이용할 경우 분석에 많은 시간과 노력이 소요되는 문제점이 있다(25). 전자코는 여러 개의 신선도표시계의 배열을 이용하여 짧은 시간 내에 냄새를 구성하는 여러 가지 화학 물질의 분석이 가능하고 반복성이 뛰어나 객관적이며 신속한 품질 판정을 수행 할 수 있다(26).

저장 0일, 저장 6일, 저장 10일째의 시료가 멀리 떨어질수록 저장기간에 따른 식육의 향이 달라 전자코에서 구별되는데, 본래의 향과는 다른 부정적인 향의 변화임을 나타낸다(Fig. 7-8). 신선도표시계가 불투명하게 변한 저장 6일째의 시료는 부패가 완전히 진행된 상태보다는, 부패 초기 단계임을 나타낸다. 전자코 분석은 저장 0일, 6일, 10일 간격으로 측정하였는데, 이것은 식육의 저장 중 신선한 상태, 부패가 시작한 시점, 그리고 부패가 완전히 진행된 시점의 식육의 향기 패턴을 비교 분석하기 위해서였다.

각 12개의 센서마다 적용할 수 있는 휘발 성분이 다르기 때문에 센서 별 저장 중 식육의 향기 패턴에 관한 자료 값들을 제1 주성분을 통하여 나타내어 각 센서 별 감응도로 향기 패턴에 대한 기여율을 구하였다. 삼겹살의 제1 주성분 값의 기여율은 99.17%, 제2 주성분 값은 0.81%, 그리고 등심의 제1 주성분은 99.92%, 제2 주성분 값은 0.06%로, 저장기간 중 뚜렷한 차이를 확인할 수 있었다(Fig. 7-8). 또한 제1 주성분 값만으로도 향기 패턴의 구분에 충분함을 알 수 있었다.

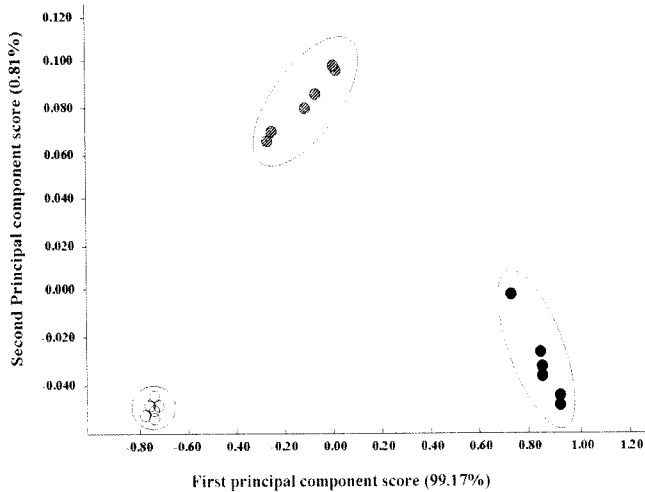


Fig. 7. Electronic nose analysis in pork belly during storage. ●: fresh, ◐: after 6 days, ○: after 10 days.

삼겹살의 경우, 저장 초기에는 제1주성분이 우측에 분포되어 있으나 저장기간의 증가에 따른 부패가 진행됨에 따라 제1 주성분이 좌측으로 분포되어 있음을 알 수 있다(Fig. 7). 또한 등심의 경우, 저장 초기에 제1 주성분은 좌측에 분포되어 있으나 저장기간이 증가하면서 제1 주성분이 우측으로 분포되어 저장 중 뚜렷한 차이를 확인할 수 있었다(Fig. 8). 저장 6일째 등심의 향기 분석 값이 삼겹살보다 저장 초기 값에 비해 그 차이가 작게 나타났는데 이는 삼겹살 보다 부패취로 인한 변화가 덜 일어났음을 의미한다. Yano 등(27)의 보고에 따르면 바이오센서를 이용하여 육류를 분석한 결과 저장기간이 경과함에 따라 xanthine와 hypoxanthine의 함량이 증가하는 것으로 보고 되었는데, 이러한 결과들은 향기 성분의 분석 만으로도 육류의 신선도와 품질 판정이 가능하다고 판단된다. 다만 전자코 분석은 기기값이 고가이고, 또한 분석 시 소모성 재료가 필요로 한다는 단점이 있다.

**관능적 품질**

저장기간 중 식육의 신선도를 측정하기 위하여 실시한 관능검사 결과는 Table 1과 같다. Kang 등(28)의 연구에 의하면 부패취

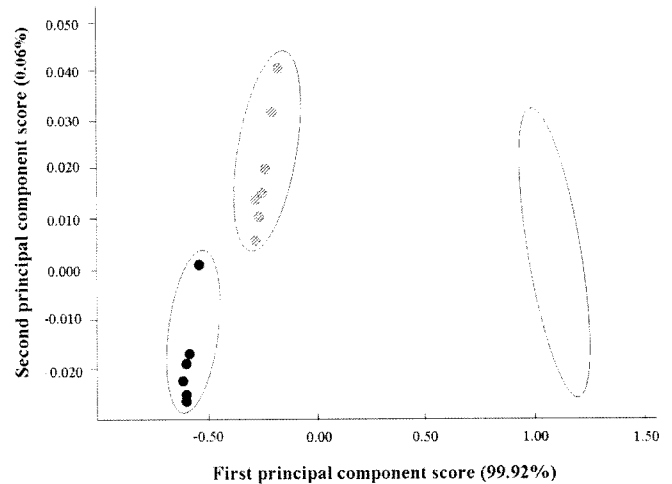


Fig. 8. Electronic nose analysis in beef loin during storage. ●: fresh, ◐: after 6 days, ○: after 10 days.

는 식육을 저장할 때 산화적 산패로 인하여 발생하는데 철분과 hemoproteins에 의한 지방산화의 촉진에 의해 발생한다고 보고 하였다. 저장 중에 신선도, 조직감, 부패, 종합적인 기호도로 비교 하였는데, 평가 점수 3.0점 이하에서는 식육의 표면에 점액질 분비가 일어 나고 암모니아와 같은 이취가 발생하는 부패 초기 단계로, 그리고 2.0이하에서는 부패 시점으로 간주하였다. 삼겹살의 경우 저장 6일째에 약간의 이취가 발생은 하지만 식용은 가능하나 저장 8일째 후에는 관능 평점이 2점을 나타내어 가식 한계점에 도달하였다. 또한 등심은 8일째에 부패 초기 단계에 들어가 저장 10일째 완전 부패하여 식용이 불가능한 상태였다.

본 연구 결과 식육의 저장 중 신선도를 측정하는 방법 중 pH, VBN, TBARS, 총균수 및 관능검사는 측정에 많은 시간이 소요 되고 연구자의 숙련도에 따른 오차가 발생하기 쉬우며, 또한 전자코 분석은 기기 값이 고가이며, 실시간으로 신선도 표시가 불가능하다는 단점이 있다. 반면에 pH 변화에 의한 신선도표시계는 신속하고 경제적이며 편리한 기술로써 식육의 저장, 유통 중 신선도 및 품질 판정을 실시간으로 쉽게 확인해 줄 수 있다고 판단된다.

**Table 1. Sensory evaluation of pork belly and beef loin during storage**

	Storage days	Freshness	Texture	Decay	Odor	Total
Pork belly	0	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>
	2	4.63 ± 0.52 <sup>a</sup>	4.63 ± 0.52 <sup>a</sup>	4.63 ± 0.52 <sup>a</sup>	4.50 ± 0.54 <sup>a</sup>	4.50 ± 0.54 <sup>a</sup>
	4	3.50 ± 0.54 <sup>b</sup>	3.50 ± 0.54 <sup>b</sup>	3.50 ± 0.54 <sup>b</sup>	3.75 ± 0.46 <sup>b</sup>	3.50 ± 0.54 <sup>b</sup>
	6	2.00 ± 0.52 <sup>c</sup>	2.50 ± 0.54 <sup>c</sup>	2.38 ± 0.74 <sup>c</sup>	2.25 ± 0.89 <sup>c</sup>	2.25 ± 0.89 <sup>c</sup>
	8	1.50 ± 0.56 <sup>d</sup>	1.63 ± 0.52 <sup>d</sup>	1.50 ± 0.54 <sup>d</sup>	1.50 ± 0.54 <sup>d</sup>	1.50 ± 0.54 <sup>d</sup>
	10	1.00 ± 0.00 <sup>e</sup>	1.00 ± 0.00 <sup>e</sup>	1.00 ± 0.00 <sup>e</sup>	1.00 ± 0.00 <sup>e</sup>	1.00 ± 0.00 <sup>d</sup>
Beef loin	0	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>
	2	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	4.75 ± 0.46 <sup>ba</sup>	4.63 ± 0.48 <sup>ba</sup>	4.88 ± 0.35 <sup>a</sup>
	4	4.75 ± 0.46 <sup>a</sup>	4.63 ± 0.52 <sup>a</sup>	4.50 ± 0.54 <sup>b</sup>	4.37 ± 0.48 <sup>b</sup>	4.38 ± 0.52 <sup>b</sup>
	6	3.88 ± 0.64 <sup>b</sup>	3.88 ± 0.54 <sup>b</sup>	3.38 ± 0.52 <sup>c</sup>	3.38 ± 0.48 <sup>c</sup>	3.38 ± 0.46 <sup>c</sup>
	8	2.50 ± 0.54 <sup>c</sup>	2.38 ± 0.54 <sup>c</sup>	2.38 ± 0.71 <sup>d</sup>	2.38 ± 0.48 <sup>d</sup>	2.25 ± 0.84 <sup>d</sup>
	10	1.50 ± 0.54 <sup>d</sup>	1.38 ± 0.54 <sup>d</sup>	1.38 ± 0.52 <sup>e</sup>	1.25 ± 0.43 <sup>e</sup>	1.25 ± 0.46 <sup>c</sup>

<sup>a-e</sup>Means ± S.D. Superscripts in the same column with the same letter are not significantly different at *p* < 0.05 level by Duncan's multiple range test.

## 요 약

식육의 신선도를 판정 할 수 있는 신선도표시계를 제작하여 냉장 저장 중 돼지고기의 삼겹살과 쇠고기의 등심의 신선도 및 품질 변화를 측정하고자 저장 중 표면 pH, VBN, TBARS, 총균수, 전자코 측정 및 관능검사를 수행하였다. 저장기간 중 삼겹살과 등심 모두 저장 6일 경과 후 신선도표시계의 색이 변하였다. 저장 기간 중 품질의 변화를 측정 한 결과 신선도표시계의 반응 시점과 같은 저장 6일에 VBN, TBARS, 총균 수의 값도 부패 시점 기준에 도달하는 값을 나타내었고 관능검사 결과도 저장 6일 이후에는 이취 등에 의하여 가식이 불가능 하였다. 전자코 분석에서도 저장 0일째, 저장 6일째, 저장 10일째의 향기 분석에 있어서 뚜렷한 차이를 보였다. 본 연구 결과는 저장 중 식육의 이화학적, 미생물학적, 관능적 변화를 고려할 때, 제작된 신선도표시계의 시료 부착을 통하여 유통 중인 식육의 신선도 측정이 가능하다고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 2005년도 농림부 농림기술개발사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Tak AB, Kim DH, Yoon SK, Lee YC. Effects of natural preservatives and storage temperatures on quality and shelf-life of fresh pork meat. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 557-561 (2005)
2. Hah KH, Jin SK, Kim IS, Song YM, Lee JR, Chung KY. Pork quality characteristics by different backfat thickness. *Korean J. Food Sci. Anim. Res.* 25: 391-396 (2005)
3. Moon SS, Shin AW, Kang GH, Joo ST, Park GB. Effects of dietary activated carbon on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of pork. *Korean J. Food Sci. Anim. Res.* 22: 145-150 (2002)
4. Kim SK, Lee MS, Lee KT, Park SK, Song KB. Changes in quality of pork and beef during storage and electronic nose analysis. *Korean J. Food Preserv.* 11: 441-447 (2005)
5. Cho SI, Kim YY, Park TS, Hwang KY. Development of beef freshness sensor using NIR spectroscopy. *J. Biosys. Eng.* 29: 539-543 (2004)
6. Park SK. A freshness indicator of foodstuffs. *Korean Patent.* 0038202 (2003)
7. KFDA. Food code. *Korea Food and Drug Administration.* Seoul, Korea. pp. 222-223 (2002)
8. Zhu MJ, Mendonca A, Ahn DU. Temperature abuse affects the quality of irradiation pork loins. *Meat Sci.* 67: 643-649 (2004)
9. Ahn DU, Olsin DG, Jo C, Chen X, Wu C, Lee JI. Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, color in raw pork patties. *Meat Sci.* 49: 27-39 (1998)
10. APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. *American Public Health Association,* Washington DC, USA (2001)
11. Intelligent Electronic Nose. *FOX User Manual.* 2nd ed. Alpha M.O.S., SA, France (1998)
12. SAS. *SAS User's Guide.* Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA (2001)
13. Holley RA, Garipey D, Delaquis P, Doyon G, Gagnon J. Static controlled atmosphere packaging retail ready pork. *J. Food Sci.* 59: 1296-1301 (1994)
14. Demeyer DI, Vandekerckhove P, Moermans R. Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci.* 3: 161-164 (1979)
15. James MJ. Mechanical and detection of microbial spoilage in meat at low temperature. *J. Milk Food Technol.* 35: 467-471 (1972)
16. Kim YJ, Park YK, Kong UY. Studies on the preservation of raw beef by gamma radiation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 4: 95-99 (1972)
17. Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. Changes in freshness of meats during postmortem storage. *Korean J. Anim. Sci.* 30: 672-677 (1988)
18. Kim IS, Min JS, Shin DK, Lee JI, Lee M. Physicochemical and sensory characteristic of domestic vacuum package pork loins for export during chilled storage. *Korean J. Anim. Sci.* 40: 401-412 (1998)
19. Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT, Dugan LRJ. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 37: 44-48 (1960)
20. Brewer MS, Harbers CAZ. Effect of packaging on physical and sensory characteristic of ground pork in long-term frozen storage. *J. Food Sci.* 56: 627-631 (1993)
21. Jeong RJ, Jong YK, Kyung ML, Cho DH. Anti-obese effects of mixture contained pin needle, black tea and green tea extracts. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 48: 375-381 (2005)
22. Nottingham PM. Microbiology of carcass meat. pp. 13-66. In: *Meat Microbiology.* Brown MH. (ed). Applied Science Publisher Ltd., London, UK (1982)
23. Egan AF, Grau FH. Environmental conditions and the role of *Brochothrix therosphaeta* in the spoilage of fresh and processed meat. pp. 211-221. In: *Psychrotroph Microorganisms in Spoilage and Pathogenicity.* Roberts TA, Hobbs G, Christian JHB, Skovgaard N.(eds.). Academic Press, New York, USA (1989)
24. Kim IS, Min JS, Shin DK, Lee JI, Lee M. Physicochemical and sensory characteristics of domestic vacuum package pork loins for export during chilled storage. *Korean J. Anim. Sci.* 40: 401-412 (1998)
25. Bartlett PN, Elliot JM, Gardner JW. Electronic noses and their application in the food industry. *Food Technol.* 51(12): 44-48 (1997)
26. Kim G, Lee KJ, Choi KH, Choi DS, Son JR, Kang S, Chang YC. Odor analysis for beef freshness estimation with electronic nose. *J. Biosys. Eng.* 29: 317-322 (2004)
27. Yano Y, Miyaguchi N, Watanabe M, Nakamura T, Youdou T, Miyai J, Numata M, Asano Y. Monitoring of beef aging using a tow-line flow injection analysis biosensor consisting of putrescine and xanthine electrodes. *Food Res. Int.* 28: 611-617 (1996)
28. Kang SN, Jang AR, Lee SO, Min JS, Lee MH. Effect of organic acid on value of VBN, TBARS, color and sensory property of pork meat. *J. Anim. Sci. Technol.* 44: 443-452 (2002)