

## 신선도표시계를 이용한 계육의 저장 중 신선도 측정 및 품질변화

신희영<sup>1</sup> · 구경주<sup>1</sup> · 박상규<sup>2</sup> · 송경빈<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 식품공학과

<sup>2</sup>광주과학기술원 신소재공학과

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

Hee-Young Shin<sup>1</sup>, Kyoung-Ju Ku<sup>1</sup>, Sang-Kyu Park<sup>2</sup> and Kyung-Bin Song<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science & Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 500-712, Korea

#### Abstract

To determine freshness and quality change of chicken products during storage, we manufactured 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. All chicken products (drum, wing, thigh) had a change in color of freshness indicator after storage of 3 days at 4°C, indicating poor quality at the time. VBN, TBARS values, and total bacterial counts reached the decay point at the time of color change of freshness indicator attached to the surface of chicken samples. The sensory evaluation also indicated sample was not acceptable by off-odor at day 4 of storage. According to electronic nose analysis to examine off-odor, there were significant differences in terms of principal component analysis values among chicken samples of day 0, day 3, and day 5 of storage. These results suggest that freshness indicator should be useful in determining expiration date of chicken products during marketing by indicating the microbial safety as well as physicochemical and sensory change.

**Key words:** freshness indicator, chicken, storage, freshness, quality

#### 서 론

최근 국내 식육의 소비 형태는 신선한 냉장육으로 기호도가 바뀌고 있는 추세이다. 특히 계육은 단백질 함량이 높고 콜레스테롤 함량이 적은 식품으로 계육의 소비는 매년 증가하고 있다(1). 특히 계육의 구매 시 소비자가 진열대에서 직접 상품을 비교 구매하는 비율이 증가하면서, 육질에 대한 만족감이나 품질 등이 계육의 상품성에 많은 영향을 미친다(2). 계육의 품질은 신선도에 크게 의존하고 있는데, 계육을 구매하는 과정에서 계육의 신선도를 판별하는 방법은 색이나 냄새, 유통기한으로 확인하는 방법 뿐 신선도를 확인할 수 있는 과학적이고도 객관적인 방법은 없다. 식육의 신선도를 측정하는 방법에는 관능적인 방법, 세균학적인 방법, 화학적인 방법, 물리적인 방법 등이 알려져 있다. 관능적인 방법은 단시간에 신선도를 판정할 수 있으나, 세균학적인 방법은 측정에 소요되는 시간이 길다는 문제가 있다(3). 또한 화학적인 방법인 pH, VBN, TBARS 등이 널리 이용되고 있으나 측정에 많은 시간이 소요되고 연구자의 숙련도에 따라

상당한 오차가 발생하기 쉬우며, 물리적인 방법은 정형화된 방법이 없기 때문에 실용화하기 어려운 단점이 있다(4,5). 우육이나 돈육은 숙성정도에 의해 품질이 향상될 수 있으나, 계육은 이에 비해 사후변화가 빠르게 일어나기에 신선도가 품질의 중요한 지표가 됨으로 계육의 신선도 표시는 중요하다.

최근 식품 품질관리와 관련된 다양한 센서의 개발이 이루어지고 있는 실정이다. 그 대표적인 예로서는 어육의 신선도 측정(6), 젓산 및 에탄올의 동시 측정(7), 효소 전극을 이용한 유산균 측정(8) 등에 이용되고 있다. 또한 식품에 존재하는 glucose, lactose 등 효소센서를 이용한 식품성분의 분석, 식품의 관능적 요소를 분석하는데 많은 활용이 이루어지고 있다(9-11). 그러나 이러한 종류의 센서응용이 아직까지 우육 및 돈육 등 육류의 신선도를 표시하는 신선도표시계 개발에 관한 연구는 아직 보고되지 않고 있다.

본 연구에서는 계육의 저장 유통 중 품질 및 신선도 측정을 위한 신선도표시계의 적용 가능성을 검토할 목적으로 계육의 부위에 따라 신선도표시계를 제작, 부착하였으며 저장 중 신선도표시계의 변화정도와 pH, TBARS, VBN, 전자코

\*Corresponding author. E-mail: kbsong@cnu.ac.kr  
Phone: 82-42-821-6723. Fax: 82-42-825-2664

분석 및 관능검사 결과와 비교, 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 계육은 대전소재 마트에서 시판되고 있는 제품을 구입하여 사용하였다. 계육의 다리, 날개, 가슴의 각 부위별로 표면에 신선도표시계를 부착하고 low density polyethylene(LDPE) film으로 포장한 다음 4°C에서 저장하였다. 각 시료는 5일동안 저장하면서 실험시료로 사용하였다.

### pH 민감성 고분자를 사용한 신선도표시계 제조

신선도표시계의 pH 단량체를 합성하기 위해서 증류수와 아세트산을 1:1로 준비한 후 sulfonamide를 첨가한 다음 NaOH를 적정량 넣고 계속 교반해주면서 용해시켰다. Sulfonamide가 완전히 용해되었을 때 methacryloyl chloride를 소량씩 떨어뜨리며 10°C 이하에서 교반한 후 고체가 형성되면 이것을 여과한 후 진공건조시켰다. 제조된 단량체에 DMAAm(N,N'-dimethylacrylamide) monomer와 MBAAm(N,N'-methylene bisacrylamide) 가교제로 1 mm 두께의 hydrogel 매트릭스를 제조하였고, cellulose acetate를 이용하여 이온과 용매만 선택적으로 투과하는 반투막으로 지름 10 mm 크기의 원으로 제조하였다(12). 신선도표시계의 pH 민감성 부위가 식육의 표면에 부착됨으로써 저장 중 특정 pH에 도달하였을 때 투명도가 변화하도록 함으로써 식육의 신선도를 실시간으로 나타낼 수 있도록 하였다.

### 표면 pH측정

계육의 표면에 표면 pH-meter(Handheld portable meter, Sentron Europe B.V, Roden, Netherlands)로 측정하였다.

### 휘발성 염기질소

휘발성 염기질소는 미량확산법(13)으로 측정하였다. 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질화한 후 2000×g에서 30분간 원심분리한 후 그 상등액을 여과지(Whatman No.1)로 여과하였다. 시료추출액 1 mL를 Conway dish 외실에 넣고, 0.01 N H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1 mL와 Conway reagent 50 µL를 Conway dish 내실에 넣었다. 외실의 오른쪽에 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 1 mL를 넣고 뚜껑을 닫은 후 시료용액과 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>이 잘 섞이도록 천천히 흔든 후 37°C에서 120분간 정치한 후 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 내실의 0.01 N H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub> 용액을 적정하였다.

### 지방 산패도 측정

저장 중 신선도표시계의 반응 시점에서의 계육의 지방산패 정도를 측정하기 위해 Ahn 등(14)과 Zhu 등(15)의 방법을 수정하여 사용하였다. 시료 5 g과 멸균수 15 mL를 분쇄기에 넣고 분쇄한 후 시료 1 mL를 2-thiobarbituric acid/trichloroacetic acid(TBA/TCA) solution 2 mL가 들어있는 disposable test tube에 넣고 vortex mixer(Vortex Genie-2,

Scientific industries, INC., Bohemia, NY, USA)로 혼합한 후 boiling water bath(Water bath circulation, Jeio Tech Co., Korea)에서 100°C에서 15분간 끓인 후 상등액을 취해 분광광도계(Milton Roy Co., Rochester, NY, USA)로 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 생육 미생물 측정

계육의 표면 10 g을 멸균된 scalpel로 채취한 후 0.1% sterile peptone water 90 mL를 첨가한 후 stomacher(MIX 2, AES Laboratoire, France)로 균질화한 후 cheese cloth로 걸러서 crude extract를 추출한 다음 0.1% sterile peptone water로 희석한 후 총균수를 확인하였다. 총균수는 plate count agar(PCA, Difco Co., Detroit, MI, USA) 배지에 분주하였고 37°C에서 48시간동안 배양하여 형성된 colony를 계수하였고 APHA(16) 표준방법에 따라 colony forming unit(CFU)/g으로 나타내었다.

### 전자코에 의한 향기패턴 분석

계육의 저장 중 품질변화에 따른 향기패턴 분석으로 신선도를 측정하기 위하여 전자코 시스템을 이용하였다. 저장 중 계육의 향기패턴 분석에 사용된 전자코( $\alpha$ -FOX 3000 Electronic Nose System, Alpha M.O.S., Toulouse, France)로 12개의 metal oxide sensor(MOS)들로 구성되어 있다. 12개의 센서 중 P40/1, SY/LG 센서들은 fluoride, chloride를 감지하고, PA2, T30/1, SY/GCT1 센서는 유기용매들을 감지하고, SY/G 센서는 ammonia, sulfur 화합물을 감지한다. P10/1, P10/2, SY/AA, SY/gCT 센서들은 non polar volatiles를 감지하고, T70/2 센서는 식품의 향기와 휘발성분들을 감지한다(17). 분석조건으로 온도는 36°C, 압력은 5 psi, dry/humid air의 비율이 20%가 되도록 공기 흐름을 150 mL/min으로 설정하였다. 0, 3, 5일동안 저장한 시료 1 g을 20 mL vial에 취해 6회 반복 실험을 하였고, incubation 시간은 10분, 진탕은 500 rpm, 온도는 50°C에서 headspace로부터 포집하였다. 여기서 얻은 향기성분을 1.5 mL/sec의 용량을 55°C로 유지되는 주사기에 취해서 0.5 mL/sec의 속도로 injection port에 주입하였다. 분석 간격은 30분으로 센서가 충분히 안정화를 이룬 다음에 분석을 실행하였다. 전자코 발생 성분의 저항값(R<sub>gas</sub>)의 변화율로 주성분분석(principal component analysis, PCA)을 실행하여 제 1주성분 및 제 2주성분 값을 측정 후 저장 중 계육의 향기패턴을 분석하였다(18).

### 관능검사

계육의 저장기간에 따른 품질의 변화를 분석하기 위하여 선정된 기준에 따라 5단계 평점으로 관능검사를 실시하였다. 선발된 panel 요원 10명에 의해 저장 중 계육의 신선도, 조직감, 냄새, 부패정도 및 종합적 기호도에 관해 얻은 값을 Statistical Analysis System program(SAS institute Inc., Cary, NC, USA)으로 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 통계 처리하였다(19).

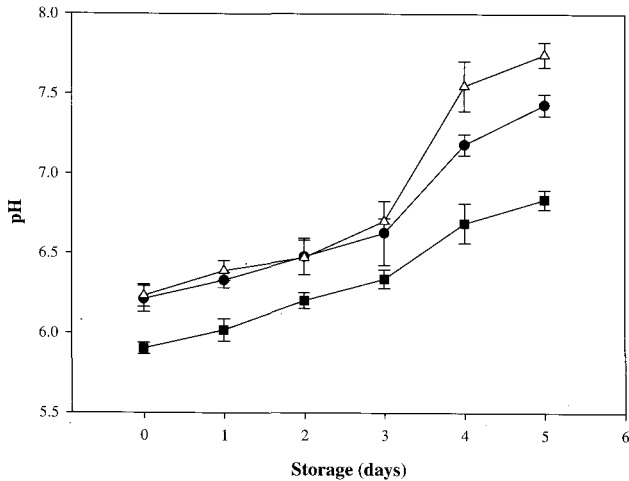


Fig. 1. Change in pH of chicken during storage. ●: drum, △: wing, ■: breast.

결과 및 고찰

표면 pH와 신선도표시계에 의한 계육의 신선도 측정

신선도표시계를 부착한 계육의 저장 중 pH 변화를 측정 한 결과, 계육의 pH는 저장기간이 경과함에 따라 전체적으로 증가하는 경향을 보였는데(Fig. 1), 이는 Park 등(20)의 연구결과와 일치하였다. pH는 저장 초기 다리가 6.21, 가슴은 5.90, 날개는 6.23으로 측정되었으며, 저장기간이 경과하면서 점차 증가하여 저장 3일 후 다리는 6.63, 가슴은 6.34, 날개는 6.70에 이르렀다. 가슴보다는 다리와 날개의 pH가 높은 값을 보였고 또한 그 변화의 폭도 크게 나타났는데 이는 지방함량의 차이에 의한 것으로 판단된다(21). 저장 3일째에 신선도표시계는 Fig. 2와 같이 불투명하게 변하기 시작하였는데 이는 실제 계육의 부패시점 pH인, 다리 6.2, 가슴 6.3, 날개 6.7로써 신선도표시계의 반응시점의 pH와 일치함을 확인할 수 있었다. 또한 각 부위가 부패시점에 각각 도달하였을 때 신선도표시계가 불투명하게 변함으로써 신선한 계육과 부패가 시작된 계육을 육안으로 확인할 수 있었다(Fig. 2). 신선도표시계의 색 변화는 가식이 불가능하고 부패하였다기보다는 신선도가 저하되어 상품가치가 떨어졌음을 제시해 준다. James(22)에 의하면 저장 중 식육의 신선한 pH는 5.5~5.8을 나타내다가 점차 증가하여 8.0에 도달하면 완전 부패단계에 도달한다고 보고한 바 있다.

본 연구에서는 저장 2일째까지 계육의 다리, 가슴, 날개 모두 신선함을 유지하다가 신선도표시계가 변하기 시작한 저장 3일째부터 신선도가 저하된다고 판단된다. 저장기간이 증가함에 따라서 pH가 상승하고 또한 계육의 가슴보다 다리와 날개의 pH가 전반적으로 높게 나타났는데 이는 Kim(23)의 보고와 일치한다. 저장기간이 경과할수록 pH가 증가하는 것은 저장 중 단백질 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소, 유리아미노산의 생성 및 암모니아 생성에 그 원인이 있으며(24), 또한 지방의 산패에 따른 과산화물의 축적, 당과 지방

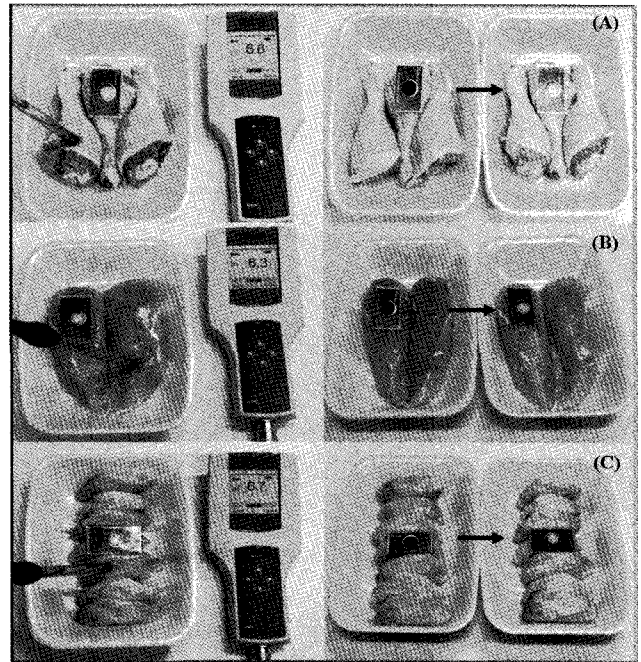


Fig. 2. Color change of freshness indicator in chicken at decay point.

The pH meter indicates the pH at decay point (day 3), and arrow shows the change in color of a sensor before and after day 3. (A): drum, (B): breast, (C): wing.

이 분해되어 유기산, 알데하이드, 케톤, 알코올, 카보닐 등이 생성되어 pH에 영향을 미치는 것으로 분석된다(25,26).

휘발성 염기질소

단백질 변성도를 나타내는 휘발성 염기질소는 식육의 변패가 진행됨에 따라 식육단백질이 아미노산과 무기태질소로 분해되는 과정 중에 생성된 질소량을 측정된 것으로 저장기간 동안에 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 3). 계육의 초기 휘발성 염기질소 함량은 다리가 9.8 mg%, 가슴은 11.2 mg%, 날개는 10.3 mg%이었으나 저장기간이 경과함에 따라 급속하게 증가하였고, 신선도표시계가 변하기 시작한 저장 3일째에 다리는 23.3 mg%, 가슴은 16.8 mg%, 날개는 28.9 mg%로 초기부패 수준에 근접하였다. 식품공전에서는 원료육 및 포장육에 한하여, 휘발성 염기질소 함량은 20 mg% 이하로 규정하고 있으며 Byun 등(4)은 15 mg% 이상에서도 단백질 변패에 의한 부패취를 느낄 수 있다고 보고하였다. 저장 5일째 다리는 45.3 mg%, 가슴은 36.9 mg%, 날개는 55.1 mg%로 최고치를 나타내었는데 이는 세균의 증식 정도와 밀접한 관계가 있음을 보여준다. 변패가 진행됨에 따라 식육단백질의 일부가 절단되면 유리아미노산, 아민류, 암모니아나 크레아틴 등 비단백태질소화합물이 증가하며 식육의 신선도 판정의 기준이 된다(27). 일반적으로 휘발성 염기태질소화합물은 육류에 많이 오염되어있는 *Pseudomonas* spp. 등과 같은 gram negative bacteria에 의해 단백질이 분해됨으로써 형성된다고 보고되었다(28).

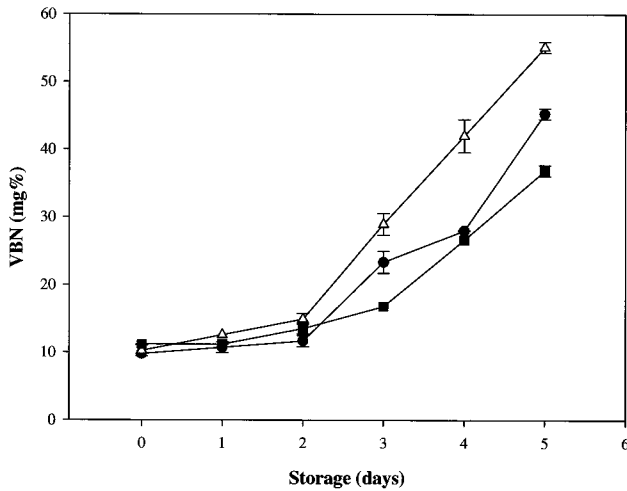


Fig. 3. Change in volatile basic nitrogen (VBN) content of chicken during storage. ●: drum, △: wing, ■: breast.

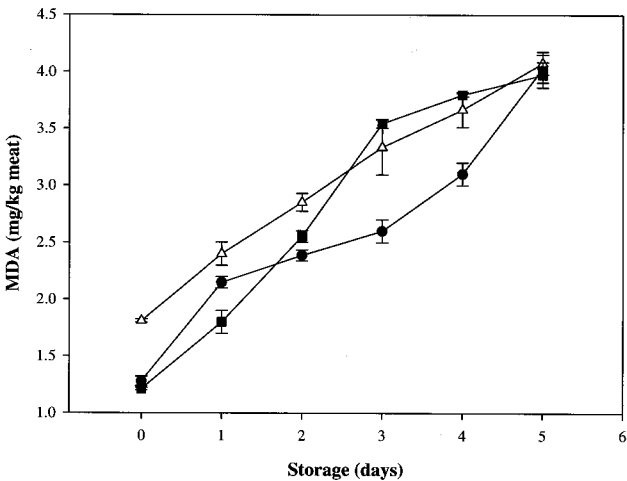


Fig. 4. Change in thiobarbituric acid reacted substance (TBARS) of chicken during storage. ●: drum, △: wing, ■: breast.

지방 산패도 측정

Fig. 4는 계육의 저장 중 TBARS(thiobarbituric acid reactive substance)값을 보여주고 있다. TBARS는 지방산패도를 측정하는 방법으로 지방의 산화에 의해 생기는 malonaldehyde와 thiobarbituric acid가 반응하여 생성되는 복합체를 spectrophotometer로 측정하는 방법이다. Brewer 등(27)은 식육의 저장기간이 경과함에 따라 TBARS의 값이 증가하는 경향을 보이고, 이는 지질산화에 의해 생성된 과산화물이 2차 산화생성물로 분해되기 때문이라고 보고한 바 있다. 계육의 초기 TBARS값은 다리가 1.3 mg MDA/kg, 가슴은 1.2 mg MDA/kg, 날개는 1.8 mg MDA/kg을 나타냈으며 저장기간이 증가할수록 지방산패도는 증가하였다. 특히 신선도표시계의 반응시점인 저장 3일째에 다리가 2.6 mg MDA/kg, 가슴은 3.5mg MDA/kg, 날개는 2.9 mg MDA/kg을 나타내었다. 식육의 숙성 중 지방은 지방분해효소에 의한

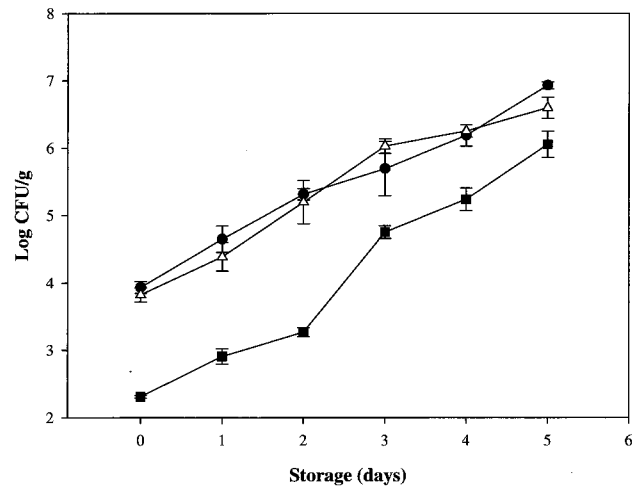


Fig. 5. Change in total aerobic bacteria of chicken during storage. ●: drum, △: wing, ■: breast.

분해와 미생물대사에 의한 산화적 변화에 의해 carbonyl complex, alcohol, ketone, aldehyde 등으로 분해된다(29). 계육의 가슴부위보다 다리와 날개부위에서 TBARS값이 현저히 높게 측정되었는데 이는 부위별 지방함량의 차이에 의한 것으로 판단된다(30).

저장 중 미생물 생육의 변화

계육의 저장 0일차 총균수는 부위별 차이를 보였는데, 다리는 3.9 log CFU/g, 가슴은 2.3 log CFU/g, 날개는 3.8 log CFU/g을 나타냈다. 신선계육의 미생물수는 4~5 log CFU/g이라는 Kim과 Lee(31)의 결과와 비교해볼 때 위생상 문제는 없다고 판단된다. 저장기간이 경과하면서 총균수는 유의적으로 증가하였는데(Fig. 5), Barnes 등(32)은 계육의 일반세균수가 6 log CFU/g이면 부패초기 단계이며 8~9 log CFU/g일 때 관능적으로 받아들일 수 없는 부패취가 발생하며 표면에 점질물 등이 생성된다고 보고하였다. 저장 4일째 총균수는 다리는 6.2 log CFU/g, 날개는 6.25 log CFU/g, 가슴은 저장 5일째에 6.1 log CFU/g으로 부패단계에 도달하였고 신선도표시계 또한 변색된 상태였다. 계육의 저장 시 일반세균수가 특정기간이 경과하면서 급격하게 증가하였는데 이는 계육의 부패시점을 판단하는데 활용할 수 있다고 판단된다.

전자코에 의한 향기패턴 분석

계육의 저장 중 신선도 변화에 따른 향기패턴을 비교, 분석하기 위해서 시료로부터 휘발성 향기를 headspace에서 획득하여 12개의 metal oxide sensor(MOS)가 장착된 전자코 시스템을 이용하였다. 계육의 부위별 향기패턴에 대한 기여율을 구하고 주성분 분석을 하였는데, Fig. 6, 7에서처럼 저장 0일차, 저장 3일차, 저장 5일차의 시료들이 멀리 떨어질수록 저장 중 향기성분에 있어서 많은 차이가 있다는 것을 뜻

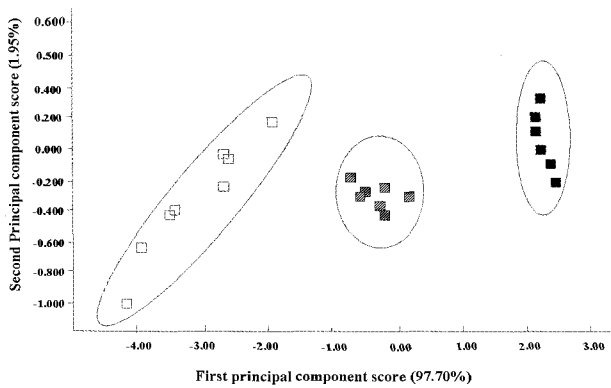


Fig. 6. Electronic nose analysis in chicken drum during storage. ■: fresh, ▨: 3 days, □: 5 days.

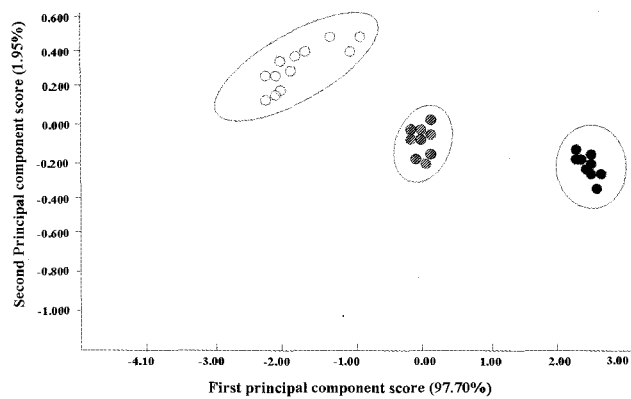


Fig. 7. Electronic nose analysis in chicken breast during storage. ●: fresh, ▨: 3 days, ○: 5 days.

한다. 즉 신선한 계육의 향과 부패하기 직전의 향, 완전히 부패가 진행된 시점의 향을 뚜렷이 구분할 수 있었다.

계육 중 지방이 적은 부위인 가슴과 많은 부위인 다리를 선정하여 전자코 분석에 의해 지방 함량 차이에 따른 향기를 분석하였다. 주성분 분석결과 전체 향패턴과 관련된 다리와 가슴부위의 제 1주성분 값의 기여율이 97.7%를 나타내었고, 저장초기 제 1주성분 값은 2.0에서 3.0사이에 집중 분포되었다. 그러나 저장기간이 경과함에 따라 다리는 -2.0에서 -3.5로, 가슴부위는 -1에서 -2사이로 집중 분포되어 이동함으로써 저장기간별 뚜렷한 향기패턴의 차이를 나타내었다. 전반적으로 계육의 저장 중 향기성분 패턴은 제 1주성분 값이 negative에서 positive로 이동하는 경향을 보였는데, 이러한 결과는 전자코 분석을 활용하여 계육의 저장 중 부패정도를 예측할 수 있음을 제시해 준다. Fig. 6, 7에서처럼 저장기간별 뚜렷한 향기패턴 차이로 인한 계육의 신선도 시점과 부패 시점을 판별할 수 있었다. 그러나 계육의 저장 중 구체적으로 어떤 성분이 변화하였는지는 이번 연구만으로 확인하기는 어려웠다. 신선도표시계가 변한 저장 3일째의 계육은 부패가 일어나진 않았지만 신선육과는 많은 차이를 보였는데, 이것은 부패단계의 시작임을 나타낸다. 기존의 향기패턴 분

석에 관한 품질판정은 관능평가법, GC(gas chromatography)나 GC/MS(gas chromatography mass spectrometer)로 이루어지는데, 관능평가법의 경우 개인적인 차이들에 따라 객관성이 떨어지나 GC/MS를 이용할 경우 분석에 많은 시간과 노력이 소요되는 문제점이 있다(33). 이에 비하여 전자코는 여러 개의 가스센서의 배열에 의해서 짧은 시간 내 냄새를 구성하는 여러 가지 화학물질의 분석이 가능하고 반복성이 뛰어나 객관적이며 신속한 품질판정할 수 있어서 식품의 품질관리 시 신선도를 측정하는데 사용할 수 있다. Yano 등(34)의 보고에 따르면 HPLC로 육류를 분석한 결과 저장기간이 경과함에 따라 xanthine와 hypoxanthine의 함량이 증가하는 것으로 보고되었는데, 이러한 결과들은 향기성분의 분석만으로도 육류의 신선도와 품질판정이 가능하다는 것을 시사한다.

관능검사

계육을 5일간 저장하면서 신선도, 조직, 부패, 종합적인 기호도를 측정, 비교하였다(Table 1). 관능검사는 고도로 혼

Table 1. Sensory evaluation of chicken during storage

	Storage (days)	Drum	Wing	Breast
Freshness	0	5.00±0.00 <sup>1)a2)</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>
	1	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.88±0.35 <sup>a</sup>	4.88±0.35 <sup>a</sup>
	2	3.75±0.46 <sup>b</sup>	3.75±0.46 <sup>b</sup>	3.75±0.46 <sup>b</sup>
	3	2.75±0.46 <sup>c</sup>	2.75±0.46 <sup>c</sup>	2.75±0.46 <sup>c</sup>
	4	1.63±0.52 <sup>d</sup>	1.75±0.46 <sup>d</sup>	1.75±0.46 <sup>d</sup>
Texture	0	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>
	1	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.88±0.35 <sup>a</sup>	4.63±0.52 <sup>a</sup>
	2	3.63±0.52 <sup>b</sup>	3.63±0.52 <sup>b</sup>	3.50±0.54 <sup>b</sup>
	3	2.63±0.52 <sup>c</sup>	2.63±0.52 <sup>c</sup>	2.75±0.46 <sup>c</sup>
	4	1.50±0.54 <sup>d</sup>	1.63±0.52 <sup>d</sup>	1.75±0.46 <sup>d</sup>
Decay	0	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>
	1	4.63±0.52 <sup>a</sup>	4.63±0.52 <sup>a</sup>	4.63±0.52 <sup>a</sup>
	2	3.38±0.74 <sup>b</sup>	3.63±0.52 <sup>b</sup>	3.50±0.54 <sup>b</sup>
	3	2.38±0.74 <sup>c</sup>	2.50±0.54 <sup>c</sup>	2.38±0.52 <sup>c</sup>
	4	1.50±0.54 <sup>d</sup>	1.50±0.54 <sup>d</sup>	1.38±0.52 <sup>d</sup>
Odor	0	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>
	1	4.63±0.52 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.38±0.52 <sup>b</sup>
	2	3.13±0.84 <sup>b</sup>	3.25±0.71 <sup>b</sup>	3.38±0.52 <sup>c</sup>
	3	2.00±0.93 <sup>c</sup>	2.13±0.84 <sup>c</sup>	2.25±0.71 <sup>d</sup>
	4	1.38±0.52 <sup>d</sup>	1.38±0.52 <sup>d</sup>	1.38±0.52 <sup>e</sup>
Total	0	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>
	1	4.63±0.52 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.38±0.52 <sup>b</sup>
	2	3.13±0.84 <sup>b</sup>	3.25±0.71 <sup>b</sup>	3.38±0.52 <sup>c</sup>
	3	2.25±0.96 <sup>c</sup>	2.13±0.84 <sup>c</sup>	2.38±0.74 <sup>d</sup>
	4	1.50±0.54 <sup>d</sup>	1.38±0.52 <sup>d</sup>	1.50±0.53 <sup>e</sup>
	5	1.13±0.35 <sup>d</sup>	1.13±0.35 <sup>d</sup>	1.13±0.35 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD.

<sup>2)</sup>Any means in the same column followed by the same letter are not significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

련된 10명의 panel에 의해 5점 기호 척도법으로 실시하였는데, 저장 1일까지는 변화를 느낄 수 없었으나 2일 경과 시점부터 품질의 변화가 나타나기 시작하였으며, 저장 4일 후에는 평가점수가 보통 이하의 결과를 나타내었다. 평가점수 2점 이하의 조건에서는 계육표면에 점액질 분비를 볼 수 있었으며 암모니아 등 불쾌취가 발생함으로 부패과정에 있음을 쉽게 알 수 있었다. 계육의 다리, 가슴, 날개 모두 저장 3일차에 약간의 이취가 발생은 했지만 식용은 가능하였으나, 저장 4일차에는 가식의 한계점에 도달하였다. 즉 저장 3일까지는 가식 가능기간이지만 저장 4일차부터는 부패되어 가식이 불가능하게 되었다. 관능검사 중 계육의 냄새에 의한 품질평가 방법은 VBN, 전자코 분석과 병행하여 실시하면 계육의 신선도를 측정할 수 있는 적절한 평가방법으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 계육의 각 부위가 저장기간이 경과함에 따라 유의적인 차이를 뚜렷이 보였는데( $p < 0.05$ ), 저장 4일을 부패시점으로 선정할 수 있었다. 부패취 항목에 있어서는 가슴보다 다리와 날개부위에서 부패취가 강하였다.

따라서 본 연구에서 수행한 계육의 신선도와 관련된 품질 변화 분석결과에 따라, 계육에 부착된 신선도표시계의 사용이 계육의 신선도를 나타내는 표시계로서 계육의 유통기한 확립에 효율적으로 이용될 수 있음을 보여준다.

## 요 약

계육의 신선도를 판정할 수 있는 신선도표시계를 제작하였고, 냉장저장 중 계육의 신선도 및 품질변화를 측정하고자 저장 중 표면 pH, VBN, TBARS, 총균수, 전자코 측정 및 관능검사를 수행하였다. 저장 중 계육의 모든 부위는 저장 3일 경과 후 신선도표시계의 색의 변화로 신선도가 저하되었음을 제시해주었다. 저장 중 품질변화를 측정한 결과 신선도표시계의 반응시점과 같은 저장 3일에 VBN, TBARS, 총균수의 값 또한 부패시점에 도달하였고, 관능검사 결과도 저장 4일 이후에는 이취 및 표면에 점질물 생성 등으로 가식이 불가능하였다. 부패취를 확인하기 위해 실시한 전자코 분석에서도 저장 0일차, 저장 3일차, 저장 5일차의 향기분석에서 주성분 분석값이 뚜렷한 차이를 보여 계육 부패시점이 3일이라는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 신선도표시계인 신선도표시계는 계육의 저장 중 신선도 확인을 실시간으로 해줌으로써 계육의 유통기한 확립 측면에서 매우 유용한 장치가 될 것으로 판단된다.

## 감사의 글

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

## 문 헌

1. Kim CR, Kim KH, Moon SJ. 1999. Microbiological evaluations of retail and refrigerated chickens in winter. *Korean J Food Sci Anim Res* 12: 109-112.
2. Kim CR. 2001. Microbiological and sensory evaluation of refrigerated chicken in summer. *J Fd Hyg Safety* 16: 16-20.
3. Fumiaki U, Uchiyama H. 1986. Low temperature storage and quality evaluation of fish. *Fishery Sci Ser* 60: 24-35.
4. Byun MW, Kwon JH, Cho HO, Lee MK, Kim JG. 1985. Physicochemical changes of gamma-irradiated chicken. *Korean J Food Sci Technol* 17: 186-191.
5. Yamamoto M, Sonehara M. 1953. An assay method for freshness of fishes by the estimation of pH value. *Bull Japan Soc Sci Fish* 9: 761-765.
6. Kim NA. 2004. Biosensors for food quality and contaminant detection. *J Food Sci Ind* 37: 4-10.
7. Kim JH, Rhie DH, Kim TJ, Noh BS. 1998. Development of biosensor for simultaneous determination of glucose lactic acid and ethanol. *Korean J Food Sci Technol* 30: 22-34.
8. Park TS, Cho SI. 2005. Information processing and interdisciplinary technology: Development of an enzyme electrode biosensor for lactic acid bacteria. *J Biosys Eng* 30: 249-253.
9. Abdel-hamid I, Atanasov P, Wilkins E. 1995. Development of a needle type glucose biosensor. *Anal Chem Acta* 313: 45-54.
10. Kinsella JE. 1987. *Seafoods and fish oils in human health and disease*. Marcel Dekker, New York, USA. p 317.
11. Cowell DC, Ewen RJ, Flynn CE, Goldie B, Hart JP, Hawkins SJ, Hitch TJ, Honeybourne CL, McCalley DV, Ratcliffe NM. 1994. Sensors for citrus fruit quality. *Life Chem Rep* 11: 333-338.
12. Park SK. 2003. A freshness indicator of foodstuffs. *Korean Patent* 0038202.
13. KFPA. 2002. *Food Code*. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. p 222-223.
14. Ahn DU, Olsin DG, Jo C, Chen X, Wu C, Lee JI. 1998. Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, color in raw pork patties. *Meat Sci* 49: 27-39.
15. Zhn MJ, Mendonca A, Ahn DU. 2004. Temperature abuse affects the quality of irradiation pork loin. *Meat Sci* 67: 673-649.
16. APHA. 1995. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19th ed. Method 4-54. American Public Health Association, Washington, DC, USA.
17. Shin JA, Kwon JH, Lee KT. 2003. Aroma analysis by the electronic nose on red ginseng powder treated with gamma radiation, methyl bromide and phosphine. *Korean J Food Sci Technol* 35: 825-829.
18. Kim SK, Lee MS, Lee KT, Park SK, Song KB. 2004. Changes in quality of pork and beef during storage and electronic nose analysis. *Korean J Food Preserv* 11: 441-447.
19. SAS. 2001. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
20. Park GB, Kim YJ, Lee HB, Kim JS, Kim YH. 1988. Changes in freshness of meat during postmortem storage. *Korean J Anim Sci* 39: 561-566.
21. Asghar A, Gray JI, Buckley DJ, Pearson AM, Booren AM. 1988. Perspective on warmed-over flavor. *Food Technol* 42: 102-108.
22. James MJ. 1972. Mechanical and detection of microbial spoilage in meat at low temperature. *J Milk Food Technol*

- 35: 467-471.
23. Kim M. 1997. Effect of lactic acid treatment on microorganisms and sensory characteristics in chickens. *Korean J Soc Food Sci* 13: 293-298.
24. Deymer DI, Vandekerckhove P. 1979. Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci* 3: 161-168.
25. Khan AW, Van Den Berg L. 1964. Some protein change during postmortem tenderization in poultry meat. *J Food Sci* 29: 537-546.
26. Field RA, Chang YO. 1969. Free amino acids in bovine muscle and their relationship to tenderness. *J Food Sci* 34: 329-335.
27. Brewer MS, Ikins WG, Harbers CA. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J Food Sci* 57: 558-563.
28. Lefebvre N, Thibault C, Charbonneau R, Piette JPG. 1994. Improvement of shelf-life and wholesomeness of ground beef by irradiation. *Meat Sci* 32: 371-380.
29. Jeong RJ, Jong YK, Lee KM, Cho DH. 2005. Anti-obese effects of mixture contained pine needle, black tea and green tea extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 375-381.
30. Choe IS, Kim IS, Samejima K, Min JS, Lee SO, Lee M. 2001. The quality attributes of chicken meats imported from Korea and other countries in Japanese market. *Korean J Food Sci Anim Res* 21: 307-313.
31. Kim BK, Lee YB. 1979. Effect of pre-slaughter handling and slaughtering method of chicken on postmortem muscle biochemistry and meat quality. *J Anim Sci Technol* 21: 515-522.
32. Barnes EM. 1976. Microbiological problems of poultry at refrigeration temperature. *J Sci Food Agric* 24: 777-781.
33. Noh BS, Yang YM, Lee TS, Hong HK, Kwon CH, Sung YK. 1998. Prediction of fermentation time of Korean style soybean paste by using the portable electronic nose. *Korean J Food Sci Technol* 30: 24-27.
34. Yano Y, Miyaguchi N, Watanabe M, Nakamura T, Youdou T, Miyai J, Numata M, Asano Y. 1996. Monitoring of beef aging using a two-line flow injection analysis biosensor consisting of putrescine and xanthine electrodes. *Food Res Int* 28: 611-617.

(2006년 4월 20일 접수; 2006년 6월 1일 채택)