

저장기간에 따른 돈육과 우육의 부위별 품질 변화 및 전자코 분석

김선경 · 이명숙 · 이기택 · 박상규¹ · 송경빈[†]

충남대학교 식품공학과, ¹광주과학기술원

Changes in Quality of Pork and Beef during Storage and Electronic Nose Analysis

Sunkyoung Kim, Myungsuk Lee, Ki-Teak Lee, Sangkyu Park¹ and Kyung Bin Song[†]

Dept. of Food Science & Technology, College of Agriculture & Life Sciences,
Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

¹Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, 500-712, Korea

Abstract

To elucidate changes in qualities of pork and beef during storage and identify decay point, beef (loin, tenderloin, plate) and pork (belly, loin, thigh) were stored at 4°C, and their pH, volatile basic nitrogen (VBN), thiobarbituric acid reacted substance (TBARS), electronic nose analysis, and sensory evaluation were performed. Belly of pork had higher values in pH, VBN and TBARS, compared to loin and thigh of pork. Electronic nose analysis clearly indicated a difference in principal component score between day 0 and day 12 of storage. Sensory evaluation showed that pork began to decay at day 4 of storage and not edible after 6 days. Loin and tenderloin of beef had higher values in pH and VBN, compared to plate of beef. Regarding TBARS, all beef samples had the similar values at the beginning of storage, but loin of beef had a drastic increase after 8 days of storage, differently from tenderloin and plate of beef. Plate of beef had lower values in overall. Electronic nose analysis of beef showed the similar results with those of pork.

Key words : beef, electronic nose, pork, storage

서 론

최근 육류의 소비 증가와 더불어 소비자들은 고품질이면서 위생적으로 안전한 식육을 선호하는 경향이 강해지고 있기에 무엇보다도 육류의 안전성 확보가 중요시 되고 있다 (1). 이러한 안전성의 문제를 해결하기 위해서는 먼저 식육에 대한 정확한 유통기한 표기가 우선시 되어야 한다. 그러나 국내에서는 아직 유통기한 표기가 제대로 이루어지지 않고 있어서 소비자가 신선한 식육을 구매함에 있어서 어려움을 겪고 있다. 또한 식육은 부위마다 단백질과 지방질 함량의 차이 등 다른 특징을 가지고 있어서 그 변패 정도가 다르기 때문에 부위에 따른 유통기한에 있어 차등을 두어야 한다. 따라서 식육 부위별 따른 부패시기를 정확히 측정하는 것은 식육의 유통기한을 선정하는데 매우 중요하다.

일반적으로 식육이 부패하게 되면 가장 먼저 나타나는 현상은 부패취이다. 현재 측정 방법으로는 관능검사와 GC/MS

분석법 등이 있으나 전자의 경우 기호도의 차이, 표현의 차이에 의해 객관적인 결과를 얻기 어렵고, 후자는 수십 가지의 peak 중 기준물질 설정이 쉽지 않다는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 최근 다양한 센서들의 개발이 이루어지고 있는데(2), 전자코는 화학 센서가 내장되어 휘발성 물질과 반응하여 특징적인 향기 패턴을 보여준다(3). Metal oxide sensor 유형의 전자코는 냄새 성분이 각각의 센서에서 전기 화학적 반응에 의해 전기적인 신호로 변환되는 원리로서 시료 간의 분별을 측정 한다(4). 전자코를 이용한 농산물의 원산지 분별(5), 휘발성 화합물의 분별(6), 우유의 신선도 예측(7), 감마선 조사된 고춧가루(8)와 육류의 분석(9), oil의 산화 분석(10) 등이 보고 되었다.

본 연구에서는 돈육과 우육의 부위별에 따른 저장 중 부패하였을 때 발생하는 품질 변화를 측정하고자 저장기간에 따른 pH, volatile basic nitrogen (VBN), thiobarbituric acid reacted substance (TBARS), 전자코 분석 및 관능검사를 수행하였다.

[†]Corresponding author. E-mail : kbsong@cnu.ac.kr,

Phone : 82-42-821-6723, Fax : 82-42-825-2664

재료 및 방법

재료 및 저장 조건

본 실험의 재료는 대전 축산물 유통 센터에서 도축한지 1일 경과한 돈육과 우육을 구입하였다. 돈육은 삼겹살, 전지, 등심, 우육은 등심, 안심, 양지를 구입하여 30 g 정도로 잘라 4℃에 저장하였다. 각 시료는 low density polyethylene (LDPE) film으로 포장하여 냉장온도(4±1℃)에서 저장하면서 2일 간격으로 이화학적 변화를 측정하였다.

pH 측정

pH는 시료 5 g을 취해 증류수 45 mL을 첨가하여 균질화시킨 후 원심 분리하여 pH meter (Corning Inc., Corning, NY, USA)를 이용하여 측정하였다.

TBARS (thiobarbituric acid reacted substance) 측정

지방 함유 식품의 산패측정은 Buege 등(11)과 Ahn 등(12)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 5 g을 취하여 증류수 15 mL을 첨가하여 균질화시킨 후 sample 1 mL을 취하여 여기에 TBA/TCA 2 mL을 첨가한 후 boiling water bath에서 100℃에서 15분간 끓인 후 상등액을 취해 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

VBN (volatile basic nitrogen) 측정

단백질의 변패 측정은 Conway 미량 확산법(13)을 이용하여 측정하였다. 시료 10 g을 취하여 증류수 90 mL을 첨가하여 균질화 한 후, 30분간 centrifuge하여 그 상등액을 여과지(Whatman No.1)를 이용하여 여과하였다. 시료 추출액 1 mL을 Conway dish 외실 왼쪽에 넣고, 0.01 N H₃BO₃ 1 mL와 Conway reagent 50 mL를 Conway dish 내실에 넣었다. 외실의 오른쪽에 K₂CO₃ 포화용액 1 mL을 넣고 뚜껑을 닫은 후 외실의 sample과 K₂CO₃을 반응시킨 후 37℃에서 120분간 방치했다. 방치한 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 봉산용액을 적정하여 측정하였다.

Odor 분석

육류의 부패취 분석은 전자코를 이용하여 측정하였다. Odor 분석에 이용된 전자코는 α -FOX 3000 Electronic Nose System (Alpha M.O.S., Toulouse, France)으로 12개의 metal oxide sensor들로 구성되어 있다(14). 분석조건은 dry/humid air의 비율이 20%가 되도록 하고, 압력은 5 psi, 온도는 36℃, air flow rate는 150 mL/min이었다. 향기성분은 20 mL vial에 시료 1 g을 취해서 각각 8회 반복 실험 하였다. Incubation

시간은 10분, 진탕은 500 rpm, 온도는 50℃로 하여 headspace로부터 포집 하였다. 여기서 얻은 향기성분 1.5 mL의 용량을 55℃ 유지되는 주사기에 취해서 0.5 mL/sec의 속도로 injection port에 주입하였다. 분석 간격은 30분으로 센서가 충분히 안정화를 이룬 다음에 분석을 실행하였다. 전자코 분석 결과 얻은 각 센서의 공기저항값 (R_{air})에 대한 시료 휘발성 성분의 저항값 (R_{gas})의 변화율로 주성분분석 principal component analysis (PCA)을 실행하여 제1주성분 값 및 제2주성분 값을 구하였다.

관능검사

각 시료에 대한 관능검사는 10명의 패널이 각 부위별로 신선도, 조직감, 부패정도 그리고 부패취에 대한 관능평가를 실시하여 최저 1점 최고 5점으로 하여 얻은 성적을 Statistical Analysis System program (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 통계 처리하였다(15).

결과 및 고찰

저장 중 pH 변화

저장 기간에 따른 돼지고기와 쇠고기의 pH 변화를 측정한 결과, 돼지고기의 pH는 저장 기간이 경과함에 따라 전체적으로 증가하는 경향을 보였는데, 삼겹살은 pH 6.05, 전지와 등심은 pH 5.35로 저장 초기부터 부위별에 따른 큰 차이를 보였다 (Fig. 1). 쇠고기의 경우 저장 초기 등심은 pH 5.9, 양지는 pH 5.5, 안심은 pH 5.75로 나타났으며 돼지고기와 마찬가지로 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하였다 (Fig. 2). Laakonen 등(16)은 돈육의 pH가 성별, 축종, 연령, 근육 부위 및 기간에 따라 차이가 난다고 보고하였으며 고 등(17)은 생축의 근육 pH는 약 7.2이지만 도축 후 글리코젠으로부터 생성된 유산이 축적되어 근육의 pH가 점차 감소하여 24시간 후에는 pH가 5.4-5.8에 도달한다고 하였는데 본 실험에서도 저장 초기에 가장 낮은 pH를 보였다. James(18)에 따르면, pH가 5.5-5.8이면 신선한 상태이지만, pH 8.0 이상부터 부패단계에 접어든다고 하였는데 돼지고기와 쇠고기는 저장 4일 후부터 급격한 pH의 증가를 보였으며, 특히, 돼지고기의 삼겹살 부위는 저장 초기부터 가장 높은 pH를 보였다. 저장 기간이 경과함에 따른 pH 증가는 단백질의 완충물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성 등에 의한 것인데(19), 박 등(20)의 연구 결과에서도 저장기간이 경과함에 따라 pH가 점차 상승하였다고 보고하였다.

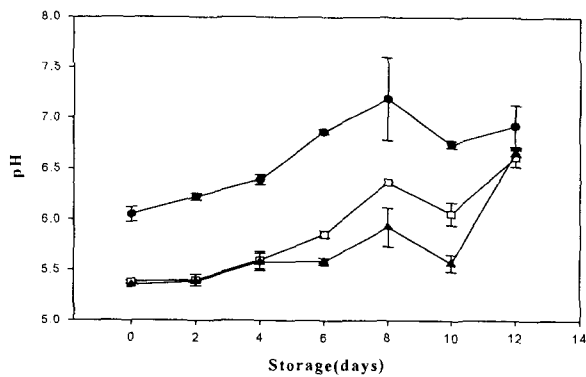


Fig. 1. Change in pH of pork during storage.

● : belly, □ : thigh, ▲ : loin.

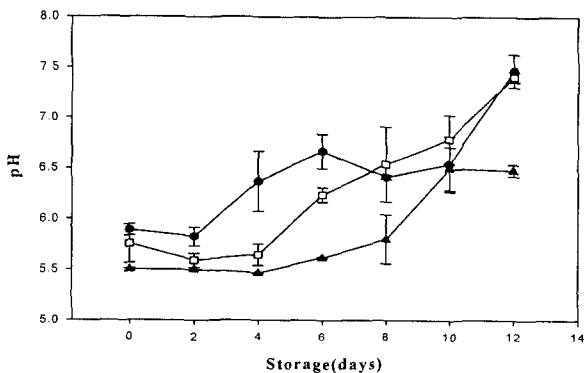


Fig. 2. Change in pH of beef during storage.

● : loin, □ : tenderloin, ▲ : plate.

TBARS (thiobarbituric acid reacted substance)

Fig. 3, 4는 저장 기간 중 돼지고기와 쇠고기의 부위별 TBARS 변화를 나타낸 것이다. 육제품의 지방산패의 지표로 사용되는 TBARS는 지방 산화에 의해 발생하는 malonaldehyde (MDA)와 thiobarbituric acid가 반응 하여 생성되는 복합체의 양을 측정하는 방법이다(21,22). 돼지고기의 부위 중 삼겹살 초기 TBARS 값은 1.98 mg MDA/kg으로 전지 1.7 mg MDA/kg, 등심 1.67 mg MDA/kg과 비교하여 크게 나타났으나, 저장 기간이 증가할수록 전지와 등심의 TBARS 값 증가 폭이 삼겹살보다 컸다(Fig. 3). 돼지고기는 전 부위에서 저장 기간이 경과함에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 쇠고기의 경우 저장 0일의 TBARS값이 등심은 2.15 mg MDA/kg, 안심은 2.22 mg MDA/kg, 양지는 1.85 mg MDA/kg로 부위별 유의적인 차이가 없었으나 저장 4일부터 등심은 다른 부위와 비교하여 TBARS 값 변화가 컸으며, 저장 10일부터는 급격히 증가하여 안심이나 양지와 큰 차이를 보였다(Fig. 4). 저장 12일에 등심은 6.39 mg MDA/kg정도 측정된 반면에 안심과 양지는 각각 3.3 mg MDA/kg, 2.79 mg

MDA/kg로 큰 폭으로 증가하지는 않았다. TBARS값이 저장 기간에 따라 증가한 것은 지방이 산화되어 생성된 과산화물이 2차 산화생성물로 분해 되기 때문이며 또한 미생물 대사와 지방분해 효소에 의해 생성되는 분해물질에 의한 것으로 설명된다(23). 본 실험의 결과는 TBARS값이 저장 기간이 경과함에 따라 증가한다는 문헌 보고(24,25)와 일치하였다.

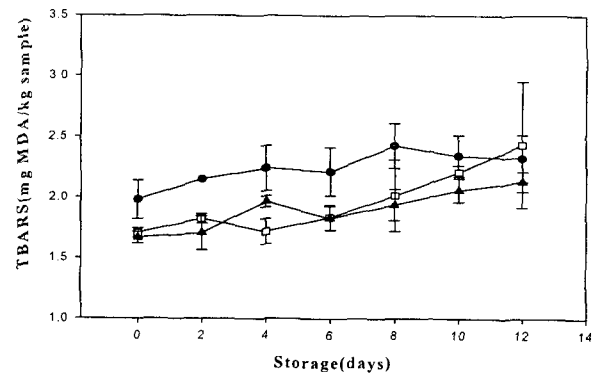


Fig. 3. Change in TBARS of pork during storage.

● : belly, □ : thigh, ▲ : loin.

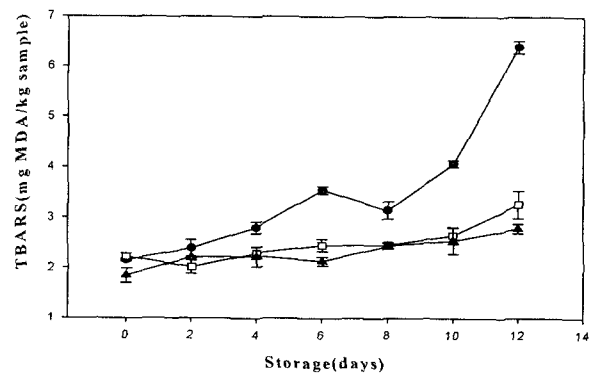


Fig. 4. Change in TBARS of beef during storage.

● : loin, □ : tenderloin, ▲ : plate.

VBN (volatile basic nitrogen)

저장기간 중 돼지고기와 쇠고기의 VBN의 함량 변화는 Fig. 5, 6과 같다. 돼지고기의 경우 저장 초기에는 삼겹살이 5.6 mg%, 전지와 등심은 10-11 mg% 정도의 비슷한 수치를 나타냈었으나 삼겹살 부위는 저장 4일에 급격히 증가하여 저장 6일에는 38.29 mg%로 등심, 전지와 비교하여 가장 큰 증가를 보였다(Fig. 5). 쇠고기는 저장 초기에 각 부위가 비슷한 VBN 수치를 보였으나 저장 기간이 경과함에 따라 부위별로 차이를 나타냈으며 양지 부위가 21.08 mg%로 가장 낮은 수치를 나타내었다(Fig. 6).

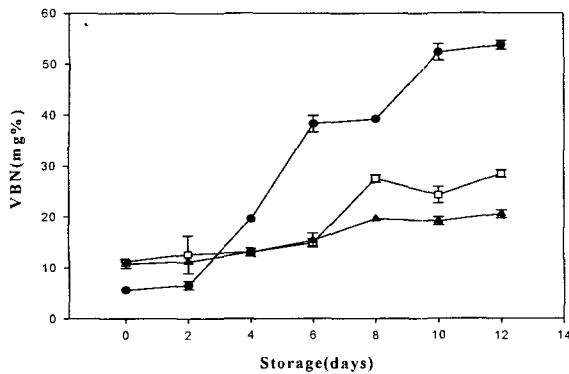


Fig. 5. Change in VBN content of pork during storage.

● : belly, □ : thigh, ▲ : loin.

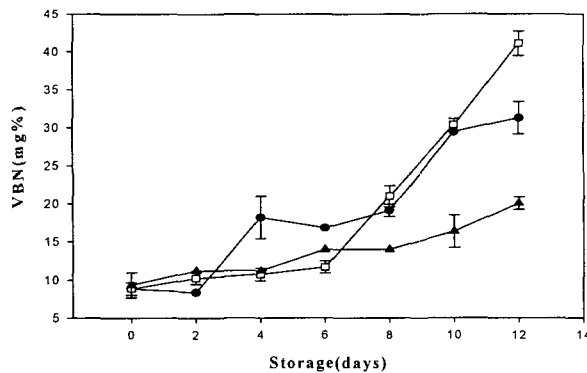


Fig. 6. Change in VBN content of beef during storage.

● : loin, □ : tenderloin, ▲ : plate.

VBN 수치가 저장 14일에 가장 크게 나온 돼지고기 삼겹살과 쇠고기의 등심, 안심은 증가폭이 각각 저장 2일, 6일, 8일을 기준으로 급속히 증가하였는데, 이는 휘발성 염기태질소와 세균 수와의 밀접한 관계 때문이다. 즉, 세균수가 증가하여 관능적으로 초기 부패가 느껴질 때까지는 휘발성 염기태질소의 증가폭이 적었지만, 부패가 급격히 진행될수록 휘발성 염기태질소의 증가 폭이 크게 변화하였기 때문이라고 판단된다(26). 각 부위별 변패에 의한 변화는 외관과 냄새만으로도 구분이 가능했다. 박 등(25)과 변 등(27)은 휘발성 염기태질소 함량이 15 mg% 이상에서 부패취를 느낄 수 있다고 하였다. 육류의 저장 중 근육단백질은 아미노산 및 저분자의 무기태질소로 분해 되는데, 이 때 생성되는 단백질 분해효소에 따른 아미노산과 펩타이드 등의 증가에 의하여 휘발성 염기태질소가 증가하고, adenosyl monophosphate (AMP)의 분해에 따른 암모니아 생성에 의해서도 영향을 받는다(28). 따라서 휘발성 염기태질소의 함량은 육류의 신선도를 평가하는 중요한 지표 중 하나인데 식품공전(29)에서는 원료육 및 포장육에 한하여 휘발성 염기태질소의 함량을 20 mg% 이하로 규정하고 있다. 따라서 본 실험에서 돼지고기 삼겹살의 경우 저장 4일에 부패시점에 도달하였고, 쇠고기

기의 안심과 등심은 저장 8일에 휘발성 염기태질소 함량이 19.14 mg% 이상으로 부패수준에 도달하였다. 돼지고기와 쇠고기의 품질변화에 있어 차이가 나는데, 이는 돼지고기와 쇠고기의 품질변화를 비교한 문헌 보고(30)와 일치하는 결과이었다.

Odor 분석

신선육과 부패한 육류의 향기 차이를 알아보기 위하여 전자코 시스템을 이용하였다. 부패 시점 판별을 위한 관능검사도 실시하였지만 빠르고, 간편하며, 많은 시료를 비교적 짧은 시간 안에 측정할 수 있는 장점을 가진 전자코 측정을 병행하였다. Fig. 7, 8에서 나타났듯이 저장 초기와 저장 말기에 측정한 시료의 제1주성분 값의 차이가 큰데, 이것은 향기성분에서 많은 변화가 일어났음을 의미하며, 또한 부패취가 강함을 나타낸다. Fig. 7은 돼지고기 중 삼겹살과 등심 부위의 향기 변화를 나타낸 것이다. 삼겹살과 등심의 저장 초기 제1주성분 값은 0.5에서 1.0 사이에 집중 분포 되어 있다. 그러나 저장 14일 후에는 등심은 0.0-0.5 사이, 삼겹살은 -2.0에서 -1.5 사이에 집중 분포하였다. 따라서 삼겹살의 경우가 등심보다 제1주성분 값의 차이가 크게 나타나므로 본래의 향기에서 이취로 더 많이 변화하였음을 알 수 있다. 등심의 경우는 그 차이는 작으나 저장 초기와 말기의 차이가 뚜렷이 나타났다. PCA에서 제2주성분의 기여율이 1.42%로 매우 작지만, 제1주성분의 기여율은 98.46%로 매우 크므로 제1주성분만으로도 향기의 구별이 가능하기에 제1주성분만으로 시료간의 차이를 비교하였다. 쇠고기의 향기 분석 결과 (Fig. 8), 쇠고기의 부위별 차가 크게 나타나지 않았으나 저장 기간에 따른 차이는 뚜렷이 확인할 수 있었다. 쇠고기의 제1주성분의 기여율은 99.67%이고, 제2주성분의 기여율은 0.29%로 관찰되었다. 쇠고기의 향기 분석 값은 돼지고기의 삼겹살보다 저장 기간 동안 차이가 적게 나타났는데, 이것은 쇠고기의 양지와 등심 부위가 삼겹살보다 부패취로의 변화가 덜 일어났음을 의미한다.

본 실험에서는 MOS 형태의 전자코 시스템을 이용하였는데 일반적으로 전자코는 metal oxide sensor (MOS) 유형과 conducting polymer sensor (CP) 유형이 있다. CP는 selectivity가 좋은 반면 sensitivity는 낮은 것으로 알려져 있고(32) MOS는 selectivity가 낮으나 sensitivity가 좋으므로 CP와 MOS를 병용하여 사용하면(33) 보다 신뢰도 높은 결과를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

관능검사

부패시점을 판별하기 위해 관능검사를 실시한 결과는 Table 1, 2와 같다. 관능검사를 실시한 돼지고기의 세 부위 중 신선도, 조직감, 부패, 부패취 등 모든 평가 항목에서 등심이 가장 늦게 부패하였다는 것을 알 수 있었다. 부패취는

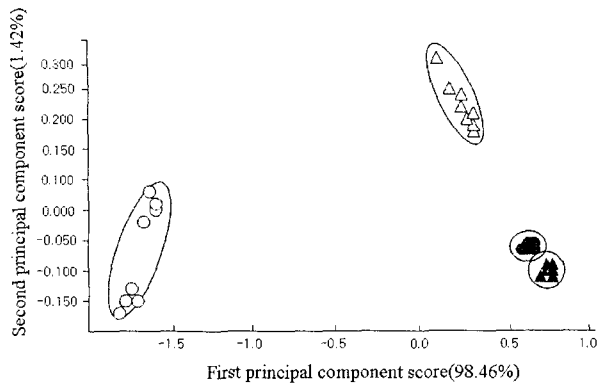


Fig. 7. Principal component analysis plot from electronic nose on pork.

● : fresh belly, ▲ : fresh loin,
○ : belly after 14 days, △ : loin after 14 days.

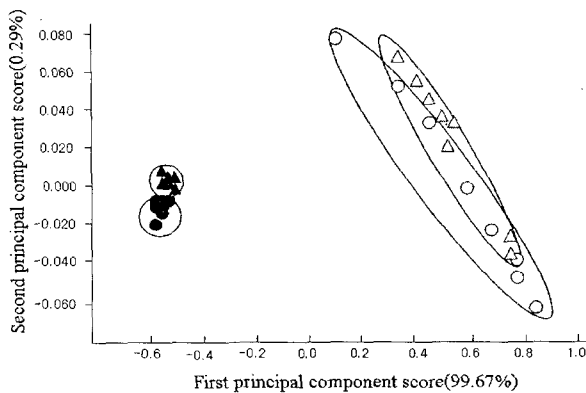


Fig. 8. Principal component analysis plot from the electronic nose on beef.

● : fresh loin, ▲ : fresh plate,
○ : loin after 14 days, △ : plate after 14 days.

저장 4일부터 삼겹살과 전지에서 발생하였으며 6일째에는 모든 부위에서 부패가 급격히 진행되어 식용이 불가능한 상태에 이르렀다. 쇠고기 관능검사는 돼지고기와 마찬가지로 각 부위가 저장 기간이 경과함에 따라 유의적인 차이를 뚜렷이 보였고 ($p < 0.05$), 저장 6일을 부패시점으로 선정 할 수 있었다. 양지 부위가 안심과 등심보다는 부패가 천천히 진행되었으나, 부위별 유의적인 차는 적었다. 그러나 부패취 항목에 있어서 돼지고기 보다 저장 8일까지 높은 점수를 얻었으며, 부정적인 향기도 약했다. 부패취는 pH가 높은 육류보다 낮은 육류에서 더 천천히 발생하고, 부패한 육류에서 발생하는 sulphurous odor도 pH가 높은 육류에서 더욱 강하고 빨리 감지된다는 보고(34)가 있는데, 본 실험에서도 pH가 낮은 돼지고기의 등심과 쇠고기의 양지 부위에서 부패취가 약하게 측정되었다.

Table 1. Sensory evaluation of pork during storage

		Loin	Thigh	Bellies
Freshness	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	5.00±0.00 ^a	4.67±0.52 ^a	4.67±0.52 ^a
	4 d	4.33±0.52 ^b	3.33±0.52 ^b	3.17±0.41 ^b
	6 d	2.17±0.75 ^c	1.50±0.55 ^c	1.83±0.41 ^c
	8 d	1.50±0.55 ^d	1.00±0.00 ^d	1.17±0.41 ^d
	10 d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
Texture	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	4.83±0.41 ^a	4.83±0.41 ^a	4.67±0.52 ^a
	4 d	4.17±0.41 ^b	3.33±0.52 ^b	3.50±0.55 ^b
	6 d	2.17±0.75 ^c	1.67±0.52 ^c	1.67±0.52 ^c
	8 d	1.33±0.52 ^d	1.00±0.00 ^d	1.17±0.41 ^d
	10 d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
Decay	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.67±0.52 ^a
	4 d	4.00±0.00 ^b	3.17±0.41 ^b	3.33±0.52 ^b
	6 d	2.17±0.75 ^c	1.33±0.52 ^c	1.33±0.52 ^c
	8 d	1.33±0.52 ^d	1.00±0.00 ^d	1.17±0.41 ^c
	10 d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^c
Odor	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	4.83±0.37 ^a	4.33±0.75 ^b	4.33±0.75 ^b
	4 d	3.83±0.69 ^b	3.17±0.37 ^c	3.17±0.37 ^c
	6 d	2.00±0.58 ^c	1.33±0.47 ^d	1.50±0.50 ^d
	8 d	1.33±0.47 ^d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
	10 d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
Total	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	5.00±0.00 ^a	4.67±0.52 ^a	4.50±0.55 ^b
	4 d	4.00±0.00 ^b	3.17±0.41 ^b	3.17±0.41 ^c
	6 d	2.17±0.75 ^c	1.5±0.55 ^c	1.67±0.52 ^d
	8 d	1.50±0.55 ^d	1.00±0.00 ^d	1.17±0.41 ^c
	10 d	1.00±0.00 ^e	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^e

^{a-e} Means ± SD. Any figures in the same column with the same letter are not significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple reage test.

Table 2. Sensory evaluation of beef during storage

		Loin	Plate	Tenderloin
Freshness	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4 d	3.33±0.52 ^b	3.83±0.41 ^b	3.50±0.55 ^b
	6 d	1.67±0.82 ^c	1.83±0.41 ^c	1.83±0.41 ^c
	8 d	1.67±0.41 ^{cd}	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
	10 d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
Texture	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4 d	3.20±0.45 ^b	3.67±0.52 ^b	3.50±0.84 ^b
	6 d	1.60±0.55 ^c	1.83±0.41 ^c	1.67±0.52 ^c
	8 d	1.40±0.55 ^{cd}	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
	10 d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
Decay	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4 d	3.33±0.82 ^b	3.33±0.52 ^b	3.00±0.64 ^b
	6 d	1.67±0.82 ^c	1.84±0.41 ^c	1.50±0.55 ^c
	8 d	1.17±0.41 ^{cd}	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
	10 d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
Odor	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	4.67±0.52 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4 d	3.00±0.63 ^b	3.33±0.52 ^b	3.00±0.63 ^b
	6 d	1.50±0.55 ^c	1.67±0.52 ^c	1.50±0.55 ^c
	8 d	1.17±0.41 ^c	1.17±0.41 ^c	1.17±0.41 ^c
	10 d	1.00±0.00 ^c	1.00±0.00 ^c	1.00±0.00 ^c
Total	0 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	2 d	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a
	4 d	3.17±0.75 ^b	3.33±0.52 ^b	3.17±0.75 ^b
	6 d	1.83±0.75 ^c	2.00±0.00 ^c	1.67±0.52 ^c
	8 d	1.17±0.41 ^c	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d
	10 d	1.00±0.00 ^c	1.00±0.00 ^d	1.00±0.00 ^d

^{a-d} Means±SD. Any figures in the same column with the same letter are not significantly different at $p < 0.05$ level by Duncan's multiple reange test.

요 약

돼지고기와 쇠고기의 부위별 저장 중 발생하는 품질 변화와 부패시점을 확인하고자 돼지고기의 등심, 삼겹살, 전지와 쇠고기의 안심, 등심, 양지 부위를 냉장 저장 하면서 pH, VBN, TBARS, 전자코 측정 및 관능검사를 수행하였다. 돼지고기의 경우 삼겹살 부위가 등심, 전지와 비교하여 pH,

VBN, TBARS에서 전반적으로 높은 결과를 나타냈고, 부패취를 확인하기 위해 실시한 전자코 분석에서는 저장 초기와 저장 말기의 주성분 분석 값이 뚜렷이 구분되었다. 부패시점을 확인하기 위해 실시한 관능검사는 저장 4일 경과 후부터 변패가 시작되어 저장 기간이 6일 경과 후부터는 식용이 불가능 한 상태에 이르렀다. 쇠고기의 경우 등심과 안심 부위가 양지와 비교하여 pH, VBN에서 현저한 차이를 보이며 큰 수치를 나타내었고, TBARS에서는 모든 부위가 저장 초기에는 비슷한 값을 보였으나 저장 기간이 경과함에 따라 등심부위의 값이 양지, 안심과 달리 급격히 증가하였다. 반면에 양지 부위는 모든 실험 항목에서 전반적으로 낮은 수치를 보였다. 전자코 분석에서는 돼지고기와 동일하게 저장 초기와 저장 말기의 PCA에 있어서 뚜렷한 차이를 보였다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 농림부 농림기술개발사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Kang, S.N., Jang, A., Lee, S.O., Min, J.S. and Lee, M. (2002) Effect of organic acid on value of VBN, TBARS, color and sensory property of pork meat. J. Anim. Sci. Technol., 44, 443-452
2. Bartlett, P.N., Elliott, J.M. and Gardner, J.W. (1997) Electronic nose and their application in the food industry. Food Technol., 51, 44-48
3. Noh, B.S., Yang, Y.M., Lee, T.S., Hong, H.K., Kwon, C.H. and Sung, Y.K. (1998) Prediction of fermentation time of korean style soybean paste by using the portable electronic nose. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 24-27
4. Shin, J.A. and Lee, K.T. (2003) The identification of blended sesame oils by electronic nose. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 648-652
5. Noh, B.S. and Ko, J.W. (1997) Discrimination of the habitat for agricultural products by using electronic nose. Food Eng. Prog., 1, 103-106
6. Aishima, T. (1991) Aroma discrimination by pattern recognition analysis of responses from semiconductor gas sensor array. J. Agric. Food Chem., 39, 752-759
7. Yang, Y.M., Noh, B.S. and Hong, H.K. (1999) Prediction of freshness for milk by the portable electronic nose. Food Eng. Prog., 3, 45-50

8. Kim, J.H. and Noh, B.S. (1999) Detection of irradiation treatment for red poppers by an electronic nose using conducting polymer sensors. *Food Sci. Biotechnol.*, 8, 207-209
9. Han, K.Y., Kim, J.H. and Noh, B.S. (2001) Identification of the volatile compounds of irradiated meat by using electronic nose. *Food Sci. Biotechnol.*, 10, 668-672
10. Yang, Y.M., Han, K.Y. and Noh, B.S. (2000) Analysis of lipid oxidation of soybean oil using the portable electronic nose. *Food Sci. Biotechnol.*, 9, 146-150
11. Buege, J.A. and Aust, S.D. (1987) Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.*, 52, 302-310
12. Ahn, D.U., Olson, D.G., Jo, C., Chen, X., Wu, C. and Lee, J.I. (1998) Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, and color in raw pork patties. *Meat Sci.*, 49, 27-39
13. 高坂知久 (1975) 肉製品の鮮度保持と, 食品工業, 18, p.105-111
14. Shin, J.A., Kwon, J.H. and Lee, K.T. (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
15. SAS (2001) SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.
16. Laakonen, E., Wellington, G.H. and Skerbon, J.W. (1970) Low temperature long-time heating of bovine muscle. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water soluble component. *J. Food Sci.*, 35, 135-141
17. Ko, M.s. and Yang, J.B. (2001) Effects of wrap and vacuum packaging on shelf life of chilled pork, *Korean J. Food & Nutr.*, 14, 255-262
18. James, M.J. (1972) Mechanical and detection of microbial spoilage in meats at low temperature. *J. Milk Food Technol.*, 35, 467-471
19. Deymer, D.I. and Vanderkhove, P. (1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci.*, 3, 161-165
20. Park, G.B., Kim, Y.J., Lee, H.B., Kim, J.S. and Kim, Y.H. (1988) Changes in freshness of meat during postmortem storage. *Korean J. Anim. Sci.*, 30, 561-566
21. Sallam, Kh.I. and Samejima, K. (2004) Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 37, 865-871
22. An, J.H. and Kim, Y.J. (2003) Effect of feeding mugwort powder on the physico-chemical properties of pork. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 23, 16-20
23. Brewer, M.S., Ikins, W.G. and Harbers, C.A.Z. (1992) TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J. Food Sci.*, 57, 558-563
24. Demeyer, D., Hoozee, J. and Meadom, H. (1974) Specificity of lipolysis during dry sausage ripening. *J. Food Sci.*, 29, 293-299
25. Park, G.B., Kim, Y.J., Lee, H.G., Kim, J.S. and Kim, Y.H. (1988) Changes in freshness of meats during postmortem storage II. Changes in freshness of beef. *Korean J. Anim. Sci.*, 30, 672-677
26. 野崎 義孝 (1992) 鶏肉の鮮度管理. 食肉の科学. 31, p.1991
27. Byun, M.W., Kwon, J.H., Chon H.O., Lee, M.K. and Kim, J.G. (1985) Physicochemical changes of gamma-irradiated chicken. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 17, 186-191
28. Davies, A. and Board, R. (1998) The microbiology of meat and poultry. Blackie Academic & Professional, London, UK. p.288
29. 한국식품공업협회 (2000) 식품공전. p.210
30. 高坂和久. (1991) 畜産物の鮮度保持. 范披書房. p.52
31. Yang, S.Y., Kim, Y.H. and Lee, M.H. (1989) The effect of cryoprotectants on the quality change of pork and beef during frozen storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 364-369
32. Hodgins, D. (1997) The electronic nose: Sensor array-based instruments that emulate the human nose. In *Techniques for Analyzing Food Aroma*, Marsili, R.(Editor), Marcel Dekker Inc, New York, U.S.A. p.50-100
33. Cho, Y.S., Han, K.Y., Kim, J.H., Kim, S.J. and Noh, B.S. (2002) Application of electronic nose in discrimination of the habitat for black rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 136-139
34. Blixt, Y. and Borch, E. (2002) Comparison of shelf life of vacuum-packed pork and beef. *Meat Sci.*, 60, 371-378

(접수 2004년 10월 11일, 채택 2004년 11월 28일)