

# 식품의 이온화 조사기술에 대한 경제성 분석

## Economic Analysis of Irradiation Technology of Food

이장은, 이숙종, 이철호\*

Jang-Eun Lee, Sook Jong Rhee, and Cheri-Ho Lee\*

한국식량안보연구재단

Korea Food Security Research Foundation

### 1. 서론

최근 FAO는 매년 전 세계에서 생산되는 식량의 약 3분의 1에 해당하는 13억톤 정도가 유실되거나 버려지고 있다고 보고하였는데, 가장 많은 양이 버려지고 있는 식품류는 과일과 채소류로 이들 식품의 생산을 위해 투입된 엄청난 양의 에너지와 물자가 낭비되고 있는 것이다. 식량 손실량은 선진국에서 매년 6억 7천만 톤, 개발도상국에서 6억 3천만 톤으로 추산되고 있으며, 특히 개발도상국에서 수확 후 부적절한 취급과 가공 시설 부족으로 인한 농작물 손실이 약 40% 이상을 차지하고 있다(1). 바이오연료의 생산과 중국, 인도 등 신흥공업국들의 동물성식품 소비증대로 세계는 지금 잉여농산물의 시대에서 식량부족의 시대로 바뀌고 있어 식량손실과 수확 후 관리기술에 대한 재검토가 절실히 요구되고 있다(2).

이온화 조사기술(irradiation)은 발아억제, 해충사멸, 냉온살균(cold sterilization) 효과가 뛰어난 식품저장 기술로 1980년 FAO/WHO는 10kGy 이하의 모든 식품 조사(照射)는 인체에 아무런 영향을 주지 않는다고 공인하였으며, 1997년 FAO/WHO 합동전문가회의에서도 70kGy 수준까지 조사하여도 식품의 관능적 품

질을 떨어뜨릴 뿐 인체에 유해한 물질이 발생하지 않는다고 발표하였다(3). 우리나라는 1986년부터 일부 식품의 이온화 조사가 허용되어 현재 13개 식품군에 대한 허용 기준이 식품공전에 명시되어 있다(4). 그러나 핵물질과 방사선에 대한 소비자들의 부정적 선입견 때문에 식품의 이온화 조사는 널리 사용되지 못하고 있다.

식품의 이온화 조사기술은 이제까지 알려진 가장 깨끗하고 안전하며 효과적인 저장기술로 앞으로 예견되는 세계 식량위기에 반드시 필요한 미래 기술이다. 이온화 조사기술은 동일한 목적에 사용되는 열처리법, 스팀멸균법, 열탕처리법과 고독성 화학약품이나 훈증처리법에 비해 비용이 적고 공정이 간단하며 발생하는 부산물이 없는 친환경 기술이다. 또한 세균과 해충의 소독에 사용되는 화학 훈증 농약들을 대체할 수 있으므로 오존층 파괴와 같은 환경 재앙을 막을 수 있고, 식품중의 잔류 독성 물질들을 감소시킬 수 있다.

본고에서는 이온화 저장기술로 얻을 수 있는 경제적인 이득을 계량화하기 위하여 조사기술이 적용될 수 있는 주요 신선식품과 가공식품에서의 손실 현황과 식중독발생에 의한 경제적 손실액을 추산하였다.

\*Corresponding author: Cheri-Ho Lee

Korea Food Security Research Foundation, #401, College of Life Science Biotechnology (East Campus),

Korea University, 1st Anamdong, Sungbukku, Seoul 136-701, Korea

TEL: +82-2-929-2751

FAX: +82-2-927-5201

E-mail: chlee@korea.ac.kr

## 2. 연구방법

### 2.1 일부 신선식품의 수확 후 손실 비용 산출

이온화 조사가 허용된 신선식품 중 감자, 마늘, 양파, 건고추의 수확 후 손실율을 근거로 하여 2009년 기준 도매 값으로 연간 손실액을 추산하였다(5-8).

신선식품의 손실비용(원)=[연간 평균생산량 × 유통 중 평균 손실율(%)] × 도매가격(원)

### 2.2 일부 가공식품의 유통 중 손실액 추정

이온화 조사가 허용된 분말 차, 침출 차, 인삼차 등 다류와 장류, 향신료, 드레싱류에 대한 유통 중 폐기량을 황 등(9)의 연구결과에서 구하고 이를 2009년도 기준 매출액에서 환산한 값으로 손실액을 추산하였다.

### 2.3 이온화 조사 신규허가 신청품목에 대한 유통 손실액 추정

최근 한국원자력원에서 이온화 조사 신규허가를 신청한 원료 육, 가공육제품, 건조 육, 어육가공품 등에 대한 폐기량을 황 등(9)의 연구 결과에서 구하고 2009년도기준 매출액에서 환산한 값으로 손실액을

표 1. 일부 신선식품의 수확 후 손실비용 추산

	감자	마늘	건고추	양파
평균생산량(톤/연)	627,221 <sup>a</sup>	382,769 <sup>b</sup>	165,487 <sup>b</sup>	968,074 <sup>b</sup>
감모율 (%)	25 <sup>c</sup>	26.7 <sup>d</sup>	20.4 <sup>d</sup>	24.1 <sup>d</sup>
연간감모량(톤/연)	156,805	102,199	33,759	233,305
도매가격 (원/kg) <sup>e</sup>	770	4,470	13,666	370
손실비용 (억원)	1,207	4,568	4,613	863

a: 감자 수확 후 관리기술 매뉴얼, 임학태(2005)

b: 농림부채소류 생산실적(2005)

c: 반 지하 저장고 기준, 감자 수확 후 관리기술 매뉴얼, 농림부, 농협중앙회(2005)

d: 마늘 수확 후 관리기술 매뉴얼, 이승구(2006)

e: 농산물 도매가격, 농수산물유통공사(2011년 5월 2일 현재, 중품기준)

추정하였다.

### 2.4 이온화 조사에 의한 사회 보건비용 절감 효과 추정

식품의 이온화 조사기술 이용에 따른 사회 보건비용 절감효과 분석은 미국 질병관리본부에서 발표한 조사기술에 의한 식중독 예방효과 연구(10, 11)와 보고지불의사추정법(Willingness-to-pay: WTP)과 질병비용추정법(Cost-of-illness: COI)을 이용한 식중독의 사회·경제적 손실비용을 추정한 신 등(12)의 연구결과를 바탕으로 추산하였다. 이온화 조사에 의한 보건사회비용 절감액은 다음 식에 의해 추정하였다.

절감액(원)=[전체 식중독 발생에 의한 사회적비용(원) × 세균성 식중독 발생비율(%)] × 23.9(조사에 의한 세균성 식중독 감소효과, %)

## 3. 연구결과

### 3.1 이온화 조사가 허용된 주요 신선식품의 수확 후 손실 비용

표 1은 국내에서 이온화 조사가 허용된 신선식품 중 감자, 마늘, 양파와 건고추의 수확 후 손실액을 산출한 것이다.

감자의 연간 평균 생산량은 627,222톤으로 수확 후, 평균 25%의 손실율을 보여 약 156,805톤의 감자가 저장 및 유통단계에서 손실되는 것으로 알려져 있다(5). 연간 손실되는 감자의 양을 중품기준, 도매가격(770원/kg)으로 환산하였을 때 연간 1,207억 원의 수확 후 손실이 발생하는 것으로 추산되었다.

마늘의 연간 평균 생산량은 382,769톤으로 수확 후 손실율은 평균 26.7%이다(6). 따라서 마늘의 수확 후 손실량은 연간 102,199톤으로 추정되며 이를 중품기준, 마늘의 도매가격(4,470/kg)으로 환산하였을 때 연간 4,568억 원의 수확 후 손실이 발생하는 것으로 분석되었다.

양파의 연간 평균 생산량은 968,074톤이며, 수확 후 24.1%의 손실률을 적용하면(7) 연간 약 233,304톤의 양파가 저장 및 유통단계에서 손실되는 것으로 추정된다. 따라서 중품기준 양파의 kg당 도매가격(370원/kg)을 적용하면 연간 863억 원의 수확 후 손실이 발생하게 된다.

한국인의 식생활에서 대표적인 조미채소인 건고추의 연간 평균 생산량은 165,486톤으로(8) 수확 후, 평균 20.4%의 손실율인 약 33,759톤의 고추가 저장 및 유통단계에서 손실되는 것으로 알려져 있다. 따라서 이를 중품기준, 고추의 도매가격(13,666원/kg)으로 환산하였을 때 연간 4,613억 원의 수확 후 손실이 발생하는 것으로 분석되었다.

위의 네 가지 주요 신선식품의 수확 후 손실비용 총액은 1조 1,251억 원에 달하는 것으로 추정되었다. 감자, 마늘, 양파는 주로 저장 중 발생하는 발아현상에

의해 폐기되는데 이온화 조사는 0.05 - 1 kGy의 비교적 낮은 조사량으로도 발아에 의한 손실을 막을 수 있다. 건 고추는 주로 부패에 의한 손실이 일어나며 현재 건조향신료에 허용된 10 kGy의 조사로 부패미생물을 효과적으로 제어할 수 있다. 우리나라 원예 산업 유통규모는 약 15조원 정도이나 수확 후 관리기술의 미비와 유통과정 중에서 발생하는 손실로 전체 유통량중 약 20~30%가량인 약 3조원 정도가 손실되고 있고, 이는 선진국 수준인 약 5~20%에 비해 매우 높은 수준이다(13). 감자, 마늘, 양파, 건고추 등은 가격 대비 비교적 부피가 작으므로 이온화 조사가 용이하고 효과적으로 처리할 수 있어 조사기술을 확대 적용하면 수확 후 손실액을 크게 줄일 수 있는 분야이다. 2005년 전 세계적으로 이온화 조사 처리된 식품 40만 5천 톤 중 감자와 마늘이 22%를 차지한 88,000톤에 달했다(14).

### 3.2 이온화 조사가 허용된 일부 가공식품의 유통 중 손실액

표 2는 이온화 조사가 허용된 분말 차, 침출 차, 인삼차 등 다류와 장류, 향신료, 드레싱류에 대한 유통 중 폐기량(유통기한 초과로 반품 및 폐기되는 식품의 양)과 이로부터 산출한 2008년과 2009년의 연간 손실액을 추산한 것이다.

2009년 기준 가공식품의 유통기한 초과로 인한 폐기손실액은 다류 323억 원, 장류는 185억 원, 조미료 378억 원, 드레싱 18억 원으로 이들 가공식품의 폐기 손실 총액은 899억 원으로 추산되었다. 이들 제품은

표 2. 이온화 조사가 허용된 일부 가공식품의 유통 중 손실액(억 원)

	2008			2009		
	출하액	반품률 (%)	손실액	출하액	반품률 (%)	손실액
다류	4,502	6.30	284	5,130	6.30	323
장류	8,900	2.01	179	9,192	2.01	185
조미식품	17,052	1.85	315	20,457	1.85	378
드레싱	1,524	0.73	11	1,833	0.73	13
합계			789			899

표 3. 이온화 조사 신규허가 신청품목에 대한 유통 손실액(억 원)

	2008			2009		
	출하액	반품률(%)	손실액	출하액	반품률(%)	손실액
식육, 알가공품	2,570	1.85	48	3,295	1.85	61
어육가공품	4,231	4.73	200	4,684	4.73	222
건포류	2,000	1.85	37	2,360	1.85	44
축산물가공품	72,374	1.85	1,399	86,699	1.85	1,604
합계			1,624			1,931

건조 분말 형태의 제품이 대부분으로 용량 대비 가격이 고가이므로 조사처리가 효과적으로 적용될 수 있는 제품들이다. 전 세계에서 조사처리 되는 식품 중 향신료 등 분말 채소류가 대부분을 차지하고 있다. 2005년 전 세계에서 조사처리 된 식품 중 향신료 등 건조채소류가 46%, 186,000톤이었다(14). 미국으로 수입되는 향신료의 3분의 1(약 17,500톤)이 이온화 조사 처리된 제품이라고 한다(15).

### 3.3 이온화 조사 신규허가 신청품목에 대한 유통 손실액

2008년 한국원자력연구원은 ‘식품의 방사선 조사 기준 공전 개정 및 신규허가’를 위한 신청서를 제출하여 현재 허용되고 있는 조사식품 품목의 확대를 도모하였다. 확대 안에 의하면 원료 육인 가금육과 적색육, 육가공품인 햄, 소시지, 분쇄육가공품, 어육가공품 또한 조미 건어포류와 건어포류에 병원성미생물 살균 및 보존성·유통 안전성 향상을 위해 10 kGy의 선량을 허용하도록 하였고, 허가 선종을 Co60, Cs137과 더불어 전자선까지 확대하도록 하였다. 이와 같은 노력은 매년 발생하는 식중독 사고의 예방과 식품의 목적에 맞는 선종을 선택할 수 있는 기준안을 만든 것으로 우리나라 식품의 조사기술 이용확대를 위해 매우 의미 있는 조치라고 판단된다.

현재 우리나라에서 방사선 조사가 허용되지는 않았으나 향후 조사품목을 확대하였을 때 그 효과가 증대되는 품목은 원료 육류와 일부 축산가공품, 건포류로 이들의 유통기한 초과 등으로 폐기되는 2008년과

2009년의 손실액 추산치는 표 3과 같다.

2009년 기준으로 식육과 알 가공품의 유통기한 초과에 의한 폐기 손실액은 61억 원, 어육가공품은 222억 원, 건포류 44억 원, 축산가공품 1,604억 원으로 추산되었다. 이들 손실액을 합치면 총 1,931억 원으로 이온화 조사가 허용되어 실용화가 된다면 막대한 양의 폐기손실을 막을 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.4. 식품 방사선 조사에 의한 사회 보건비용 절감 효과 추정

미국 질병관리본부는 식품의 이온화 조사에 의해 *E. coli*:O157, *Campylobacter*, *Salmonella*, *Listeria* 등 대부분의 미생물에 의한 식중독 사고를 예방할 수 있다고 보고하였다(10-11). 특히, 가금류, 간 쇠고기, 돼지고기, 가공 육제품의 50%를 이온화 조사하고 이들 식품이 미국에서 발생하는 *E. coli*:O157, *Campylobacter*, *Salmonella*, *Listeria*, *Toxoplasma infection* 식중독의 50%를 차지한다고 가정했을 때, 이온화 조사에 의

표 4. 미국의 육가공품 방사선 조사 시 예방 가능한 식중독 감소비를 추정(10)

	연간발생	예방가능한	연간 감소비
	건수	추정 발생건수	율(%)
<i>E. coli</i> O157 and other Shiga toxin-producing <i>E. coli</i>	100,000	23,000	23
<i>Campylobacter jejuni</i>	2,000,000	500,000	25
<i>Salmonella spp.</i>	1,400,000	330,000	23.57

표 5. 한국의 식중독 발생 건수와 경제적 손실액 추산(12)

	식중독 환자 수(명)	Bivariate logit을 이용한 총비용(10억 원)
총 식중독 환자 수	11,224,766	1,200
경증 (미보고 환자)	9,046,696	960
중증도 (외래환자)	1,548,612	1,700
중증 (입원환자)	629,458	690

해 이들 미생물에 의한 식중독의 23.9%(평균)를 감소시킬 수 있다고 보고하였다(표 4).

한편, 2009년 국내에서 실시된 ‘식중독 환자 수 추정을 위한 국민의식 전화조사’ 실시 결과와 식품의약품안전청의 2008년 식중독 환자 수를 기반으로 한 원인균별 식중독 환자 수를 추정된 연구에 의하면, 우리나라에서 발생하는 대부분의 식중독 원인균은 세균 및 바이러스로, 세균성 식중독은 전체 식중독의 61%를 차지하고 있다. 특히, 이온화 조사로 사멸효과가 큰 식중독균은 *E. coli* O157, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.* 로 전체 식중독의 31%를 차지하며, 식품에 이온화 조사 기술을 이용하면, 언급된 3종 미생물에 의한 세균성 식중독의 23.9%를 예방할 수 있다는 연구가 보고된 바 있다(12).

식품의 방사선 조사기술 이용에 따른 사회 보건비용 절감효과는 지불의사추정법(Willingness-to-pay:WTP)과 질병비용추정법(Cost-of-illness:COI)을 이용한 식중독의 사회·경제적 손실비용을 추정된 연구결과를 바탕으로 분석하였다(12). 보고에 의하면 식중독 발생으로 인한 사회 경제적 손실비용이 연간 1조 2천억 원으로 추정됨으로, 전체 세균성 식중독에 의한 손실비용은 연간 7,490억 원, 그 중 *E. coli* O157, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.* 의 3종 미생물에 의한 식중독 발생 손실 비용은 연간 3,680억 원으로 추산된다(표 5).

이를 토대로 식품 조사에 의한 사회적 편익을 식중

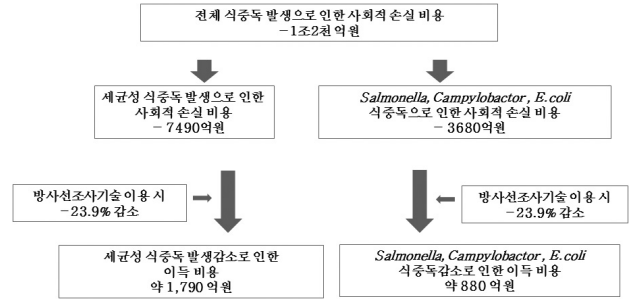


표 6. 식품의 이온화 조사에 의한 식중독 예방 효과 추정

독 환자 발생을 예방하게 됨으로써 발생하는 이익에 국한하고 이를 위한 사회적 비용을 분석하였다. 방사선 조사로 사멸효과가 높은 3종의 *E. coli* O157, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.* 미생물에 의한 식중독 예방효과는 23.9%로 이를 3종 미생물에 의한 식중독 발생 손실비용인 3,680억 원에 적용하면 연간 880억 원의 비용 절감 효과가 산출된다. 더 나아가 전체 세균성 식중독 발생으로 인한 비용인 7,490억 원에 역시 식품조사에 의한 23.9%의 예방효과를 적용하면 1,790억 원의 손실비용 감축 결과를 얻을 수 있다. 따라서 식품조사기술의 활용은 *E. coli* O157, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.* 미생물에 의한 식중독 감소 효과로 연간 880억 원의 보건 사회적 손실비용 감소효과를 가져올 것으로 보여지며, 또한 전체 세균성 식중독으로 확대하여 분석한 결과 1,790억 원의 손실비용 감소효과를 가져올 것으로 사료된다.(표 6)

#### 4. 고찰

2010년 현재 56개 국가에서 250여 식품품목이 이온화 조사 처리되어 국제적으로 유통되고 있으며, 국제 식품규격위원회(CODEX)에서는 모든 식품에 10kGy 이하의 이온화 조사를 이용할 수 있다고 권고하고 일부 특수목적을 위해서는 10kGy를 초과하여도 아무런 독성학적 문제점이 없는 것으로 규정하고 있다. OECD 회원국을 비롯한 G20 국가들은 현재 높은 수준의 이온화 조사 기술을 보유하고 있으며, 이 기술을 이용하여 대국민 식중독 예방과 국가의 식량안보 수

준을 향상시키려는 계획을 실행하고 있다. 미국에서는 과일류, 채소류에 조사기술이 상업적으로 이용되면서 연간 약 1,300만 톤의 신선식품들이 저장성 향상과 병충해 방제를 목적으로 조사 처리되고 있다(15). 열대지방에서 수입되는 망고, 파파야, 리치 등은 이온화 처리되어 수입되고 있으며, 산지에서 처리되지 않은 과일은 검역 시 미국의 수입항에 설치된 조사시설을 통과하게 되어있다. 세계의 이온화 조사기술의 성장률은 매년 10% 이상 성장할 것으로 예측되고 있다(4).

국내에서는 2010년부터 이온화 조사 식품 표시기준이 강화됨에 따라 조사 원료를 사용하는 모든 식품에 이온화 조사 표시를 의무화 하고 있다. 국내 내수용 식품들은 기업들이 표시를 꺼려함으로 이온화 조사가 활용되지 못하고 있으며, 일부 수출용 식품들의 필요에 따라 소량 처리되어 왔으나 최근에는 이마저도 거의 활용되지 못하고 있는 상황이다. 소비자들에 대한 홍보와 교육이 불충분한 상태에서 조사식품 표시의무를 강화함에 따라 국내 이온화 조사 기술의 이용은 급격히 감소되고 있다.

조사기술의 이용확대는 조사로부터 얻을 수 있는 이득이 얼마나 큰가에 달려있다. 지금까지는 이온화 조사에 의한 위해(hazard)에 대하여 주로 연구하였고, 그 결과 규정된 처리조건에서의 안전성이 확인되었으므로 조사에 의한 이득에 대하여 구체적으로 연구할 필요가 있다. 본 연구에서 추산한 바와 같이 신선식품의 수확 후 손실액 1조 1,251억 원, 다류, 향신료 등 분말 가공식품의 유통 중 손실액 899억 원, 축산 및 수산 가공품의 유통 중 손실액 1,931억 원 등 식량사슬에서 발생하는 막대한 식량 손실의 상당 부분을 이온화 조사 기술로 막을 수 있는 것이다.

식품산업 제조기술과 위생관리기술의 발달에도 불구하고 매년 식중독 발생건수 및 환자 수는 지속적으로 증가하고 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 식중독으로 병원에 입원한 환자수의 2배 이상이 심한 고통을 받고 있으며, 경미한 환자는 심한 환자의 5-6배에 달해 매년 식중독으로 피해를 입는 사람은 1천만 명이 넘는 것으로 추산되고 있다. 앞에서 추산한 식중독

발생에 의한 총 사회·경제적 손실비용 1조 2천억 원은 2009년 우리나라 총 GDP의 0.13%, 의료비 총액(80조원)의 1.5%에 해당하는 막대한 금액이다.

WTO 체제하에서 세계 농수축산 식품들의 국제 교역이 활발해짐에 따라 신선식품의 검역관리, 가공식품의 위생화, 저장성 향상을 위하여 방사선 조사기술의 이용이 확대되고 있다. 따라서 국내에서도 방사선 조사기술이 산업적으로 활용되도록, 특히 신선식품의 수확 후 관리기술과 검역기술에 적극 활용되도록 제도적 뒷받침을 서둘러야 할 것이다. 이온화 조사 기술은 식량자원의 손실을 막고 식중독의 위험을 줄일 수 있는 미래 신기술이다. 이 기술의 이용을 위하여 올바른 소비자 교육과 미래지향적인 정책 구현이 절실히 필요하다. 조사식품의 검지 확인기술이 불완전하고, 표시 확대에 의한 사회경제적 비용이 과다하여 주변 국가들에서도 시행하지 않는 제도를 무리하게 시행함으로써 이 기술의 활용을 저해하는 현재의 조사식품 표시제도는 조속히 개선되어야 한다. 앞으로 예견되는 세계 식량위기를 대비하기 위해서 이 기술의 이용을 적극적으로 권장해야 한다.

## 5. 요약

본 연구는 식품의 이온화 조사 처리기술로 얻을 수 있는 경제적 이득을 정량적으로 보여줄 수 있는 자료를 마련하기 위한 것이다. 이온화 조사가 허용되었거나 앞으로 허용 가능한 농산물의 수확 후 관리 손실 비용을 분석하고, 가공식품의 저장성 향상에 의한 경제적 이득에 대하여 조사하였으며, 식품의 이온화 조사로 예방 할 수 있는 식중독 사고의 정도와 그 사회 경제적 비용절감을 추산하였다.

신선식품의 연간 수확 후 손실 비용은 감자, 마늘, 양파, 고추에 대해 총 1조 1,251억 원으로 추산되었다. 현재 이온화 조사가 허가된 품목(다류, 장류, 조미식품, 드레싱)의 유통기한 초과로 인한 폐기 손실액은 899억 원으로 조사되었다. 현재 이온화 조사가 허용되지는 않았으나 향후 조사품목을 확대하였을 때 포함될 수 있는 품목(식육과 알 가공품, 어육가공품, 건

포류, 축산가공품)의 유통기한 초과에 의한 폐기손실액은 총 1,931억 원으로 조사되었다. 식품의 이온화 조사로 예방 가능한 식중독의 보건 사회적 비용을 추산한 결과 이온화 조사로 사멸효과가 큰 *E. coli* O157, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.*에 의한 식중독 감소 효과로 연간 880억 원의 보건 사회적 비용 감소효과를 가져올 것으로 보여지며, 전체 세균성 식중독으로 확대하여 분석 한 결과 1,790억 원의 비용 감소효과를 가져올 것으로 추산되었다. 이온화 조사 처리기술은 식중독 예방에 의한 보건의료비의 절감 기능과 아울러 식품산업의 유통손실 절감과 식량 유실을 막는 효과적인 방법이므로 식량안보적 차원에서 적극 활용되어야 할 것으로 판단된다.

## 6. 감사의 글

본 연구는 식품의약품안전청 “방사선 조사식품의 효율적 관리방안연구” 사업에 의해 수행된 연구 결과의 일부로, 이에 감사드립니다. (과제번호: 11162식품안047)

## 7. 참고문헌

- (1) FAO, Global food losses and food waste(2011)
- (2) 이철호, 식량안보와 방사선 조사기술. 식품조사 국제심포지엄. 플라자호텔, 서울. 5월 16-19일(2011)

- (3) 이철호, 조사식품안전성과 국제교역, 고려대학교출판부(1998)
- (4) 박현진, 이철호, 식품저장학, 고려대학교출판부(2008)
- (5) 임학태, 반 지하 저장고 기준, 감자 수확 후 관리기술 매뉴얼, 농림부, 농협중앙회(2005)
- (6) 이승구, 마늘 수확 후 관리기술 매뉴얼, 농림부, 농협중앙회(2006)
- (7) 박용서, 양파 수확 후 관리기술 매뉴얼, 농림부, 농협중앙회(2007)
- (8) 정천순, 고추 수확 후 관리기술 매뉴얼, 농림부(2006)
- (9) 황이남, 폐기식품 발생현황과 감축방안 연구보고서, 한국식량안보연구재단(2011)
- (10) Robert, V.T. Food Safety and Irradiation: Protecting the Public from Foodborne Infections(2001)
- (11) Which foodborne diseases could be prevented with irradiation? [http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/diseases/irradiation\\_food/](http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/diseases/irradiation_food/)
- (12) 신호성, 이수형, 김동진, 이종경, 최성은, 기후변화에 따른 식품안전 분야의 사회, 경제적 손실비용 평가 정책보고서, 식품의약품안전청(2009)
- (13) 배도함, 한국의 원예 산물 수확 후 관리기술 현황 및 개발전략, 이동성 벼 병해충방제를 위한 국제워크샵(2008)
- (14) Byron D. H. and Blackburn, C., Overview and global status and aspects of food irradiation, 식품조사 국제심포지엄. 플라자호텔, 서울. 5월 16-19일(2011)
- (15) Brackett, R. E., 식품의 안전성 확보를 위한 식품조사기술, 이철호 외, 식품의 안전성 평가, 과학기술원출판부, 213-224(2009)