

## 방사선 조사된 콩류의 선별 검지를 위한 발아특성 확인

오경남 · 강은경 · 박춘란<sup>1</sup> · 양재승\*

한국원자력 연구소 식품검지실, <sup>1</sup>충청대학 식품영양학과

### Identification of Germination Properties for the Screening of Gamma-irradiated Beans

Kyeong-Nam Oh, Eun-Kyoung Kang, Choon-Ran Park<sup>1</sup> and Jae-Seung Yang\*

Detection Laboratory of Irradiated Foods, Korea Atomic Energy Research Institute

<sup>1</sup>Food and Nutrition, Chung-Cheong College

Germination method was used to screen the biological changes in soybean, kidney bean, and red bean caused by gamma irradiation. Beans were irradiated at 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, and 1.0 kGy. Ten beans of each sample were placed on moistened cotton and germinated at 30°C. The root lengths were measured daily for 5 days. Root lengths of all beans grew continuously for 5 days, but the growth rate of irradiated beans decreased significantly from fourth day. Unirradiated beans showed the highest growth rate during 5 days of germination. Gamma-irradiated beans could be screened by measuring the daily growth rate and root length during germination.

Key words: beans, gamma-irradiation, germination, root length, growth extent

#### 서 론

식품에 대한 방사선 조사는 식품오염과 관련된 미생물의 사멸, 해충의 방제, 또는 농산물의 발아 및 발근의 억제를 위하여 시행되어 왔다. 전 세계적으로는 현재 38개국에서 방사선 조사식품을 허용하여 상업적으로 사용하고 있고, 국내에서는 18개 품목에 대해서 방사선 조사식품을 허가하고 있다<sup>(1)</sup>. 지금까지 방사선 조사식품의 안전성 및 경제적 효용가치에 대해서 많은 연구가 수행되어왔지만 아직까지 소비자들의 방사선 조사식품에 대한 불안은 완전히 불식되지 않고 있다. 방사선 조사식품에 대한 검지기술은 수출입 교역시 방사선 조사 식품이 제한되어 있거나, 조사 품목에 대해서 표시화가 요구될 경우 필요하다. 이에 대한 기술은 1993년 FAO/IAEA 및 BCR(Community Bureau of Reference)에 의해 국제적인 연구가 수행되어 지금까지 많은 연구가 이루어져 왔다<sup>(2-4)</sup>. 유럽에서는 방사선 조사식품의 검지기술에 대해서 이미 European Standard를 확립하고 이를 적용하고 있다. 방사선 조사식품을 검지하는 방법은 지방을 함유한 식품에서 hydrocarbon<sup>(5)</sup> 또는 2-alkylcyclobutanone과 같은 지방산 유래

의 물질을 검사하는 GC분석<sup>(6,7)</sup>, 식품의 광물질을 측정하는 thermoluminescence(TL)<sup>(8,9)</sup> 방법, 뼈가 있는 식품 또는 섬유소가 많은 조사 식품의 electron spin resonance(ESR) 방법<sup>(10,11)</sup> DNA comet assay<sup>(12,13)</sup>, 그리고 발아법<sup>(14-16)</sup> 등이 있다. 이들 검지 방법 중 발아법은 생물학적 방법으로 방사선 조사에 의한 생물학적 변화 즉, 발아억제, 뿌리 및 줄기의 생장억제, 그리고 씨 활성의 손실과 같은 변화를 검지하는 screening test이다<sup>(14)</sup>. 이 방법은 열 및 화학처리와 같은 다른 처리에서도 이와 유사한 변화를 보여서 특이성이 없다고 할 수 있지만 screening test로써 다른 방법에서 검지하기 어려운 1.0 kGy 이하의 매우 낮은 선량에서 나타나는 미세한 변화를 민감하게 검지할 수 있다<sup>(15,16)</sup>.

콩류는 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 가장 많이 소모되는 작물 중의 하나이다. 식품 가공기술이 고도로 발전했음에도 불구하고, 콩류는 병해충에 의한 수확후의 손실이 제법 크다<sup>(17)</sup>. 방사선 조사는 이러한 문제를 해결하고자 콩류에 효과적인 기술로 적용되고 있다. 그러나 방사선 조사를 꺼려하는 나라도 있고, 조사에 대한 정확한 labelling을 원하는 나라도 있기 때문에 방사선 조사에 대한 검지의 적용이 필요하다.

지금까지 생물학적 검지방법인 발아법은 많은 식품에서 연구가 되지 않았다. 곡류나 과일의 발아법에 관한 연구가 일부 수행되었지만<sup>(18-20)</sup> 국내에서는 곡류의 발아특성에 관한 선행연구<sup>(21,22)</sup>를 제외하고는 전무하다. 따라서 본 연구는 대두, 팥, 그리고 강남콩을 병해충 및 저장기간 연장을 목적으로 하는 1.0 kGy 이하로 조사하고 방사선 조사에 의한 특이적

\*Corresponding author : Jae-Seung Yang, Detection Laboratory of Irradiated Foods, Korea Atomic Energy Research Institute, 150 Duckjindong Yusung-Ku, Taejon 305-353, Korea  
Tel: 82-42-868-8064  
Fax: 82-42-868-8064  
E-mail: jsyang2@kaeri.re.kr

Table 1. Root length<sup>1)</sup> of soybean irradiated at various doses

(unit: cm)

Irradiation dose (kGy)	Germination period (day)				
	1	2	3	4	5
0	<sup>A</sup> 0.79 <sup>a</sup> ±0.11 <sup>1)</sup>	<sup>A</sup> 2.15 <sup>ab</sup> ±0.30	<sup>A</sup> 2.94 <sup>bc</sup> ±0.52	<sup>A</sup> 4.25 <sup>cd</sup> ±0.45	<sup>A</sup> 5.79 <sup>d</sup> ±0.76
0.1	<sup>A</sup> 0.67 <sup>a</sup> ±0.07	<sup>A</sup> 1.18 <sup>ab</sup> ±0.30	<sup>A</sup> 2.77 <sup>bc</sup> ±0.58	<sup>A</sup> 3.63 <sup>c</sup> ±0.67	<sup>AB</sup> 4.43 <sup>c</sup> ±0.70
0.3	<sup>A</sup> 0.65 <sup>a</sup> ±0.05	<sup>A</sup> 1.60 <sup>ab</sup> ±0.27	<sup>A</sup> 2.94 <sup>bc</sup> ±0.53	<sup>AB</sup> 3.43 <sup>c</sup> ±0.59	<sup>BC</sup> 3.98 <sup>c</sup> ±0.61
0.5	<sup>A</sup> 0.67 <sup>a</sup> ±0.08	<sup>A</sup> 1.30 <sup>ab</sup> ±0.23	<sup>A</sup> 2.33 <sup>bc</sup> ±0.35	<sup>AB</sup> 3.00 <sup>c</sup> ±0.40	<sup>BC</sup> 3.40 <sup>c</sup> ±0.39
0.7	<sup>A</sup> 0.70 <sup>a</sup> ±0.05	<sup>A</sup> 1.52 <sup>ab</sup> ±0.20	<sup>A</sup> 2.36 <sup>bc</sup> ±0.37	<sup>AB</sup> 2.73 <sup>c</sup> ±0.37	<sup>BC</sup> 3.06 <sup>c</sup> ±0.38
1.0	<sup>A</sup> 0.58 <sup>a</sup> ±0.04	<sup>A</sup> 1.21 <sup>ab</sup> ±0.20	<sup>A</sup> 1.57 <sup>b</sup> ±0.33	<sup>B</sup> 1.75 <sup>ab</sup> ±0.33	<sup>C</sup> 1.85 <sup>b</sup> ±0.35

<sup>1)</sup>Mean value and standard error of root length.<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $p < 0.05$ ).<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

인 변화를 검지하고자 각 콩류의 발아 특성을 확인하여 발아법에 의한 검지방범을 확립하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 실험에 사용된 콩류는 대두, 강남콩, 그리고 팥으로 모두 2001년에 수확된 품종이었고, 대전 유성구 대형 마켓에서 구입하였다.

### 방사선 조사

시료의 방사선 조사는 저장 해충 및 기생충 구제를 목적으로 하는 선량을 기준하여 1.0 kGy 이하의 저선량으로 정하고 한국원자력연구소의 Co 60 감마선 조사 시설 (Nordion International, Ontario, Canada)을 이용하여 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 및 1.0 kGy의 선량으로 시간당 일정한 선량률로 조사하였다. 총 흡수선량은 ceric cerous dosimeter(Bruker Instruments, Rjeomstettem, Germany)의 방법으로 확인하였다.

### 발아방법

각각의 콩류는 증류수로 세척한 다음 petri-dish에 탈지면을 깔고 증류수 25 mL를 부었다. 각 선량마다 2개의 petri-dish를 준비하고 각각 5알씩 여과지 위에 놓아 10알을 실험에 사용하여 30°C에서 발아시켰다<sup>(16)</sup>. 5일 동안 매일 petri-dish, 탈지면, 그리고 증류수를 새로 교체하여 신선한 상태가 유지되도록 하였고 각 선량마다 뿌리의 길이를 측정하여 통계처리 하였다. 모든 실험은 3회 반복 실시하였다.

### 통계처리

3회 반복 실험을 통해 측정된 뿌리의 길이는 PC-SPSS (version 9.0 for windows)를 사용하여 각각 통계분석하였다. 통계분석은 ANOVA 프로그램의 Tukey's Honestly Significant Difference(HSD) test를 이용하여 각 조사선량에서 5일간의 길이 성장에 대한 유의성과 각 발아일에 대해서(1일~5일) 조사선량에 따른 길이 성장의 유의성을 검증하였다<sup>(23)</sup>.

## 결과 및 고찰

콩류의 방사선 조사 검지를 위하여 발아특성을 확인해 본

결과, 모든 콩류에서 방사선 조사에 의해 길이성장이 억제되는 것이 관찰되었다. 콩류는 5일 동안 뿌리가 지속적으로 성장하였지만, 4일부터 길이 성장정도가 급격히 감소하였고, 5일 이상부터는 콩이 부패하기 시작하여 더 이상 길이 측정이 불가능하여 5일 동안 길이 성장에 대한 특성을 살펴보았다.

### 대두

대두의 방사선 조사에 대한 발아특성은 모든 선량에서 뿌리의 길이가 5일 동안 지속적인 길이성장을 하였지만 방사선 조사에 의한 길이 성장정도는 모든 시료에서 4일부터 현저히 감소하였고 비조사 시료는 5일째에도 성장정도가 큰 것으로 나타났다. 각 조사 선량의 5일 동안 뿌리길이의 성장을 살펴보면, 비조사 시료는 5일 동안 유의적인 길이성장을 하였고( $p < 0.05$ ), 0.1 kGy에서 0.7 kGy 조사시료는 3일까지 유의적인 길이 성장을 하다가 4일째와 5일째는 길이 성장에 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ , Table 1). 1.0 kGy 조사시료는 2일부터 유의적인 길이 성장을 하지 않았지만 비조사 시료와는 유의적인 차이를 나타냈다( $p < 0.05$ ).

각 발아일에서 방사선 조사선량간에 뿌리 길이 성장을 비교해 보면, 발아 2일째 비조사 시료는 2 cm 이상의 길이 성장을 한 반면, 0.1 kGy 이상 조사 시료들은 2 cm 이하의 길이 성장을 하여서 비조사 시료의 성장정도가 가장 큰 것으로 확인되었다. 한편, 발아 3일까지는 조사 선량간에 유의적인 차이를 보이지 않다가 발아 4일부터 조사 선량간에 유의적인 길이 차이를 나타냈다( $p < 0.05$ ). 발아 4일째 비조사 시료는 뿌리의 길이가 4.0 cm 이상이었으며 0.1 kGy 이상 조사 시료는 뿌리의 길이가 4.0 cm 미만으로 비조사 시료와 조사시료의 구분이 가능하였으며 0.3 kGy 이상 조사 시료는 성장정도가 저조하여 0.1 kGy 이하 시료와 유의적인 차이를 나타냈다( $p < 0.05$ ). 발아 5일째는 조사 선량간 길이 성장이 더 뚜렷하였는데, 비조사 시료는 길이가 5.8 cm로 5.0 이상의 길이 성장을 한 반면, 0.1 kGy 이상 조사 시료들은 5.0 cm 미만의 길이 성장을 하였으며 비조사 시료와 유의적인 차이를 보이고 조사 선량이 증가할수록 길이 성장이 저하하여 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 대두의 방사선 조사에 의한 발아특성은 조사 선량이 증가할수록 뿌리의 길이성장이 지연되는 것으로 관찰되어서 방사선 조사 여부의 확인이 가능하였다.

Kawamura 등<sup>(16,18)</sup>은 방사선 조사가 곡류 및 과일의 뿌리길

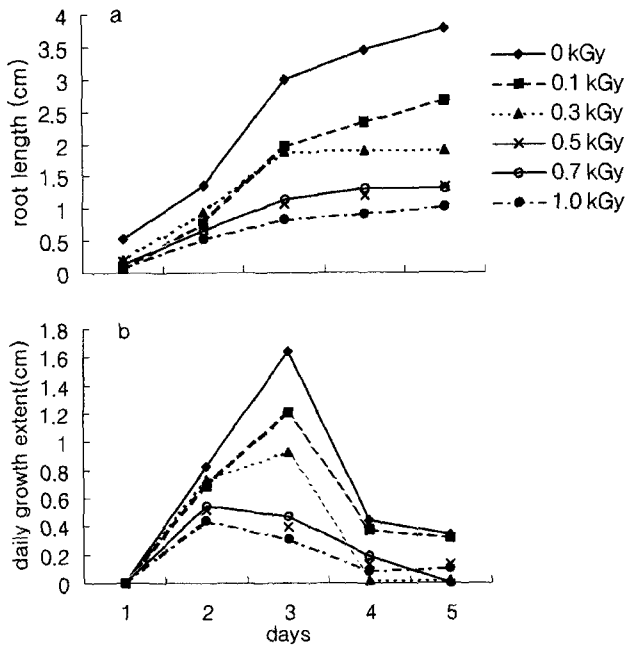


Fig. 1. Root length and daily growth extent of soybean irradiated at  $\gamma$ -irradiation.

이 성장에 영향을 미쳐 길이 성장을 지연시키고 0.3 kGy 이상 조사시료는 3일 이후 비조사 시료와 10 mm 단위의 길이 차이를 보여 비조사 시료와 조사 시료의 구분이 가능하다고 보고하였다. 본 연구에서 대두는 2일째 비조사시료만 2 cm 이상 자라고 5일째 5 cm 이상 자라서 조사 시료와 1 cm 단위의 길이 차이를 보여 조사 시료와 비조사 시료의 선별검지가 가능하였다.

**강남콩**

강남콩을 방사선 조사한 후 발아시키고 뿌리의 길이를 측정해 본 결과, 방사선 조사에 의해 뿌리의 길이 성장이 억제된 것으로 관찰되었다. 강남콩의 뿌리는 모든 선량에서 5일 동안 지속적인 성장을 하였지만, 0.5 kGy 이상 조사시료는 3일부터 길이성장이 감소하면서(Fig. 2. a) 4일째 급격히 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2. b). 각 조사 선량의 5일 동안의 길이 성장을 살펴보면(Table 2), 비조사 시료와 0.3 kGy 이하 조사시료는 5일 동안 유의적인 길이 성장을 한 반면, 0.5 kGy 이상 조사시료는 3일째부터 길이 성장이 억제되어 일일간의 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

각 발아일에서 조사선량간의 길이 성장을 비교해 보면, 발아 2일까지는 조사 선량간에 유의적인 길이 차이를 보이지 않았고, 발아 3일부터는 조사시료의 뿌리성장이 감소하여 조사시료와 비조사 시료의 뿌리 길이간에 유의적인 차이를 나타냈다( $p < 0.05$ ). 비조사 시료는 발아 3일째 2 cm 이상의 길이를 나타냈으나, 0.1 kGy 이상 조사 시료는 이의 길이에 미치지 못하였고 조사 선량이 증가할수록 유의적으로 길이가 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 발아 4일과 5일째는 0.3 kGy 이하 시료들과 0.3 kGy 이상 조사 시료들간에 유의적인 차이를 나타내었고 비조사 시료는 발아 5일째 뿌리의 길이가 3 cm 이상의 길이 성장을 하였으며 조사 시료는 3 cm 미만

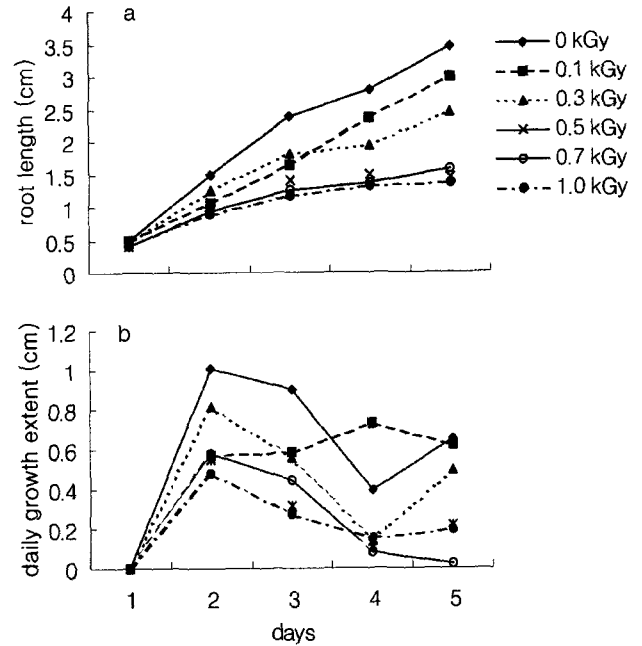


Fig. 2. Root length and daily growth extent of kidney bean irradiated at  $\gamma$ -irradiation.

의 길이성장을 하여 1 cm 단위의 길이차이를 나타내었다. 따라서 강남콩의 방사선 조사 여부의 판단은 발아 3일부터 비조사 시료는 2 cm 이상의 길이 성장을 하였고, 조사 시료는 2 cm 이하의 길이 성장을 하는 것과 5일째 비조사 시료는 조사 시료보다 1 cm 단위의 길이차이를 보이면서 5일 동안 유의적인 길이 성장을 하였기 때문에 이로써 강남콩의 방사선 조사 여부를 선별 검지할 수 있는 것으로 판단되었다.

**팥**

팥의 방사선 조사에 대한 발아 특성은 대두와 강남콩과 비슷한 경향으로 나타났다. 발아 5일 동안 모든 선량에서 뿌리의 길이가 점차적으로 증가하는 경향을 보였지만(Fig. 3. a) 조사선량이 증가할수록 성장정도는 감소하였다. 따라서 발아 4일부터 성장정도가 급격히 감소하는 것으로 나타났고 비조사 시료의 성장정도가 가장 컸다(Fig. 3. b)

각 조사 선량의 5일 동안 발아 특성을 살펴보면, 비조사 시료와 0.3 kGy 이하 조사 시료는 3일째 뿌리길이에 유의적인 차이를 보이다가 3일 이후부터 유의적인 길이 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ , Table 3). 0.5 kGy 이상 조사 시료는 5일 동안 비교적 유의적인 길이 성장을 하였지만, 이는 표준편차가 작아서 5일 동안 뿌리길이간에 유의적인 차이를 보인 것으로 생각되었다. 그러나 0.5 kGy 이상 조사 시료는 방사선 조사에 의한 길이 성장이 억제되어서 뿌리의 길이가 매우 작았다.

각 발아일에서 조사 선량간에 뿌리길이의 성장을 비교해 보면, 발아 1일째부터 비조사 시료와 조사 시료들간에 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 발아 2일째, 비조사 시료는 1 cm 이상 길이성장을 한 반면, 조사 시료들은 1 cm 길이에 미치지 못했고, 발아 3일 이후부터도 비조사 시료가 조사 시료보다 1 cm 이상의 길이차이를 나타내어 2일째부터 선별검지가

**Table 2. Root length<sup>1)</sup> of kidney bean irradiated at various doses**

(unit: cm)

Irradiation dose (kGy)	Germination period (day)				
	1	2	3	4	5
0	<sup>A</sup> 0.48 <sup>a</sup> ±0.04 <sup>1)</sup>	<sup>A</sup> 1.49 <sup>ab</sup> ±0.20	<sup>A</sup> 2.39 <sup>bc</sup> ±0.36	<sup>A</sup> 2.78 <sup>bc</sup> ±0.39	<sup>A</sup> 3.43 <sup>c</sup> ±0.46
0.1	<sup>A</sup> 0.48 <sup>a</sup> ±0.07	<sup>A</sup> 1.05 <sup>ab</sup> ±0.19	<sup>AB</sup> 1.64 <sup>bc</sup> ±0.28	<sup>A</sup> 2.37 <sup>cd</sup> ±0.31	<sup>A</sup> 2.98 <sup>d</sup> ±0.39
0.3	<sup>A</sup> 0.43 <sup>a</sup> ±0.06	<sup>A</sup> 0.25 <sup>ab</sup> ±0.18	<sup>AB</sup> 1.81 <sup>bc</sup> ±0.24	<sup>AB</sup> 1.94 <sup>bc</sup> ±0.25	<sup>AB</sup> 2.43 <sup>c</sup> ±0.31
0.5	<sup>A</sup> 0.39 <sup>a</sup> ±0.05	<sup>A</sup> 0.97 <sup>ab</sup> ±0.17	<sup>AB</sup> 1.41 <sup>b</sup> ±0.24	<sup>B</sup> 1.49 <sup>b</sup> ±0.22	<sup>B</sup> 1.43 <sup>b</sup> ±0.25
0.7	<sup>A</sup> 0.39 <sup>a</sup> ±0.03	<sup>A</sup> 0.94 <sup>ab</sup> ±0.15	<sup>BC</sup> 1.25 <sup>b</sup> ±0.18	<sup>B</sup> 1.35 <sup>b</sup> ±0.20	<sup>B</sup> 1.56 <sup>b</sup> ±0.22
1.0	<sup>A</sup> 0.41 <sup>a</sup> ±0.05	<sup>A</sup> 0.89 <sup>ab</sup> ±0.18	<sup>C</sup> 1.16 <sup>b</sup> ±0.25	<sup>B</sup> 1.31 <sup>b</sup> ±0.25	<sup>B</sup> 1.35 <sup>b</sup> ±0.25

<sup>1)</sup>Mean value and standard error of root length.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row differ significantly (p<0.05).

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column differ significantly (p<0.05).

**Table 3. Root length<sup>1)</sup> of red bean irradiated at various doses.**

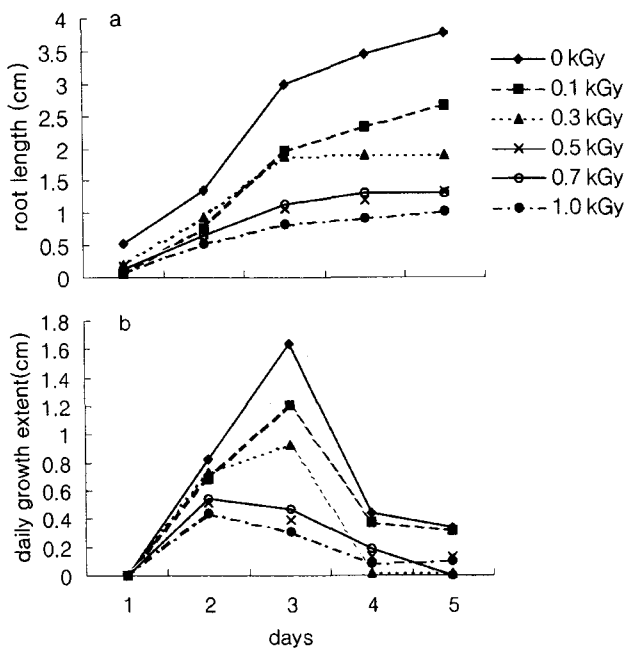
(unit: cm)

Irradiation dose (kGy)	Germination period (day)				
	1	2	3	4	5
0	<sup>A</sup> 0.53 <sup>a</sup> ±0.09 <sup>1)</sup>	<sup>A</sup> 1.35 <sup>a</sup> ±0.24	<sup>AB</sup> 3.00 <sup>b</sup> ±0.46	<sup>A</sup> 3.44 <sup>b</sup> ±0.45	<sup>A</sup> 3.77 <sup>b</sup> ±0.42
0.1	<sup>B</sup> 0.07 <sup>a</sup> ±0.02	<sup>AB</sup> 0.75 <sup>a</sup> ±0.14	<sup>AB</sup> 1.97 <sup>b</sup> ±0.29	<sup>AB</sup> 2.34 <sup>b</sup> ±0.32	<sup>B</sup> 2.66 <sup>b</sup> ±0.33
0.3	<sup>B</sup> 0.20 <sup>a</sup> ±0.04	<sup>AB</sup> 0.94 <sup>a</sup> ±0.16	<sup>B</sup> 1.87 <sup>b</sup> ±0.25	<sup>BC</sup> 1.89 <sup>b</sup> ±0.29	<sup>BC</sup> 1.90 <sup>b</sup> ±0.20
0.5	<sup>B</sup> 0.16 <sup>a</sup> ±0.03	<sup>B</sup> 0.68 <sup>ab</sup> ±0.13	<sup>BC</sup> 1.07 <sup>bc</sup> ±0.16	<sup>C</sup> 1.20 <sup>bc</sup> ±0.17	<sup>C</sup> 1.33 <sup>c</sup> ±0.19
0.7	<sup>B</sup> 0.12 <sup>a</sup> ±0.02	<sup>B</sup> 0.66 <sup>b</sup> ±0.11	<sup>BC</sup> 1.13 <sup>bc</sup> ±0.14	<sup>BC</sup> 1.31 <sup>c</sup> ±0.16	<sup>C</sup> 1.32 <sup>c</sup> ±0.15
1.0	<sup>B</sup> 0.08 <sup>a</sup> ±0.02	<sup>B</sup> 0.52 <sup>b</sup> ±0.09	<sup>C</sup> 0.83 <sup>bc</sup> ±0.12	<sup>C</sup> 0.91 <sup>bc</sup> ±0.11	<sup>C</sup> 1.01 <sup>c</sup> ±0.12

<sup>1)</sup>Mean value and standard error of root length.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row differ significantly (p<0.05).

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column differ significantly (p<0.05).



**Fig. 3. Root length and daily growth extent of red bean irradiated at  $\gamma$ -irradiation.**

가능하였다. 발아 4일째부터는 0.3 kGy 미만 조사 시료와 0.3 kGy 이상 조사시료들간에 유의적인 길이 차이를 보여 방사선 조사 선량에 의해서 길이 성장이 매우 억제됨을 알 수 있었다.

콩류의 방사선 조사에 의한 발아특성은 방사선 조사에 의해서 뿌리의 길이가 억제된 것으로 관찰되었다. Kawamura 등<sup>(16)</sup>은 곡류의 방사선 조사에 의한 발아 특성을 살펴본 결과, 0.15 kGy 이상부터 뿌리의 길이성장이 지연되다가 0.3 kGy 이상부터는 3일 이후에도 10 mm 이상 자라지 않아서 비 조사시료와 조사시료의 판정이 가능하다고 하였다. 본 연구는 콩류에 대한 것으로 곡류보다 뿌리의 길이가 더 길었고, 대두와 팥은 2일째 비조사 시료가 조사 시료보다 1 cm 단위의 길이 차이를 나타내어 조사 시료와 구분되었으며 강낭콩은 3일째 비조사 시료와 조사 시료의 뿌리 길이간에 1 cm 단위의 길이 차이를 나타내어 비조사 시료와 조사 시료의 선별검지가 가능하였다. 5일째는 모든 시료에서 비조사 시료와 조사 시료간에 1 cm 이상의 뿌리 길이 차이를 보였으며 0.3 kGy 이상 조사 시료와 0.3 kGy 미만 시료간에 유의적인 차이를 보였으나 0.5 kGy 이상 조사 시료간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 본 연구의 선행연구에서는 국내산 곡류의 방사선 조사여부를 발아법으로 확인하였는데, 벼와 찰벼는 5일째 뿌리의 길이가 10 mm 이상 자란 것은 비조사 시료이고 그 미만이면 조사시료로 판정하였고<sup>(21)</sup>, 밀과 보리는 3일째 뿌리의 길이가 20 mm 이상 자라면 비조사 시료로 판정한다고 하였다<sup>(22)</sup>. 본 연구는 대두와 팥은 발아 2일째, 강낭콩은 발아 3일째 비조사 시료와 조사 시료간에 1 cm 단위의 길이차이 보이며, 모든 시료에서 발아 5일째 비조사 시료와 조사 시료간에 유의적인 길이 차이를 보이고 1 cm 이상의 길이 차이를 보여 비조사 시료와 조사시료의 선별검지가 가능한 것으로 나타났다. Sadhan<sup>(24)</sup>은 lentile seed의 방사선

조사 여부를 확인하기 위해서 발아특성을 살펴본 결과 2일째 발아가 시작되었고, 비조사 시료와 조사 시료간에 길이차이를 볼 수 있었다고 하였다. 본 연구는 콩류에 대한 연구로 방사선 조사에 의한 길이 성장의 지연은 선행연구들과 같은 경향을 보여서 방사선 조사 여부의 선별 검지가 가능한 것으로 확인되었다.

## 요 약

본 연구는 콩류의 방사선 조사 여부를 검지하기 위해서 생물학적 방법인 발아법으로 확인하였다. 콩류는 대두, 강남콩, 그리고 팥으로 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0 kGy의 조사선량으로 방사선 조사하고 5일 동안 뿌리의 길이를 측정하여 방사선 조사에 의한 발아 특성을 살펴보았다. 모든 시료는 5일 동안 지속적인 길이 성장을 하였지만, 방사선 조사에 의해서 길이 성장이 억제되어 발아 3일째 부터는 뿌리길이에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 대두와 팥은 발아 2일째, 강남콩은 발아 3일째 비조사 시료와 조사 시료간에 1cm 단위의 길이 차이를 보였다. 발아 5일째는 조사선량간에 유의적인 차이를 나타내는 경향이었지만 0.5 kGy 이상 조사 시료간에는 유의적인 길이 차이를 보이지 않았다. 또한, 모든 시료에서 4일 부터 길이 성장정도가 현저히 낮아지고 발아 5일 동안 비조사 시료의 성장정도가 가장 큰 것으로 나타났다. 콩류의 방사선 조사 여부는 발아 5일 동안 뿌리 길이의 유의적인 길이 성장과 비조사 시료와 조사 시료들의 성장정도를 측정함으로써 방사선 조사 여부의 선별검지가 가능한 것으로 판단되었다.

## 감사의 글

본 연구는 2002년도 과학기술부의 원자력 중장기 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- IAEA website. A list of clearances of irradiated food database. [www.iaea.org/icgfi](http://www.iaea.org/icgfi) (2002)
- Loaharanu, P. Food irradiation: current status and future prospects. pp. 90-111. In: *New Methods of Food Preservation*. Gould, G.W. (ed.). Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK (1995)
- WHO. Wholesomeness of Irradiated Food. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee, Technical Report Series, Geneva, Switzerland (1981)
- Yang, J.S. Methods for identification of irradiated foods. *J. Food Hyg. Safety*. 12: 169-174 (1997)
- Schreiber, G.A., Helle, N. and Bögl, K.W. Detection of irradiated food method of routine applications. *Int. J. Radiat. Biol.* 63: 105-107 (1993)
- Boyd, D.R., Crone, A.V.J., Hamilton, J.T.G., Hand, M.V., Stevenson, M.H. and Stevenson, P.J. Synthesis, characterization, and potential use of 2-dodecylcyclobutanone as a marker for irradiated chicken. *J. Agric. Food Chem.* 39: 789-793 (1991)
- Crone, A.V.J., Hamilton, J.T.G. and Stevenson, M.H. Effect of storage and cooking on the dose response of 2-dodecylcyclobutanone, a potential marker for irradiated chicken. *J. Sci. Food Agric.* 58: 249-259 (1992)
- Schreiber, G.A., Ziegelmann, B., Quitzsch, G., Helle, N. and Bögl, K.W. Luminescence techniques to identify the treatment of foods by ionizing radiation. *Food Structure* 12: 385-396 (1993)
- Schreiber, G.A., Helle, N. and Bögl, K.W. An interlaboratory trial on the identification of irradiated spices, herbs and spice-herb mixtures by thermoluminescence analysis. *J. Assoc. Off. Anal. Chem. Int.* 78: 88-93 (1995)
- Raffi, J.J. and Benzaria, S.M.: Identification of irradiated foods by electron spin resonance techniques. *J. Radiat. Steril.* 1: 282-304 (1993)
- Nam, H.S., Lee, S.Y. and Yang, J.S. Utilization of ESR spectroscopy for the detection of crabs. *J. Food Hyg. Safety*. 15: 1-4 (2000)
- Cerda, H., Delincée, H., Haine, H. and Rupp, H. The DNA Comet Assay as a rapid screening technique to control irradiated food. *Mutation Res.* 375: 167-181 (1997)
- Oh, K.N., Kim, K.E. and Yang, J.S. Detection of irradiated beans using the DNA comet assay. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 843-848 (2000)
- Raffi, J., Delincée, H., Marchioni, E., Hasselmann, C., Sjöberg, A.M., Leonardi, M., Kent, M., Bögl, K.W., Schreiber, G., Stevenson, H. and Meier, W. Concerted action of the Community Bureau of Reference on methods of identification of irradiated food. pp. 1-119. *Final Report, EUR-15261, European Commission, Luxembourg* (1994)
- Delincée, H., Marchioni, E. and Hasselmann, C. Changes in DNA for the detection of irradiated food. pp. 1-24. *EUR-15012, Commission of the European Communities, Luxembourg* (1993)
- Kawamura, Y., Murayama, M., Uchiyama, S. and Saito, Y. Development of half-embryo test and germination test for detection of irradiated fruits and grains. pp. 383-391. In: *Detection Method for Irradiated Foods-Current Status*. Cecil, H.M., Eillen, M.S., Richard, G. and Jack, P. (eds.). The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK (1996)
- NPQS. Year Book of Plant Quarantine Statistics, National Plant Quarantine Service, Anayang (1997-1999)
- Kawamura, Y., Uchiyama, S. and Saito, Y. A half-embryo test for identification of gamma-irradiated grape fruit. *J. Food Sci.* 54: 379-382 (1989)
- Kawamura, Y., Uchiyama, S. and Saito, Y. Improvement of the half-embryo test for detection of gamma-irradiated grapefruit and its application to irradiated oranges and lemons. *J. Food Sci.* 54: 1501-1504 (1989)
- Kawamura, Y., Uchiyama, S. and Saito, Y. A half-embryo test for identification of irradiated citrus fruit: collaborative study. *Radiat. Phys. Chem.* 48: 665-668 (1996)
- Oh, K.N., Kim, K.E. and Yang, J.S. Germination properties of rice and glutinous rice exposed to gamma irradiation. *J. Food Hyg. Safety* 16: 76-81 (2001)
- Oh, K.N., Kim, K.E. and Yang, J.S. Germination properties of wheat and barley exposed to gamma irradiation. *J. Food Hyg. Safety*. 16: 139-144 (2001)
- Jung, C.Y. and Choi, Y.K. *Statistical Analysis by SPSS Win*. Enterprize of Commercial Economy (2001)
- Sadhan, K.C. A simple and reliable method to detect gamma irradiated lentil (*Lens culinaris* Medik) seeds by germination efficiency and seedling growth test. *Radiat. Phys. Chem.* 64: 131-136 (2002)