

Effect on Identification of Irradiated Wheat and Soybean by the Full-overlapped Gravitational Field Energy(FGFE) Treatment

Sang-Lyong Oh[†], Jae-Jun Ahn, Joong-Ho Kwon and Hak-Je Kim¹
School of Food Science & Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
¹The Asia Pacific Earth-Life Environment Remediation Association, Seoul 134-812, Korea

중첩중력에너지가 방사선 조사된 밀과 대두의 판별특성에 미치는 영향

오상룡[†] · 안재준 · 권중호 · 김학제¹
경북대학교 식품공학부 · ¹(사)아시아태평양지구생명환경개선협회

Abstract

The aim of this study was to investigate the changes in identification markers of irradiated foods after treatment of the full-overlapped gravitational field energy (FGFE). Wheat and soybean samples were irradiated at 0-5 kGy of Co-60 gamma energy, and analyzed for photostimulated and thermo luminescence characteristics (PSL and TL) and sprouting rate at 0 and 6th month after FGFE treatment. As a screening method for irradiated samples, PSL photon counts (PCs) for the non-irradiated samples appeared negative (<700 PCs), while irradiated samples gave positive (>5,000 PCs). But FGFE-treated irradiated samples appeared intermediate (700-5,000 PCs), showing decreased PCs during storage. The TL analysis on irradiated samples exhibited glow curve peaks in range of 150-200°C and TL ratio (TL₁/TL₂) was also >0.1. Therefore, identification of irradiated samples was possible using thermoluminescence. But the glow curve range of FGFE-treated irradiated samples shifted from 150-200°C to 180-230°C and TL intensity was decreased 37-60% resulting from FGFE treatment. After 6 months of storage, all the samples showed a decrease in TL intensity, but identification was still possible. The sprouting rate of irradiated samples decreased by about 72%, whereas that of FGFE-treated irradiated samples showed by about 85%, as compared to non-irradiated samples. More detailed study is required to investigate sprouting phenomena for FGFE-treated samples.

Key words : wheat, soybean, irradiation, full-overlapped gravitational field energy, sprouting

서 론

세계적으로 식품에 대한 방사선조사는 1920년대부터 이루어졌으며, 이후 30년이 지난 1950년대부터 미국과 소련을 중심으로 산업화되기 시작하였다. 1980년대에 들어서면서 FAO/IAEA/WHO와 US FDA에서는 감마선 조사식품을 공식 인정함에 따라 각국의 정부는 알맞은 조사식품 허가규정을 마련하였다(1). 현재까지 감마선 조사식품은 식품의 저장기간 연장 및 위생화를 목적으로 57개국에서 식품에 대한 감마선 조사를 허가하고 있으며(2), 허가된 조사식품의 70% 이상이 1980년대 이후에 허가되었다. 방사선 조

사식품의 유럽 국제기관 (BCR/ADMIT)에서는 식품 방사선 조사확인기술에 대해서 표준화 및 공전법(CEN)을 마련하여 실시하고 있다(3,4). 우리나라에서는 2008년에 방사선 조사식품의 확인시험법을 고시하여 2010년 1월 1일부터 실시하고 있다(5).

식품의 방사선 조사여부 확인은 조사된 식품에서 발생하는 물리적, 화학적 및 생물학적 변화에 근거하여 다양한 연구들이 수행되었으며(3), 이 중 물리적 판별방법이 많이 활용되고 있다. 물리적 판별방법은 방사선 조사식품에서 발생될 수 있는 free radical을 측정하는 전자스핀공명분석(ESR, electron spin resonance), 혼입된 무기물(mineral)에 흡수된 에너지를 측정하는 광자극발광(PSL, photostimulated luminescence) 및 열발광(TL, thermoluminescence)분석 등이 있다(6,7).

[†]Corresponding author. E-mail : bumgang@knu.ac.kr
Phone : 82-54-530-1264, Fax : 82-54-530-1269

중첩중력에너지 이용기술은 1970년 Kim에 의해 광광자를 발견 및 명명하면서 시작된 이래(8,9), 경기도 양평군에서 무항생제 닭, 전남 영광군에서 무항생제 돼지의 사육에 응용하여 친환경 인증을 받았다. 학술적인 연구는 2005년 Hong 등이 농촌진흥청 연구과제 수행에서 정량분석결과 GMO함량 70%의 감소효과를 가져 왔다고 보고했다(10). 학술적 연구발표는 Kim(9)에 의해 2008년 제12회 한의학 국제 심포지움에서 발표되었고, Oh(8)는 2009년 한국응용생명화학회에서 식품에 대한 응용이 발표되었으며, 같은 해 Kwon은 한국유기농업학회 학술대회에서 상세히 다루어 졌고(11), 그 외에도 많이 이용되어 오고 있다(12-16). 이 기술은 땅속 마그마에서 올라오는 힘과, 지구에 작용하는 수많은 별들의 중력이 중첩되어 형성된 중첩중력장의 힘을 이용하는 것으로 물질의 근본을 자연 상태로 복원시키는 기술이다(11). 이 기술의 기본 바탕은 자연이라는 것은 단절된 지구만의 기운이 아니고, 태양계, 은하계 등 수 없이 많은 별들의 기운이 같이 어우러지는 중첩된 중력장과 정보장이 모아진 기운이고, 원소 낱개 하나하나는 한편으로 낱개인 동시에 크기가 다르거나 같은 종류의 동조성 원소들과 어울려 질서 있게 대우주기운과 연결되어 있고, 한편으로 하나로 통하는 대우주 전체의 기운이다(11). 이 기술의 기본 원리는 지구의 공자전 할 때 그 식물이 필요로 하는 별이 그 식물과 수직으로 있을 경우 서로동조 되어 땅속의 -와 잎의 +가 결합되어 필요한 에너지와 정보를 그 식물이 최대로 수신한다. 식물은 생명체가 살아 있건 죽어 있건 항상 머리 쪽과 뿌리 쪽에서 에너지 동조가 일어나 최초의 자연 상태를 유지 시키고 있다. 그러나 동조현상이 파괴된 것은 이러한 자연 상태의 에너지 입력 순환 고리가 끊어져 자연 물질이라고 보기가 어렵다. 따라서 방사선 조사에 의해 파괴된 에너지를 자연 상태로 돌리는데 이 중첩중력에너지를 이용하여 회복 할 수 있다(17,18). 우주에 존재하는 수많은 별들이 가지는 각각 구성 원소들의 개수와 비율에 의한 미세 진동들과 이것이 어우러져 만들어진 하나의 하이브리드 진동이 우주에 방사되어 지구에 중첩 되어진 중첩중력에너지 이용 방법이다(17,18).

본 연구에서는 밀과 대두의 감마선 조사시 예상되는 물리적, 생물학적 변화에 기초를 두어 광자극발광법, 열발광분석법 및 보조 확인방법으로서 발아율 측정시험을 통하여 조사여부 판별특성을 관찰하고, 조사유래의 시료에서의 변화에 대한 중첩중력에너지의 회복현상을 관찰하고자 하였다. 아울러 이 판별특성에 대한 중첩중력에너지 처리의 영향을 검토함으로써 방사선조사식품의 판별관리에 필요한 기술 자료를 축적함은 물론, 식품가공 및 저장 시 물질의 에너지 못지않게 중요한 비물질에너지를 회복 현상을 연구하는 기초자료로 삼고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용된 밀과 대두는 시중에서 유통되고 있는 국산 농산물을 구매하여 사용하였다. 포장은 PE(polyethylene)-laminated film에 500 g 단위로 포장하여 감마선 조사 시료로 사용하였다.

감마선 조사 및 저장

포장된 밀과 대두 시료의 감마선 조사는 Co-60 조사시설(AECL, IR-79, MDS Nordion International Co Ltd, Ottawa, ON, Canada)을 이용하여 국내 식품공전(19)에 허용된 선량 범위인 0-5 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량의 확인은 ceric/cerous dosimeter를 사용하였다($\pm 5.4\%$). 조사된 시료는 비조사 시료와 함께 실온(10 $\pm 3^\circ\text{C}$)에 6개월 간 저장하면서 실험에 사용하였다.

중첩중력에너지 처리

중첩중력에너지(full-overlapped gravitational field energy, FGFE) 처리는 HJ방법에 따라 제작된 물질개선장치(Fig. 5)를 사용 하였다(8). 이 장치는 식물이 우주의 기운과 동조할 때 입력되어지는 미세진동에너지를 몇백배 증폭시킬 수 있는 것으로, 땅쪽에 위치한 것은 지구 중심 쪽이고 하늘 쪽에 위치한 것은 공자전 시 동조 에너지를 입력시키기 위한 것이다. 그 중간에 동조 하지 못하는 시료를 놓으면 지구 공자전에 의하여 강제로 동조가 일어날 수 있게 유도하는 장치이다. 즉, 조사된 시료의 상단과 하단에 호호농누에똥을 이용한 퓨토어 물질개선장치(material improvement installation 'Putor': model BBT20-1HJP, Bingbingtu Technology Co Ltd, Seoul, Korea)를 설치하여 7일간 처리하였다.

광자극발광(photostimulated luminescence, PSL) 측정

시료의 PSL 분석은 CEN(20)에 준하여 실시하였다. 본 실험에서는 Irradiated Food Screening System(serial:0021, SURRC: Scottish Universities Research and Reactor Center, UK)을 이용하여 50 mm 직경의 1회용 petri dish (Bibby sterilin type 122)에 담고 sample chamber에 넣은 다음 60초 동안 측정되는 초당 방출되는 빛의 양을 더한 측정값으로 나타내었다. 측정조건은 Table 1에 나타내었으며, 측정결과 의 판정에서 lower threshold value는 $T_1=700$ counts/min, upper threshold value $T_2=5000$ counts/min 로 T_1 이하의 값은 비 조사 시료 (negative control)로 T_2 이상의 값은 방사선 조사된 시료 (positive control)로 판별하였다(7,19).

Table 1. Changes in accumulated photon counts of gamma-irradiated and full-overlapped gravitational field energy-treated wheat and soybean during storage

Sample	Storage (mon)	Group	Irradiation dose (kGy)			
			0	1	3	5
Wheat	0	Control	356±23 ¹⁾ (-) ²⁾	27493±2369 (+)	38940±6982 (+)	51367±8716 (+)
		FGFE-Treated	334±31 (-)	1874±471 (M)	3592±1089 (M)	2104±1368 (M)
	6	Control	412±51 (-)	30019±4592 (+)	33127±395 (+)	44690±11276 (+)
		FGFE-Treated	393±39 (-)	2315±1219 (M)	3058±1114 (M)	3740±763 (M)
Soybean	0	Control	412±33 (-)	39582±7526 (+)	55374±14736 (+)	48201±8935 (+)
		FGFE-Treated	254±12 (-)	3920±1058 (M)	3186±1280 (M)	3058±1014 (M)
	6	Control	336±71 (-)	33894±11067 (+)	18094±6924 (+)	20194±7593 (+)
		FGFE-Treated	389±53 (-)	1849±527 (M)	2157±865 (M)	3641±614 (M)

¹⁾Mean ± standard deviation (n=3).

²⁾Threshold value : T₁=700(non-irradiated), T₁-T₂(intermediate), T₂=5000(irradiated), (-): <T₁, (M): T₁-T₂, (+): >T₂.

열발광 (Thermoluminescence, TL) 분석

감마선 조사된 시료의 TL 분석은 CEN 방법(21)에 준하여 실시하였다. 시료에 일정량의 증류수를 가하여 ultrasonic agitator에서 5분간 처리한 후 다시 시료를 water rinsing하며 125 sieve를 통과시켜 일정 시간 정치시킨 후 침전물을 취하였다. 침전물은 test tube에 담은 후 sodium polytungstate 용액(2.0 g/mL) 5 mL을 가하여 유기물을 제거하고 증류수로 세척한 후 1 N HCl 2 mL을 가해 10분간 암소에서 정치하여 carbonate를 제거하였고 1 N NH₄OH 2 mL을 가해 중화시켰다. 중화된 mineral은 증류수로 세척한 후 acetone으로 세척하여 건조시켰다. 건조된 mineral 0.5 mg을 aluminium disc(6 mm)에 옮겨 담고 50°C incubator에서 하룻밤 예열한 후 측정하였다. 준비된 광물질의 TL spectra 측정은 TL 측정 시 외부 noise의 영향을 최소화하기 위하여 암실조건에서 측정 전 TLD system(Harshaw TLD-4500, Wermelskirchen, Germany)에 고순도 질소가스(99.999%)를 10분정도 흘려보낸 후 초기온도 50°C에서 5초 동안 예열한 후 최고온도 400°C, 가온율 6°C/sec로 하여 측정하였다. 측정된 시료의 TL 신호를 완전히 제거하기 위해 측정 후 5초간 annealing하였다. 방사선 조사여부 확인은 측정된 glow curve의 면적값(150-250°C, TL₁)으로 나타내었으며, TL normalization을 위하여 측정된 광물질에 재조사(1 kGy)를 실시하여 2차 glow curve(TL₂)를 측정하였다. 그 후 150-250 범위의 glow curve에 대한 TL ratio(TL₁/TL₂)를 산출하여 TL ratio값이 0.1 이하면 비조사구로, 0.1 이상이면 조사구로 판단하였다.

발아율 (Sprouting rate) 측정

방사선 조사에 의해 손상된 생명성의 복원 여부를 확인하기 위한 발아율의 측정은 외부 손상이 없고 양호한 외관을 지닌 곡립 100개를 취해 여지를 바닥에 간 petri dish에 담고 증류수 10 mL을 넣어 25±1°C로 유지되는 항온기에서 24, 48, 72, 96, 120 시간의 기간을 설정하여 발아력을 측정

하였다. 이 때 발아는 싹이 튼 눈의 길이가 0.1 cm 이상인 것을 발아로 간주하였다.

실험결과 분석

본 연구에서 측정한 결과는 Microcal Origin 6.0(Microcal Software, Inc, Northampton, MA, USA)(Microcal 1999)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

감마선조사 및 중첩중력에너지 처리에 따른 광자극발광 (PSL) 특성

시료의 PSL 측정 결과, 비 조사시료는 모두 700 이하의 음성(negative)을 나타내었고, 감마선 1 kGy 이상의 조사시료는 5000 이상의 양성(positive)을 나타내어 스크리닝이 가능하였으나 FGFE 처리한 조사시료는 700-5000 사이의 중간값(intermediate)을 나타내었다. 이것은 FGFE 처리가 식품 외벽에 묻어 있는 광물질에 흡수된 방사선에너지가 감소시키는 결과를 나타낸 것으로, 밀과 두류에 FGFE를 처리하게 되면 광자극발광법(PSL)을 이용하여 조사여부 스크리닝이 어렵다고 판단되었다(Table 1). 저장 6개월 후 PSL 측정 결과, 역시 비 조사시료는 모두 700 이하의 음성(negative)을 나타내었고, 감마선 1 kGy 이상의 조사시료는 5000 이상의 양성(positive)을 나타내어 스크리닝이 가능하였지만, FGFE 처리한 조사시료는 700-5000 사이의 중간값(intermediate)을 나타내었다. 또한 저장시간이 지날수록 측정되는 photon의 수가 대체적으로 감소하였으나, 감소 범위는 크지 않았다.

감마선 및 중첩중력에너지 처리에 따른 열발광 (TL) 특성 조사여부를 판별하기 위한 검증방법으로 열발광법을 분

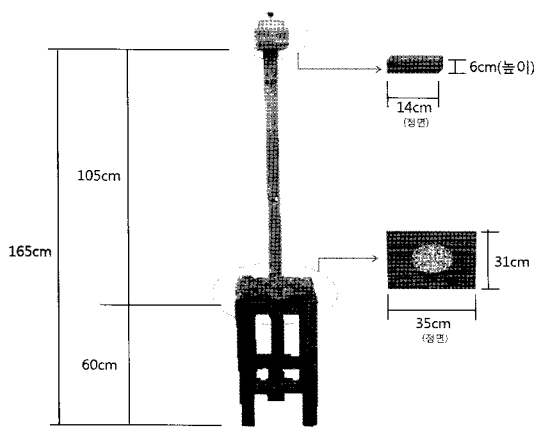


Fig. 1. Dimension of material improvent installation.

180-200°C, treated group(조사구, 조사 + FGFE 처리구)이 180-210°C로 큰 차이가 나타나지 않았으나(Fig. 2), 대두의 발광온도 범위는 control group 175-185°C에서 treated group 210-225°C로 FGFE 처리에 의해 발광곡선의 shift가 나타났다.

발광 강도는 밀 5 kGy 기준으로 control group이 440 a.u. 인데 비해, treated group 196 a.u.으로 크게 감소하였으며, 이는 대두에서도 유사한 결과를 나타내었다. 저장 6개월 후에도 밀과 대두의 TL 발광곡선의 형태는 초기(0개월)와 비교하여 큰 차이는 없는 것으로 나타났다(Fig. 3). 다만, 발광 강도는 밀(5 kGy) control group 0개월 127 a.u., 6개월 101 a.u.으로 감소하였으며, treated group 역시 0개월 105 a.u., 6개월 75 a.u.으로 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 4).

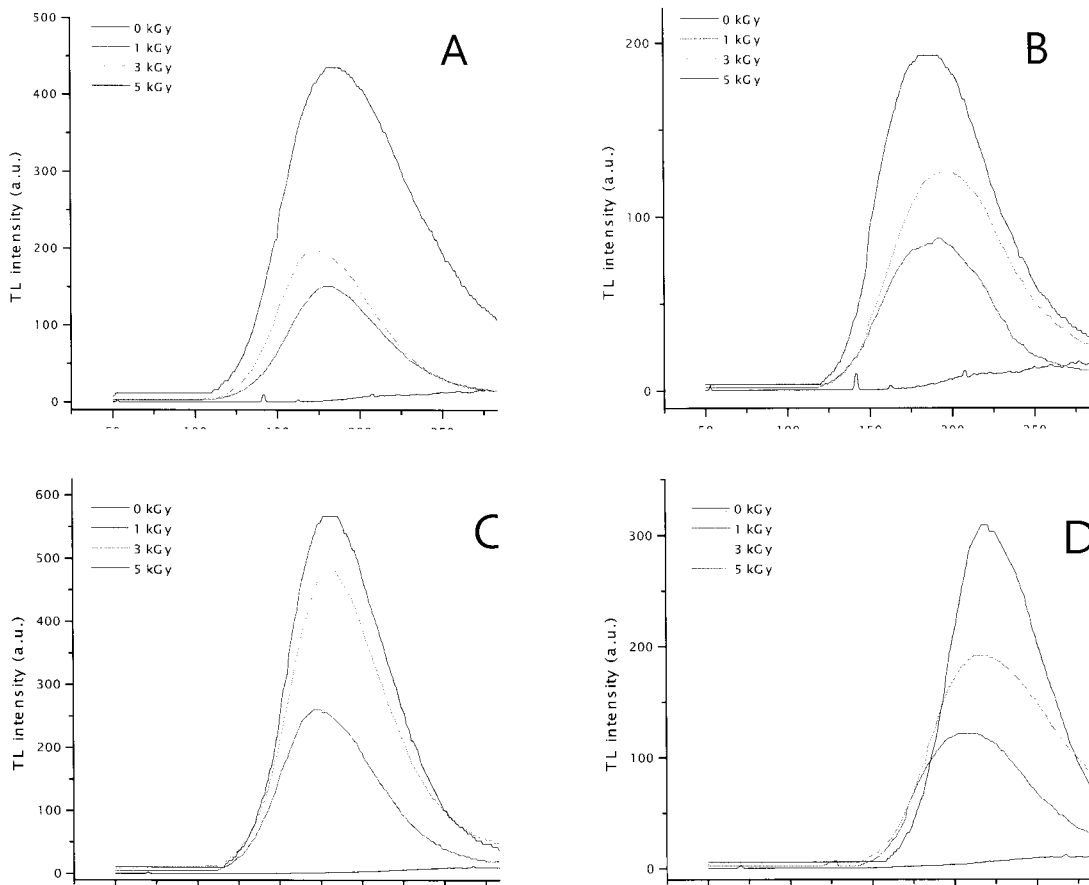


Fig. 2. Glow curve of gamma-irradiated and full-overlapped gravitational field energy-treated wheat and soybean. (A; irradiated wheat, B; FGFE-treated irradiated wheat, C; irradiated soybean, D; FGFE-treated irradiated soybean)

석하였다. 비 조사시료는 밀과 대두 모두 250°C이후에 점점 증가하는 형태의 발광곡선이 나타났지만(Fig. 1), 조사시료와 FGFE 처리시료는 모두 150-250°C사이에서 발광곡선이 나타나 조사여부의 판별이 가능하였다. 발광곡선이 나타난 온도 범위는 밀의 control group(조사구, 감마선 조사구)이

발광온도범위는 control group(5 kGy) 239°C, treated group(5 kGy) 191°C로 초기 발광온도대역 control group(5 kGy) 201°C, treated group(5 kGy) 169°C에 비해 발광곡선이 고온영역으로 이동하였다. 그러나 control group과 treated group의 발광온도대역은 모두 150-250°C의 범위에 있었고,

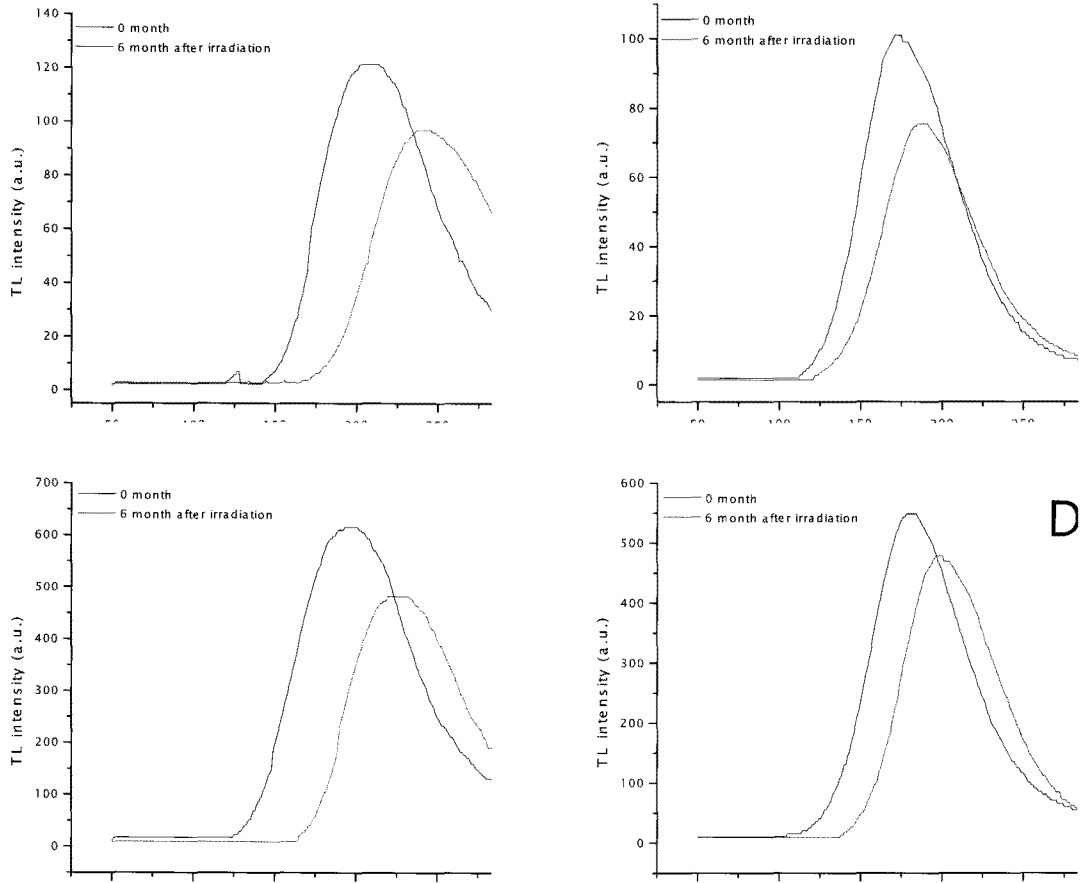


Fig. 3. Stability of TL glow curve of minerals separated from 5 kGy gamma-irradiated and full-overlapped gravitational field energy-treated wheat and soybean after 6 months. (A; irradiated wheat, B; FGFE-treated irradiated wheat, C; irradiated soybean, D; FGFE-treated irradiated soybean)

TL ratio 또한 조사구는 0.1 이상의 값을 나타내어(Table 2) 판별이 가능하였다. 대두 역시 발광강도는 6개월 후 감소하였고, 발광온도대역 역시 고온영역으로 이동하였으나, 150-250°C 범위 안에서 발광곡선을 나타내었으므로 조사여부의 판별은 가능하였으며, TL ratio 역시 조사구는 0.885-1.694의 범위를 나타내어 저장 6개월 후에도 TL방법은 발광곡선과 TL ratio로 판별이 가능함을 알 수 있었다. 일반적으로 가열 및 저장 후 조사식품의 glow peak는 본래의 발광온도 범위에서 더 높은 온도영역으로 shift되고 발광강도 또한 감소하는 것으로 알려져 있다(24). 조사식품을 TL 방법으로 측정하게 되면, 조사 시 저장된 에너지가 150-250°C 범위에서 방출되며, 300°C 이후에 나타나는 glow peak는 자연방사능에 기인한 에너지이다. 결국, 이와 같은 현상은 조사 시 저장된 에너지가 물리적 인자에 의해 점차 소멸되어 조사 전 상태로 돌아가는 것으로 볼 수 있으며, 본 TL실험에서 나타난 FGFE 처리 시 나타난 shift 현상은 가열 및 저장기간에 따라 소멸되는 조사에너지와 유사한 현상으로 판단된다.

감마선 및 중첩중력에너지 처리에 따른 발아율

밀과 대두는 초기 발아가 없었으며 24시간 단위로 돌출된 싹의 길이가 1 mm 이상인 것을 계수하였다. 밀의 발아율 측정 결과(Table 3) 비조사구의 경우는 24시간 경과 후 발아가 시작되었으나 계속할 수 있는 수준은 아니었고, 48시간 경과 후 계측이 가능하였다. 발아시간이 지날수록 발아율은 증가하였고, 조사선량이 높을수록 발아율은 낮게 나타났다. 방사선 조사가 곡류의 발아율을 억제하는 것으로 나타났다. Bang 등(22)은 들깨종자에 0.15-0.4 kGy의 감마선 조사 후 발아율을 측정할 결과 선량이 높을수록 발아율이 감소하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 조사선량이 증가할수록 발아율이 감소하는 원인은 발아 당시 세포신장에 뒤이어 일어나는 세포분열을 저해하거나 지연시키는 결과로 보고된 바 있다(23). FGFE 처리구의 경우 0 kGy 처리구는 control 0 kGy와 유사한 발아율을 나타내었으며 control group의 조사구와 FGFE 처리구의 동일선량끼리 발아율을 비교하면 1 kGy 2.1%, 3 kGy 3.1%, 5 kGy 13.5%로 FGFE 처리구가 높게 나타났다. 또한 비조사구와 5 kGy 조사구와 비교하면 control group은 69.8%, FGFE 처리구는

Table 2. TL ratio of minerals separated from gamma-irradiated and full-overlapped gravitational field energy-treated wheat and soybean during storage

Sample	Group	Storage (mon)	TL ratio ¹⁾			
			0 kGy	1 kGy	3 kGy	5 kGy
Wheat	Control	0	0.017±0.003 ²⁾	0.601±0.141	0.942±0.482	0.829±0.333
		6	0.032±0.001	0.482±0.213	0.275±0.040	0.353±0.142
	FGFE-Treated	0	0.050±0.010	0.554±0.175	0.552±0.163	0.766±0.394
		6	0.026±0.004	0.318±0.081	0.397±0.152	0.218±0.073
Soybean	Control	0	0.004±0.000	1.862±0.457	2.331±0.894	4.123±1.482
		6	0.011±0.000	1.395±0.413	0.873±0.271	1.694±0.772
	FGFE-Treated	0	0.008±0.001	1.701±0.352	1.187±0.482	2.836±0.685
		6	0.005±0.000	0.885±0.154	1.248±0.485	1.583±0.494

¹⁾Integrated TL₁/intergrated TL₂ (150-250 °C)²⁾Mean ± standard deviation (n=2).**Table 3. Effect of gamma irradiation and full-overlapped gravitational field energy treatment on sprouting rate of wheat and soybean (unit : %)**

Sample	Group	Dose (kGy)	Germination time (hrs)				
			24	48	72	96	120
Wheat	Control	0	0	16±0.58 ¹⁾	65±3.24	85±1.54	96±3.57
		1	0	13±3.79	65±2.95	78±2.56	94±1.58
		3	0	14±1.00	69±1.86	80±4.27	91±2.36
		5	0	10±2.08	60±2.24	63±3.53	67±2.56
		0	0	19±0.49	58±2.27	83±2.04	98±3.14
	FGFE-Treated	1	0	20±0.94	63±1.96	81±2.47	96±4.12
		3	0	17±2.52	67±2.33	80±4.36	94±2.57
		5	0	15±1.13	64±1.85	72±1.79	80±2.36
		0	0	32±0.00 ²⁾	91±0.00	98±0.71	97±1.41
		1	0	28±3.54	85±3.54	91±0.00	96±1.41
Soybean	Control	3	0	23±2.83	72±1.41	83±1.41	89±0.71
		5	0	11±1.41	61±0.00	64±4.24	70±0.00
		0	0	35±0.21	88±2.59	95±2.37	98±3.17
		1	0	30±1.13	90±3.31	95±3.55	96±2.33
		3	0	28±1.14	86±1.78	93±3.74	93±1.19
	FGFE-Treated	5	0	16±1.29	69±2.57	79±2.16	83±2.23

¹⁾Mean ± standard deviation (n=100).

83.3%의 발아율을 나타내었다. 대두의 발아율 측정 결과 밀과 마찬가지로 48시간 이후부터 계측이 가능하였으며, 발아율의 경향 역시 유사하게 나타났다. 즉, 조사선량이 높을수록 발아율은 감소하였고, control group보다 FGFE 처리구가 발아율이 높게 나타났다. 특히 저선량(1, 3 kGy) 조사구는 control group과 FGFE 처리구간의 발아율 차이가 크지 않았으나 5 kGy 조사구는 비조사구에 비교하여 control group 72.1%, treated group 85.6%의 발아율을 나타

내어 차이가 크게 나타나, 감마선 조사처리로 인해 억제된 발아율을 FGFE처리에 의해 회복시킬 수 있는 가능성을 나타내었다.

저장 6개월 후 발아율 측정 결과, 밀은 비조사구에 비해 control group의 조사구는 발아율이 63.5-92.7%로 treated group의 조사구는 91.7-94.8%로 감소하였다(Fig. 5). 조사선량 1, 3 kGy의 경우 발아율 감소가 86.5-94.8%로 비조사구에 비해 편차가 크지 않았으나, 5 kGy 조사구는 63.5%의

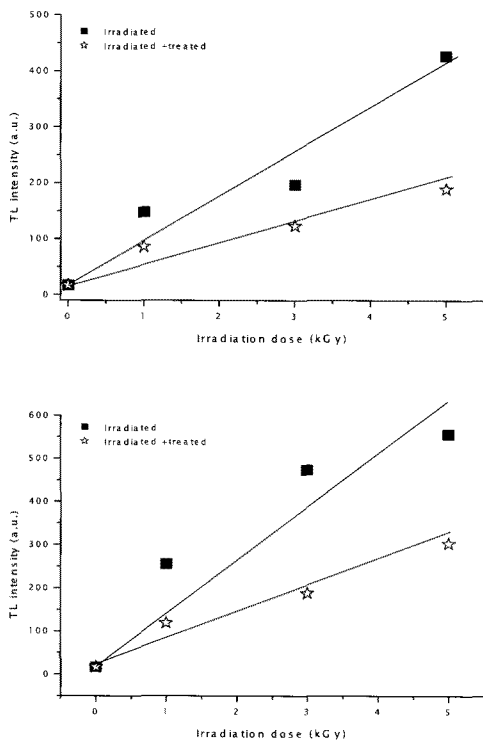


Fig. 4. TL intensity of gamma-irradiated and full-overlapped gravitational field energy-treated wheat and soybean (left; wheat, right; soybean).

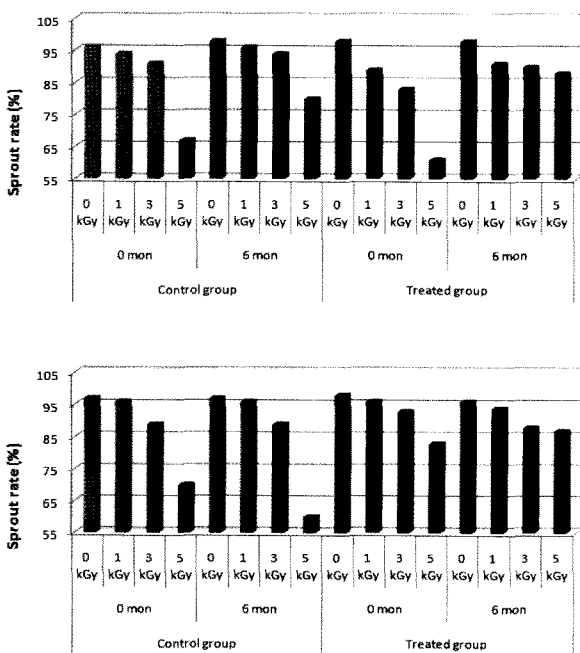


Fig. 5. Effect of gamma irradiation and full-overlapped gravitational field energy treatment on sprouting rate of wheat (above) and soybean (down) during storage.

발아율을 나타내어 저장 6개월 후 조사시료의 발아율은 크게 낮아지는 것으로 나타났다. 또한 6개월 저장 후 측정된

treated group 5 kGy 조사구는 91.7%의 발아율로서 초기(0개월) 83.3%인데 비해 오히려 발아율이 증가하였다. 대두의 조사구 역시 초기(0개월) 비조사구에 비해 61.9-99%의 발아율을 나타내어 비슷하거나 감소하는 경향을 나타내었는데, 이에 반해 treated group은 89.7-96.9%의 발아율로서 비슷하거나 오히려 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 밀과 대두 모두 조사선량 1, 3 kGy에서는 다소 감소하였고 그 감소도의 큰 차이가 없었으나, 조사선량 5 kGy구의 경우 control group은 초기(0개월) 5 kGy구에 비해 6.3-10.3% 감소하였고, 반대로 treated group은 4.1-8.4% 증가하는 것으로 나타났다.

요 약

중첩중력에너지(FGFE)가 방사선조사식품의 판별특성에 미치는 영향을 연구하고자, 밀과 대두를 시료로 0-5 kGy의 감마선을 조사한 다음 FGFE 처리된 시료의 발광특성(광자극발광, 열발광)과 발아율의 변화를 처리직후와 6개월 저장 후 비교하였다. 조사식품의 스크리닝 방법으로서 두 시료에 대한 광자극발광(PSL) 분석 결과, 비 조사 시료(0 kGy)는 모두 700 photon counts/min 이하의 음성(negative)을 나타내었고, 1 kGy 이상 조사시료는 5,000 photon counts/min 이상의 양성(positive)을 나타내었다. 그러나 FGFE 처리된 조사시료는 모두 700-5,000 사이의 중간값(intermediate)을 나타내어 FGFE 처리는 조사시료의 광자극발광을 유의적으로 감소시켰으며, 6개월 저장 후에도 유사한 결과가 유지되었다. 조사식품의 판별확증방법으로서 두 시료에 대한 열발광(TL) 분석 결과, 조사시료와 조사 후 FGFE 처리시료 모두 150-250°C 사이에서 발광곡선이 나타났고, TL ratio (TL₁/TL₂) 또한 0.1 이상을 보여 조사여부 판별에는 큰 차이가 없었다. 그러나 발광곡선의 온도범위는 FGFE 처리에 따라 150-200°C에서 180-230°C로 shift 현상이 나타났으며, 조사시료의 TL 강도 또한 FGFE 처리로써 37-60%의 감소를 보였다. 저장 6개월 후에는 모든 시료구에서 TL 강도가 다소 감소하였으나 조사여부의 판별은 가능하였다. 밀과 대두의 발아율에서 조사시료(5 kGy)는 비 조사 시료 대비 72%를 나타내었으나 FGFE 처리로써 85%로 증가되었다. 저장 6개월 후 조사시료(5 kGy)의 발아율은 63%로 감소하였으나, 조사 후 FGFE 처리시료는 91%의 발아율 증가를 나타내어 이에 대한 보다 구체적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 경북대학교 학술연구비에 의하여

연구된 결과의 일부이며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. CAC (1984) Codex general standard for irradiated foods and recommended international code of practice for the operation of radiation facilities used for the treatment of food. Codex Alimentarius commission. FAO, Rome, Italy, Vol XV
2. IAEA (2010) International Atomic Energy Agency homepage, <http://nucleus.iaea.org>. Accessed on September 18
3. FAO/WHO CODEX STAN (2003) General Codex Methods for The Detection of Irradiated Foods. CODEX STAN 231-2001, Rev 1
4. Delincée H (1998) Detection of food treated with ionizing radiation. *Food Sci Technol*, 9, 73-82
5. KFDA. (2008) Korean Food Standard Code, Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea, p 5-21-10
6. Desrosiers MF, Le FG, McLaughlin WL (1989) Examination of gamma-irradiated fruits and vegetables by electron spin resonance spectroscopy. *Radiat Phys Chem*, 34, 895-898
7. Schreiber GA (1996) Thermo-luminescence and photo-stimulated luminescence techniques to identify irradiated foods. 121-123. In: *Detection Methods for Irradiated Foods*. McMurray, Stewart CH, Gray EM, Pearce J The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK
8. Oh SL (2009) A Application Technology to Material and Environment Remediation by Full-overlapped Gravitational Field Energy. *Symposium of Agriculture and Life science*, KNU, Korea, p 117-144
9. Kim JW (2008) Introduction to check the energy value of a material by using 'KwangKwangJa'. The 12th International Conference on Traditional Medicine, Seoul, Nov
10. Hong SW, Kim SK, Kim SI, Lim JS (2005) Antibiotic-free Breeding Technology of the Ducks. RDA research Report of 2005
11. Kwon KS (2009) Instinct worth and real intention of organic agriculture. *Proceeding of Korean Association of Organic Agriculture 2009*. 29-42
12. Kim JS (2005) The management of antibiotic-free chickens farm. *Poultry* 438, 61-65
13. Lim JS (2005) A technology to use the full-overlapped gravitational field energy. *Environment and Agriculture*, 31, 67-73
14. Kim HJ (2009) A technology to use the full-overlapped gravitational field energy-Hwawha agricultural techniques (1). The Asia Pacific Earth-Life Environment Remeadiation Association
15. Kim HJ (2010) A technology to use the full-overlapped gravitational field energy-Hwawha agricultural techniques (2). The Asia Pacific Earth-Life Environment Remeadiation Association
16. Oh SL (2008) To recover the energy from birth. *Journal of Tea Life*, 3, 11-15
17. Oh SL, Kim HJ (2010) A material improvement technology to use the full-overlapped gravitational field energy(the first volume). *Journal of Tea Life*, 5(3), 115-126
18. Oh SL, Kim HJ (2010) A material improvement technology to use the full-overlapped gravitational field energy(the second volume). *Journal of Tea Life* 5(4), 114-123
19. KFDA (2008) Korean Food Standard Code. Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea, p 2-1-9~2-1-10
20. CEN (2002) Detection of irradiated food using photostimulated luminescence. European Committee for standard. English version of EN13751, Brussels, Belgium
21. CEN (2001) Detection of irradiated food from which silicate minerals can be isolated method by thermoluminescence. European Committee for standard. English version of EN1788, Brussels, Belgium
22. Bang JK, Chang CJ, Park CB, Kang MH, Kim JK, Lee BH (1999) Germination and emergence of gamma ray treated perilla seeds. *Kor J Intl Agri*, 11, 307-311
23. Lee BK, Eun JS, Park HB (1977) Comparisons of sensitivity on X-ray and diethyl sulfate in M1 seedling stage of welsh onion. *Jour Kor Soc Hort Sci*, 18, 57-62
24. Satoshi K, Masakazu F (2009) Change in thermoluminescence of irradiated paprika powder during storage under various temperature and humidity conditions. *Radiat Phys Chem*, 78, 703-705

(접수 2010년 12월 8일 수정 2011년 5월 26일 채택 2011년 6월 3일)