

# 전자선 조사와 양파껍질 추출물 및 향미물질 첨가가 돈육포의 미생물학적 및 관능적 품질에 미치는 영향

김현주<sup>1</sup> · 강민구<sup>1</sup> · 조철훈<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 동물자원생명과학과

## Combined effects of electron beam irradiation and addition of onion peel extracts and flavoring on microbial and sensorial quality of pork jerky

Hyun-Joo Kim<sup>1</sup>, Mingu Kang<sup>1</sup>, Cheorun Jo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Received on 11 July 2012, revised on 7 August 2012, accepted on 10 August 2012

**Abstract :** The objective of this study was to investigate the combined effect of electron beam irradiation (EB) and onion peel extracts and selected flavorings on microbiological and sensory quality of pork jerky. Total aerobic bacteria were detected in the range of  $3.87 \pm 0.30 \sim 4.60 \pm 0.12$  log CFU/g in all samples. Addition of both onion peel extract and flavoring showed the decrease of total aerobic bacterial count in pork jerky. No viable cells were observed after EB at 4 kGy. Sensory evaluation indicated that the EB-treated pork jerky with 0.5% barbecue flavoring did not show any difference in overall acceptability compared with the control. Therefore, combined use of EB with onion peel extracts and barbecue flavoring may enhance the safety of pork jerky with proper sensory quality.

**Key words :** Pork jerky, Electron beam irradiation, Onion peel, Flavoring

### I. 서론

육포는 생고기를 양념에 숙성시킨 후 자연일광과 음건으로 건조시켜 만든 고단백 저장식품으로 영양성분이 풍부하고 특유의 조직감 및 풍미로 인해 국내뿐만 아니라 세계적으로 소비가 증가하고 있다(Oh et al., 2007).

육포는 건조된 중간수분제품으로 수분함량 및 수분활성도가 낮아 미생물 증식이 어려우나 가공 후 취급이나 포장 등으로 인한 재오염으로 미생물학적 안전성이 위협받고 있다. Nummer et al.(2004) 및 Levine et al.(2001)의 보고에 따르면 육포에서 *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* 및 *Salmonella* spp와 같은 병원성 미생물이 검출되어 이로 인한 질병이 발생되었다고 보고하였다. 특히 최근 국내에서 육포 표면에서 곰팡이 발생으로 인한 반쯤사레가 발생되어 유통식품의 안전성 확보 차원에서 문

제점으로 지적받고 있다. 따라서 육포의 위생화를 위한 보다 효과적인 살균기술이 요구되고 있다.

방사선 조사기술은 식품의 저장 중 영양 및 관능적인 품질 저하 없이 병원성 미생물을 사멸시키는 가장 효율적인 방법으로 알려져 있고, 전 세계적으로 그 사용이 증가하고 있다(Byun, 1994). 식품에 이용가능한 방사선 조사선원의 형태는 감마선, 전자선 및 엑스선이 있으며, FAO, IAEA 및 WHO와 같은 국제기구를 통해 방사선 조사는 미생물학적, 영양학적 및 독성학적으로 안전하다고 공인되었다(Byun, 1994). 그 중 감마선 조사에 의한 식품의 저장성 및 품질 변화에 관한 연구는 활발하게 이루어져 왔으나, 감마선 조사에 이용되는 방사성동위원소에 대한 소비자들의 불안감 증폭으로 인해 감마선 조사의 대안으로서 전자선 조사를 이용한 연구가 급증하고 있다(Jung et al., 2009). 전자선은 감마선에 비해 투과력이 낮은 반면에 처리시간이 짧고 처리 후 식품의 온도변화가 없는 친환경적이며, 전기로 발생시키기 때문에 소비자 수용성이 높아(Johnson and Marcott,

\*Corresponding author: Tel: +82-42-821-5774

E-mail address: cheorun@cnu.ac.kr

1999; Thayer et al., 1995) 식품산업에서의 이용 가능성을 증진시키고 있다.

육류 및 난류 등과 같은 동물성 식품에 위생화를 위해 방사선을 적용한 연구 사례들이 보고된 바 있다(Yun et al., 2010; Kim et al., 2010). 하지만, 육류에 방사선 조사를 적용하게 되면 저장 기간 중 지방 산화가 촉진되어 이취 및 이미가 발생하고, 이로 인해 품질 및 기호도가 저하되는 단점이 있다(Jo and Ahn, 1999). 이러한 변화를 방지하기 위해 항산화제 첨가(Nawar, 1977), 진공포장(Ahn et al., 1998) 및 냉동 후 조사(Song et al., 2009) 등 다양한 물리 화학적 방법이 시도되고 있으며, citrus 및 mint와 같은 향과 감마선 조사를 병용처리 하였을 때 관능적 품질 변화 없이 미생물학적으로 안전한 아이스크림을 개발하였다는 연구가 보고된 바 있다(Kim et al., 2007).

최근 소비자들은 식품의 품질을 증진시키면서 기능성이 있는 천연 추출물에 대한 관심이 높아지고 있다. Lee and Park(2004)은 우육포에 녹차, 로즈마리, 정향, 타임, 및 파슬리 등의 향신료를 첨가하였을 때 조직감 및 관능적 품질이 증진되었다고 발표한 바 있으며, Oh et al.(2007)은 파프리카 및 매실 추출액을 이용하여 돈육포의 품질이 개선되었다고 보고하였다. 한편 과피 및 채소 부산물에도 기능성 물질이 다량 함유되고 있어, 이를 활용한 다양한 소재개발 연구가 진행되고 있다. 특히 양파 부산물 중 양파 껍질 추출물이 항균, 항산화, 항노화 및 항혈전 효과를 가지고 있다는 연구결과가 발표되고 있으며(Kim et al., 2011; Lee et al., 2010), 이를 산업적으로 활용하기 위한 이용 가능성이 제기되고 있다(Eduvigis et al., 2008).

본 연구실에서 실시한 선행연구 결과 양파 껍질 추출물과 전자선 조사의 병용처리가 시너지효과를 갖는 것을 확인하였으나 관능적 품질의 저하가 발생하여(data not shown) 산업적 적용을 위해서는 이를 해결해야만 할 것으로 판단되었다. 따라서, 본 연구에서는 전자선 조사와 양파 껍질 추출물 및 육가공품에 많이 사용되는 대표적인 향 5종(녹차, 레몬, 바비큐, 스모크 및 참깨향)을 이용하여 육포를 제조하고, 이에 대한 품질 변화를 관찰하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

육포를 제조하기 위해 도축 후 1주 경과된 국내산 돈육

등심 부위를 구입하여 고기의 근섬유 방향으로 0.8 cm 두께로 절단한 후 과도한 지방 조직을 제거하였다. 양파껍질 추출물을 제조하기 위하여 대전 시내 대형식당에서 양파 껍질을 구입한 다음 시료 500 g에 3배의 70% Ethanol을 첨가하여 12시간 추출한 후 여과지(Whatman No. 2, Whatmann, Kent, England)로 여과 후 추출액을 50℃에서 진공 농축기(Eyela N-1000, Japan)를 이용하여 용매가 완전히 제거될 때까지 농축한 다음 동결건조하여 실험에 사용하였다. 본 연구에 사용한 녹차, 레몬, 바비큐, 스모크 및 참깨향은 새롬 B&F(Cheonan, Korea)에서 제공받아 이용하였다.

### 2. 육포 제조

본 실험에 사용된 육포 염지 용액은 Table 1과 같다. 준비된 돈육을 염지용액과 5분간 혼합한 후 10시간 동안 염지한 다음 건조하였다. 건조방법은 고온에서 저온으로 단계적으로 온도를 낮춰가는 방법으로서, 72℃(150분) → 65℃(90분) → 55℃(60분)으로 진행하였다. 건조가 완료된 육포는 25℃로 냉각한 후 최종시료로 사용하였다.

### 3. 전자선 조사

준비된 육포를 각각 10 g씩 취하여 멸균된 polyethylene bag(20 cm × 30 cm; Sunkyung Co., Ltd, Seoul, Korea)

**Table 1.** The formula for curing solution of pork jerky.

Ingredients	Formulation (g/100 g meat)
Water	10
Soy sauce	10
Starch syrup	7
Sugar	5
D-sorbitol	6
Ginger powder	0.1
Garlic powder	0.2
Onion powder	0.2
Potassium sorbate	0.1
Pepper	0.3
Onion peel extracts	0.5
Flavoring (barbecue, green tea, lemon, smoke, sesame)	0.5 or 1.0

에 넣은 다음 시료 두께를 1 cm 이하가 되도록 진공 포장하여 전자선 조사를 실시하였다. 전자선 조사는 electron-beam accelerator(model ELV-8, 2.5 MeV, EB-Tech, Daejeon, Korea)를 이용하였다. 가속 전류 5 mA, 속도 10 m/min으로 하여 총 흡수선량은 0 및 4 kGy로 각각의 선량률은 0 및 4.4 kGy/s의 선량률로 조사하였다. 이때의 흡수선량은 cellulose triacetate(CTA) dosimeter로 확인하였다.

#### 4. 미생물 오염도 평가

육포의 미생물 검사는 일반 호기성 미생물, 곰팡이 및 대장균군을 측정하였다. 즉, 시료 5 g에 멸균된 식염수 (0.85%, NaCl) 45 mL을 첨가하여 Bag mixer<sup>®</sup>(Model 400, Interscience, France)를 사용하여 120초 동안 혼합한 후 10진 희석법으로 희석한 희석액을 각각의 배지에 도말하였다. 미생물의 증식은 표준한천배양방법으로 37°C에서 일반 호기성 미생물은 48 hr, 곰팡이는 25°C 5일 동안 배양한 후 계수하였다. 육포의 미생물 분석을 위해 사용한 배지는 일반 호기성 미생물의 경우 total plate count agar(Difco, Laboratories, Detroit, MI, USA)를 사용하였으며, 곰팡이 검출을 위한 배지는 멸균된 10% citric acid를 멸균된 YM agar(Difco)에 첨가하여 pH 3.6이 되도록 조절한 후 실험에 사용하였다. 대장균군은 eosin methylene blue agar(Difco)를 사용하였다. 미생물 측정은 형성된 colony 수를 계수하여 1 g당 colony forming unit(CFU/g)으로 나타내었다.

#### 5. 관능평가

관능평가는 방사선 조사 식품에 훈련된 10명의 관능요원에 의해 7점 기호척도법을 이용하여 수행되었으며 색, 향, 조직감, 다즙성, 전체적인 기호도 및 전자선 조사로 발생한 이취에 대해 평가하였다. 이 때, 시료는 대조구와 각각의 향 첨가군 별로 총 5세트로 진행되었다.

#### 6. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 12.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range tests에 의해 실험구간의 차이

를 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 미생물 오염도

육포의 미생물 오염도를 측정한 결과, 대조군의 경우  $4.54 \pm 0.25$  log CFU/g이 검출되었으며, 양파 껍질 추출물 첨가 시 미생물이 감소하는 경향을 보였다(Table 2). 시료에서 곰팡이 및 대장균군은 검출되지 않았다(data not shown). 또한 4 kGy의 전자선 조사 시 미생물이 검출되지 않은 것을 확인할 수 있었는데(data not shown), 이는 Kim et al.(2010)의 전자선 조사(1 MeV)에 의해 우육포 내 미생물이 감소하였다고 발표한 연구결과와 유사하였다.

양파껍질 추출물 및 각각의 향 첨가 시  $3.87 \pm 0.30 \sim 4.60 \pm 0.12$  log CFU/g의 범위에서 검출되었다. 특히 녹차, 레몬, 바비큐 및 스모크 향의 농도가 증가할수록 미생물의 수는 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나, 첨가향은 농도에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 식품산업에 많이 이용되는 천연 추출물은 대부분 terpenoid 및 phenol화합물을 다량 함유하고 있어, 이들이 미생물 세포 벽을 파괴하여 사멸시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Eeans et al., 1995; Rahman and Kang, 2009). Kim et

**Table 2.** Microbial population of the non-irradiated pork jerky with onion peel extract and different flavorings.

Treatment <sup>1)</sup>		Viable cell counts (log CFU/g)
Control		$4.89 \pm 0.18^{2)}$
Onion peel extract		$4.54 \pm 0.25$
Green tea	0.5%	$4.49 \pm 0.25$
	1%	$3.99 \pm 0.25$
Lemon	0.5%	$4.50 \pm 0.27$
	1%	$4.07 \pm 0.27$
Flavoring	Barbecue	$4.30 \pm 0.28$
		$3.87 \pm 0.30$
Smoke	0.5%	$4.24 \pm 0.25$
	1%	$3.99 \pm 0.29$
Sesame	0.5%	$4.60 \pm 0.12$
	1%	$4.43 \pm 0.07$

<sup>1)</sup>Control, pork jerky without additives; Onion peel extract, pork jerky added with only onion peel extract; Flavoring, pork jerky added with onion peel extract and each flavoring.

<sup>2)</sup>Mean±standard deviation (n = 4).

al.(2011)은 양파껍질 추출물이 *E. coli* 및 *Staphylococcus aureus*와 같은 병원성 미생물에 대한 항균활성을 보고하였으며, Mahrouf et al.(2003) 및 Zhang et al.(2009)은 식육 및 육가공제품 제조 시 로즈마리 및 레몬 등을 첨가하게 되면, *Salmonella* 및 *L. monocytogenes*에 대한 방사선 감수성이 증진되었다고 발표하였다. 또한, 천연물의 essential oil이 식품 유래 병원균에 대한 방사선 감수성을 유의적으로 증가시켜 효과적인 살균이 가능하다는 연구결과가 발표되어 본 연구결과를 뒷받침하였다(Lacroix et al., 2009).

## 2. 관능검사

육포의 관능평가를 위해 색, 향, 조직감, 다즙성, 전체적인 기호도 및 이취 항목에 대한 기호도 검사를 7점 평가법으로 진행한 결과를 Table 3~7에 제시하였다. 대조군의

경우, 전자선 조사 및 양파 껍질 첨가에 의해 대부분의 항목에서 그 기호도가 저하된 것을 확인할 수 있었다.

육포와 같은 육가공품의 방사선 조사에 있어서 가장 중요한 관점은 관능적 품질변화이다. 방사선 조사에 발생하는 이취는 단백질 또는 아미노산의 변화에 의해 생성된 황 함유 휘발성 물질에 기인한 것으로 알려져 있으며(Schweigert et al., 1954; Song et al., 2009), 지방산화로 인한 이취 발생이 그 원인으로 보고되고 있다. 따라서 전자선 조사에 의한 관능적 품질 변화를 최소화하기 위해 육가공품을 제조할 때, 많이 이용되는 향 성분 중 녹차, 레몬, 바비큐, 스모크 및 참깨 향을 선택, 첨가하여 육포를 제조한 후 평가해보았다.

그 결과, 바비큐 향 0.5% 첨가 시 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호도 측면에서 대조군과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 육포는 저장성이 높으나, 단단한 질감을 가

**Table 3.** Sensory evaluation of the electron beam irradiated pork jerky with onion peel extract and smoke flavor.

Sample	Dose (kGy)	Color	Flavor	Texture	Juiciness	Overall acceptability	Off-Odor
Control	0	4.67a	4.89a	5.00ab	4.33	5.11a	1.78
	4	4.56ab	4.22ab	5.33a	4.67	4.78ab	3.11
Onion Peel	0	4.05ab	3.92ab	4.63ab	4.12	4.15ab	3.09
	4	4.11ab	3.85ab	4.55ab	4.05	4.11ab	3.07
Smoke 0.5%	0	4.00ab	2.89cd	4.33ab	4.00	3.11cd	2.67
	4	4.22ab	3.33bcd	3.89b	4.00	3.78bcd	2.33
Smoke 1%	0	4.78a	4.11abc	4.56ab	4.33	4.00abc	2.56
	4	3.67b	2.56d	4.44ab	4.00	2.78d	3.06
SEM <sup>1)</sup>		0.437	0.610	0.506	0.518	0.529	0.722

<sup>1)</sup>Standard errors of the mean (n = 10).

<sup>a-d</sup>Values with different letters within the same column differ significantly (p < 0.05).

**Table 4.** Sensory evaluation of the electron beam irradiated pork jerky with onion peel extract and smoke flavor.

Sample	Dose (kGy)	Color	Flavor	Texture	Juiciness	Overall acceptability	Off-Odor
Control	0	4.67ab	4.89	5.00a	4.33ab	5.11a	1.78
	4	4.56ab	4.22	5.33a	4.67a	4.78a	3.11
Onion Peel	0	4.05b	3.92	4.63ab	4.12b	4.15ab	3.09
	4	4.11b	3.85	4.55ab	4.05b	4.11ab	3.07
Smoke 0.5%	0	5.22a	4.67	5.44a	5.33a	5.00a	2.22
	4	4.67ab	4.00	5.11a	4.78a	4.78a	2.56
Smoke 1%	0	4.89ab	3.89	3.78b	3.44bc	3.56b	3.00
	4	4.11b	3.67	3.56b	3.33c	3.67b	3.22
SEM <sup>1)</sup>		0.479	0.698	0.504	0.510	0.470	0.799

<sup>1)</sup>Standard errors of the mean (n = 10).

<sup>a-c</sup>Values with different letters within the same column differ significantly (p < 0.05).

지고 있어, 소비층이 다양하지 못하다는 단점을 가지고 있는데(Oh et al., 2007), 바비큐 향 첨가에 의해 연도가 개선되어 전체적인 기호도 점수에 영향을 미친 것이라고 판단

된다(Jang et al., 2010). 그러나 바비큐 향 1.0% 첨가할 경우 기호도가 저하가 되었는데, 본 실험에 사용했던 바비큐 향은 oil type 형태로 향의 농도가 증가함에 따라 전자선

**Table 5.** Sensory evaluation of the electron beam irradiated pork jerky with onion peel extract and lemon flavor.

Sample	Dose (kGy)	Color	Flavor	Texture	Juiciness	Overall acceptability	Off-Odor
Control	0	4.67	4.89a	5.00a	4.33ab	5.11a	1.78
	4	4.56	4.22ab	5.33a	4.67a	4.78ab	3.11
Onion Peel	0	4.05	3.92ab	4.63ab	4.12ab	4.15b	3.09
	4	4.11	3.85ab	4.55ab	4.05ab	4.11b	3.07
Smoke 0.5%	0	4.44	3.11bc	5.33a	4.78a	3.78bc	2.56
	4	4.44	3.44ab	4.67ab	4.22ab	3.89bc	3.22
Smoke 1%	0	4.11	2.67c	4.44ab	4.22ab	3.22c	3.00
	4	4.00	2.67c	3.56b	3.33b	3.11c	3.00
SEM <sup>1)</sup>		0.469	0.629	0.587	0.478	0.556	0.800

<sup>1)</sup>Standard errors of the mean (n = 10).

<sup>a-c</sup>Values with different letters within the same column differ significantly (p < 0.05).

**Table 6.** Sensory evaluation of the electron beam irradiated pork jerky with onion peel extract and green tea flavor.

Sample	Dose (kGy)	Color	Flavor	Texture	Juiciness	Overall acceptability	Off-Odor
Control	0	4.67	4.89a	5.00ab	4.33ab	5.11a	1.78b
	4	4.56	4.22a	5.33a	4.67a	4.78a	3.11ab
Onion Peel	0	4.05	3.92ab	4.63ab	4.12ab	4.15ab	3.09ab
	4	4.11	3.85ab	4.55ab	4.05ab	4.11ab	3.07ab
Smoke 0.5%	0	4.22	2.67b	5.00ab	4.67a	3.33b	2.89ab
	4	4.22	2.44b	4.00bc	3.78ab	2.78b	3.89a
Smoke 1%	0	4.00	2.11b	3.33c	3.44b	2.56b	3.22ab
	4	4.56	2.22b	3.33c	3.44b	2.56b	3.33ab
SEM <sup>1)</sup>		0.439	0.642	0.518	0.461	0.529	0.833

<sup>1)</sup>Standard errors of the mean (n = 10).

<sup>a-c</sup>Values with different letters within the same column differ significantly (p < 0.05).

**Table 7.** Sensory evaluation of the electron beam irradiated pork jerky with onion peel extract and sesame flavor.

Sample	Dose (kGy)	Color	Flavor	Texture	Juiciness	Overall acceptability	Off-Odor
Control	0	4.67	4.89a	5.00ab	4.33ab	5.11a	1.78
	4	4.56	4.22ab	5.33a	4.67a	4.78a	3.11
Onion Peel	0	4.05	3.92ab	4.63ab	4.12ab	4.15ab	3.09
	4	4.11	3.85ab	4.55ab	4.05ab	4.11ab	3.07
Smoke 0.5%	0	3.89	3.22b	3.11c	3.56bc	2.89b	3.00
	4	4.22	3.44b	3.89bc	3.67abc	3.44b	3.11
Smoke 1%	0	4.00	3.11b	3.11c	3.11c	3.11b	3.22
	4	4.22	3.22b	3.67c	3.44c	3.00b	3.44
SEM <sup>1)</sup>		0.442	0.619	0.556	0.497	0.563	0.803

<sup>1)</sup>Standard errors of the mean (n = 10).

<sup>a-c</sup>Values with different letters within the same column differ significantly (p < 0.05).

조사로 인하여 육포 내의 지방과 함께 산화되어 발생된 것이라고 판단된다(Lee et al., 2011). 바비큐 향을 제외한 스모크, 레몬, 녹차 및 참깨 향은 조사선량 및 향 첨가량에 따라 기호도가 저하된 것을 확인할 수 있었는데, 이는 각각의 향을 구성하고 있는 주요 성분이 전자선 조사에 의해서 영향을 받아 육포의 이미 및 이취를 제어하지 못한 것으로 예측된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 전자선 조사와 양파껍질 추출물 및 바비큐 향 성분을 육포에 첨가하였을 때, 미생물의 증식을 억제하면서 관능적 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 확인되어 산업적으로 이용이 가능할 것이라 사료된다.

#### IV. 결론

전자선 조사와 양파껍질 추출물/향미성분의 첨가가 돈육포의 품질에 미치는 영향을 알아보았다. 실험에 사용한 향성분은 육가공품 제조 시 많이 이용되고 있는 녹차, 레몬, 바비큐, 스모크 및 참깨 향을 이용하였다. 미생물 오염도를 평가한 결과 모든 처리 군에서  $3.87 \pm 0.30 \sim 4.60 \pm 0.12$  Log CFU/g의 일반호기성 미생물이 검출되었으며, 양파껍질 추출물 및 향 종류에 따라 미생물의 수가 감소하였다. 또한 4 kGy 전자선 조사 시 미생물이 검출되지 않았고 곰팡이 및 대장균군은 모든 처리군에서 검출되지 않았다. 관능 검사 결과 양파껍질 추출물 및 0.5%의 바비큐 향을 첨가하고 전자선 조사한 돈육포가 대조군과 비교하였을 때, 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서, 전자선 조사와 양파껍질 추출물 및 바비큐 향 성분을 육포에 첨가하였을 때, 미생물의 증식을 억제하면서 관능적 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 확인되어 식품 산업에 이용 가능할 것이라 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업에 의해 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

#### 참고 문헌

Ahn DU, Olson DG, Jo C, Chen X, Wu C, Lee JI. 1998. Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production and color in raw pork patties.

- Meat Science 49: 27-39.
- AOAC. 1995. Approved method of the AOAC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists (Method 10-50D). St. Paul, MN, USA.
- Benwart GJ. 1979. Basic food microbiology. AVI publishing Company Inc. Westport, CT.
- Bone DP. 1973. Water activity in intermediate moisture foods. Food Technology 27: 71-76.
- Byun MW. 1994. Application of irradiation techniques to food industry. Radiostope News 9: 32-37.
- Eduvigis R, Concepcion SM, Begona MPC. 2008. Characterisation of onion (*Allium cepa* L.) by products as food ingredients with antioxidant and antibrowning properties. Food Chemistry 108: 907-916.
- Eeans SG, Noble RC, Hiltunen R, Wuryani W, Penzes LG. 1995. Antimicrobial and antioxidant properties of *Syzygium aromaticum* (L) Merr Perry: Impact upon bacteria, fungi and fatty acid levels in ageing mice. Flavour Fragrance Journal 10: 323-328.
- Folch H, Less M, Solane-Stanley GM. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry 226: 497-509.
- Jang HD, Hong, SM, Jung JH, Kim IH. 2010. Effects of feeding blended essential oils on meat quality improvement for blended pork. Journal of Animal Science and Technology 52: 125-130.
- Jo C, Ahn DU. 1999. Fat reduces volatiles production in oil emulsion system analyzed by purge-and-trap dynamic headspace/gas chromatography. Journal of Food Science 64: 641-643.
- Johnson J, Marcott M. 1999. Irradiation control of insect pest of dried fruits and walnuts. Food Technology 53: 46-51.
- Jung S, Choe JH, Kim B, Yun H, Kim YJ, Jo C. 2009. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of *Myunggran Jeotgal* treated by electron beam irradiation. Korean Journal of Food Preservation 16: 198-203.
- Kim HJ, Chun HH, Song HJ, Song KB. 2010. Effects of electron beam irradiation on the microbial growth and quality of beef jerky during storage. Radiation Physics and Chemistry 79: 1165-1168.
- Kim HJ, Jang A, Ham JS, Jeong SG, Ahn JN, Byun MW, Jo C. 2007. Development of ice cream with improved microbiological safety and acceptable organoleptic quality using irradiation. Journal of Animal Science and Technology 49: 515-522.
- Kim HJ, Yun H, Jung S, Jung Y, Ham JS, Jin S, Jo C. 2010. Effect of combination of chitosan and gamma irradiation on the foodborne pathogen reduction and nutritional properties of chicken egg. Korean Journal of Poultry Science 37: 35-41.
- Kim JE, Kim AR, Kim MJ, Park SN. 2011. Antibacterial, antioxidative and antiaging effects of *Allium cepa* peel extracts. Applied Chemical Engineering 22: 178-184.
- Lacroix M, Caillet S, Shareck F. 2009. Bacterial radiosensitivity

- by using radiation processing in combination with essential oil: Mechanism of action. *Radiation Physics and Chemistry* 78: 567-570.
- Lee HJ, Lee KH, Cha YJ, Park E, Shin MJ. 2010. Effects of onion peel extracts on blood circulation in male smokers. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition* 39: 1790-1799.
- Lee KH, Jung S, Ham JS, Lee JH, Lee SK, Jo C. 2011. Quality prediction of eggs treated in combination of gamma irradiation and chitosan coating using response surface methodology. *Journal of Animal Science and Technology* 53: 253-259.
- Lee SJ, Park GS. 2004. The quality characteristics of beef jerky prepared with various spices. *Korean Journal of Food Cookery Science* 20: 489-497.
- Levine P, Rose B, Green S, Ransom G, and Hill W. 2001. Pathogen testing of ready-to-eat meat and poultry products collected at federally inspected establishments in the United States, 1990 to 1999. *Journal of Food Protection* 64: 1188-1193.
- Mahrouf A, Caillet S, Nketsia-Tabiri J, Lacroix M. 2003. Microbial and sensorial quality of marinated and irradiated chicken. *Journal of Food Protection* 66: 2156-2159.
- Nawar WW. 1977. Radiation chemistry of lipids. In PS Elias, AJ Cohen, *Radiation chemistry of major food components*. Chap. 3, Amsterdam: Elsevier Scientific. pp. 21-61.
- Nummer BA, Harrison JA, Harrison MA, Kendall P, Sofos JN, Andress EL. 2004. Effects of preparation methods on the microbiological safety of home-dried meat jerky. *Journal of Food Protection* 67: 2337-2341.
- Oh JS, Park JN, Kim JH, Lee JW, Byun MW, Chun SS. 2007. Quality characteristics of pork jerky added with *Capsicum annum* L. and *Prunus mume* Sieb. et Zucc. extract. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition* 36: 81-86.
- Rahman A, Kang SC. 2009. *In vitro* control of foodborne and food spoilage bacteria by essential oil and ethanol extract of *Lonicera japonica* Thunb. *Food Chemistry* 116: 670-675.
- Schweigert BS, Doty DM, Niven JCF. 1954. A summary of studies on the irradiation of meat. In: *Radiation sterilization: Review of the literature in selected fields*. Chicago: Quartermaster Depot, US Army, Chicago, IL.
- Song BS, Park JG, Kim WG, Kim JH, Choi J, Yoon Y, Byun MW, Kim CJ, Lee JW. 2009. Comparison of the quality of gamma ray- or electron beam-irradiated minced pork and pork patties. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 29: 194-202.
- Thayer DW, Boyd G, Fox JB, Lakritz L, Hampson JW. 1995. Variations in irradiation sensitivity of foodborne pathogens associated with the suspending meat. *Journal of Food Science* 60: 63-67.
- Yang CY, Lee SH. 2002. Evaluation of quality of the marketing jerky in domestic. I. Investigation of outward appearance, food additives, nutrient content and sanitary state. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition* 15: 197-202.
- Yun H, Kim, HJ, Jung Y, Jung S, Lee JW, Jo C. 2010. Effect of natural ingredients and red wine for manufacturing meat products on radiation sensitivity of pathogens inoculated into ground beef. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 30: 819-825.
- Zhang H, Kong B, Xiong YL, Sun X. 2009. Antimicrobial activities of spice extracts against pathogenic and spoilage bacteria in modified atmosphere fresh pork and vacuum package ham slices stored at 4°C. *Meat Science* 81: 686-692.