

## 저선량 방사선 조사 시 종자수분함량이 채소류의 발아와 초기생장에 미치는 영향

백명화 · 김재성\* · 이영근 · 이영복<sup>1)</sup> · 양승균<sup>2)</sup>

한국원자력연구소 방사선이용연구부, <sup>1)</sup>충남대학교 원예학과, <sup>2)</sup>농우바이오 생명공학센터  
(2003년 7월 21일 접수, 2003년 8월 19일 수리)

### Effects of Low Dose Gamma Radiation and Seed Moisture Content on Germination and Early Growth of Vegetable Crops

Myung-Hwa Baek, Jae-Sung Kim\*, Young-Keun Lee, Young-Bok Lee<sup>1)</sup>, Seung-Gyun Yang<sup>2)</sup> (Radiation Application Research Team, Korea Atomic Energy Research Institute, Daejeon 305-353, Korea, <sup>1)</sup>Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea, <sup>2)</sup>Biotechnology Center, Nong Woo Bio Co., Ltd., Yeosu-gun, Kyonggi-do 469-885, Korea)

**ABSTRACT :** To investigate the effects of low dose gamma radiation and seed moisture content (SMC) on germination and early growth of vegetable crops, seeds of chinese cabbage (*Brassica campestris* L.), radish (*Raphanus sativus* L.), red pepper (*Capsicum annuum* L.), figleaf gourd (*Cucurbita ficifolia* Bouche) and bottle gourd (*Lagenaria siceraria* Standl), with different SMC were irradiated with different doses (0~20 Gy) of gamma-ray by irradiator (<sup>60</sup>Co, ca.150 TBq of capacity, AECL). Vegetable crops in which low dose gamma radiation was irradiated in seeds with different moisture content showed different response in seed germination and early growth to low dose gamma radiation. The germination rate of chinese cabbage, figleaf ground and bottle gourd irradiated with 2~8 Gy showed interactive responses against relative SMC. Also, significant interactions occurred for the early growth between those factors. The stimulating effects of gamma radiation were more pronounced for hydrated seeds of chinese cabbage, radish, figleaf gourd and bottle gourd showing prominent responses with 2~10 Gy irradiation, particularly for chinese cabbage and bottle gourd. These results suggest that radiation may promote germination and early growth of vegetable crops through interaction with SMC.

**Key words:** Low dose gamma radiation, seed moisture content (SMC), germination, early growth, stimulating effects.

### 서 론

저선량 방사선의 자극효과, 즉 방사선 hormesis는 유해한 물질이 유해량 이하의 적정농도에서는 생물활성을 촉진한다는 법칙과 일치하며 그 효과는 이온화방사선의 종류와 관계없이 거의 비슷한 생물학적 영향을 미치는 것으로 알려져 있다<sup>1,2)</sup>. 저선량 방사선 효과로는 발아와 출아 및 생장과 발육 촉진, 수량구성요소의 증가 등이 여러 작물에서 보고되었는데<sup>1)</sup>, 그 중 농업적 가치가 있는 배추의<sup>3)</sup> 경우 종자 저장기간에 따라 그 적정선량은 다르지만 초기생육과 수량이 증가되었고, 고추와<sup>4)</sup> 참박에서도<sup>5)</sup> 초기생육이 증가되었다는 보고가 있다. 기내에서도 저선량 방사선 조사 시 포도나무의 생장<sup>6)</sup> 감자의 괴경형성<sup>7)</sup>, 밀의 약배양 효율<sup>8)</sup> 등이

증가된다고 보고 되었다. 또한 과와 시금치의 발아종자에서 전분 분해와 glutamic acid decarboxylase 활성 증가<sup>9)</sup>, 해바라기에서의 탄수화물 함량 증가<sup>10)</sup>, 옥수수에서의 광합성 증가<sup>11)</sup> 등이 보고되었다. 이러한 방사선 hormesis 작용은 대상식물, 종자상태, 환경 및 재배조건 측정하는 생리적 기능, 선량율과 선량에 따라 다르게 나타나는데<sup>2)</sup>, 특히 종자 수준에서 신품종자보다는 묵은 저장종자에서 발아와 초기생육이 촉진되며<sup>3)</sup>, 채종종자에서도 활력이 낮은 종자의 발아율이 증가되었다는 보고가 있다<sup>12)</sup>. 이외에도 종자수분 함량은 hormesis 작용에 영향을 미치는 주요 요인이 되는 데<sup>13)</sup>, Bhattacharya and Joshi<sup>14)</sup>는 8% 종자수분 함량을 갖는 벼 종자의 초기생육이 저선량 방사선에 의해 증가되었다고 하였다. 한편 보리종자에서는 적정수분 함량이 고선량 방사선에 대한 저항성을 증가시킨다는 보고도 있다<sup>15)</sup>.

따라서 본 실험은 저선량 방사선이 종자수분함량이 다른 채소류의 종자발아와 초기생장에 어떠한 효과를 미치는지를 구명하

\*연락처:

Tel: +82-42-868-8072 Fax: +82-42-868-8061  
E-mail: jskim8@kaeri.re.kr

고자 수분함량이 상이한 배추, 무, 고추, 호박, 참박 종자에 저선량 방사선을 조사한 후 발아와 초기생장을 관찰하여 방사선 hormesis 효과를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구의 공시재료로는 농우바이오(주)에서 2002년에 분양받은 매력배추 (*Brassica campestris* L.)와 백옥무 (*Raphanus sativus* L.), 2001년에 분양받아 1년간 4°C에서 저장한 흑종호박 (*Cucurbita ficifolia* Bouche)과 OK참박 (*Lagenaria siceraria* Standl.) 및 태양고추 (*Capicum annum* L.) 품종을 사용하여 2002년 3월에 실험을 실시하였다. 건조종자는 실온에서 보관한 종자이고 습윤종자는 건조종자를 20°C 포화습도 상태를 유지한 암상태의 항온기에 시간별(무와 고추, 4시간, 배추, 6시간, 호박과 참박, 14시간)로 종자를 정지하여 수분함량을 증가시킨 종자이다. 건조종자와 습윤종자의 수분함량은 Electronic Moisture Analyzer (SMO 01, Scaltex)를 이용하여 측정하였으며 그 값은 Table 1과 같다.

방사선 조사

저선량 방사선 조사는 한국원자력연구소에서 보유중인 저준위 조사시설 (<sup>60</sup>Co)을 이용하여 배추와 무종자에는 0 (대조구), 2, 4, 8, 10 Gy, 고추종자에는 0, 4, 8, 12, 20 Gy, 호박과 참박종자에는 0, 2, 4, 8, 16 Gy의 감마선을 실온에서 건조종자와 습윤종자에 직접

Table 1. Seed moisture contents (SMC) of vegetable crop species

Species	Dry SMC (%)	Hydrated SMC (%)
Chinese cabbage	4.06	11.80
Radish	4.26	10.13
Red pepper	6.14	12.10
Figleaf gourd	4.25	8.46
Bottle gourd	6.56	10.56

조사하였으며 조사선량율은 Fricke dosimeter를 상요하여 확인하였다<sup>16)</sup>.

온실재배실험

방사선 조사 직후 배추와 무, 고추는 각각의 종자를 배양토와 모래가 1:1로 충전된 105공 플러그 상자에 1립씩 3반복으로, 호박과 참박은 직경 15 cm 포트에 5립씩 20반복으로 2002년 3월에 파종하여 유리온실에서 발아시켰다. 발아를 조사는 호박은 파종 7일 후에, 배추와 무, 참박은 파종 10일 후에, 고추는 20일 후에 실시하였다. 배추와 무, 고추는 발아율 조사 후 동일한 토양이 충전된 직경 15 cm 포트에 4주씩 20반복으로 이식하였고, 호박과 참박은 파종한 포트에서 생육시켜 관찰하였다. 초기생육 조사는 호박은 파종 11일 후, 참박은 14일 후, 배추와 무는 27일 후, 고추는 45일 후에 각각 실시하였다. 데이터의 통계적 유의성은 SPSS 통계 프로그램 (SPSS 10.0)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

수분함량을 달리한 채소종자에서의 저선량 방사선 효과를 알아보기 위해 배추, 무, 고추, 호박, 참박 각각의 건조종자와 습윤종자에 방사선을 조사한 후 유리온실에 파종하여 발아시켰다. 배추 건조종자 (SMC; 4.06%)와 습윤종자 (SMC; 11.80%) 대조구의 발아율은 각각 61.9%와 58.1%로 거의 비슷하였다(Fig. 1). 실험에 사용한 무처리 배추 건조종자의 발아율에 비해 2~8 Gy의 저선량 조사구의 발아율은 10%정도 증가를 보인 반면 습윤종자는 모든 저선량 조사구에서 20% 이상의 증가효과를 보였고 그 중 가장 높은 발아율은 습윤종자 4 Gy에서 77.2% 이었으나 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았다. 한편, 전체적으로 90% 이상의 발아율을 보인 무의 경우는 건조종자 (SMC; 4.26%)와 습윤종자 (SMC; 10.13%) 대조구의 발아율이 92.4%로 같았다(Fig. 2). 즉, 저선량 방사선에 의한 종자발아율은 배추에 비해 큰 차이를 보이지 않았지만, 습윤종자 10 Gy에서 94.3%로 가장 높았다. 고추의 발아율은 건조종자 (SMC; 6.14%)와 습윤종자 (SMC; 12.10%)간에 수분함량

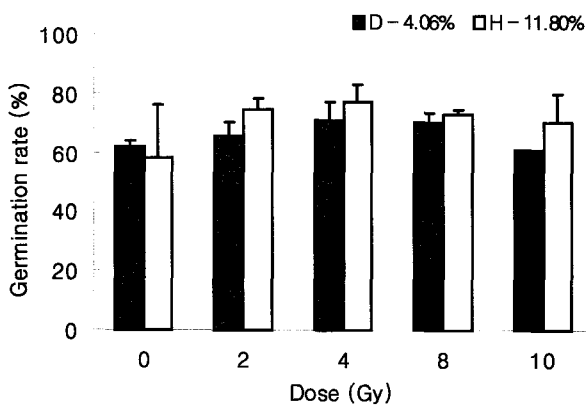


Fig. 1. Effect of low dose gamma radiation with different seed moisture content on the germination rate of chinese cabbage. Bars indicate mean±SE. D, Dry seed; H, Hydrated seed.

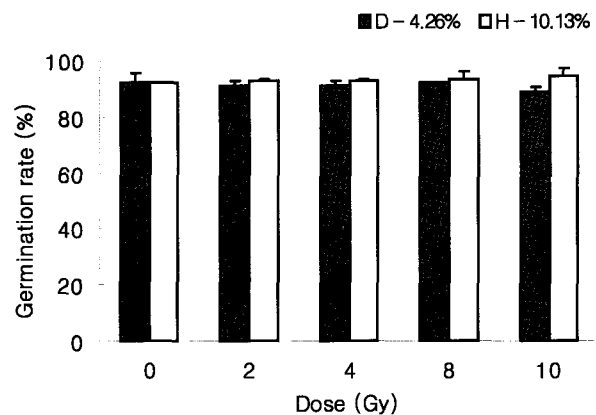


Fig. 2. Effect of low dose gamma radiation with different seed moisture content on the germination rate of radish. Bars indicate mean±SE. D, Dry seed; H, Hydrated seed.

에 따른 차이가 거의 없었으며, 저선량 방사선에 의한 효과도 보이지 않았다(Fig. 3). 호박의 경우는 건조종자 (SMC; 4.25%)와 습윤종자 (SMC; 8.46%)의 대조구 발아율이 각각 39.0와 38.0%로 다른 종들에 비해 낮았다. 호박 발아율에 대한 저선량 방사선 효과는 건조종자와 습윤종자 모두 2 Gy에서 나타나 건조종자는 42.0%, 습윤종자는 43.0%이었으며 유의적인 차이는 없었다(Fig. 4). 마지막으로 참박의 발아율은 건조종자 (SMC; 6.56%)와 습윤종자 (SMC; 10.56%)에서 각각 71.0%와 76.0%로 습윤종자가 건조종자보다 다소 높았다. 저선량에 의한 효과는 건조종자에서 더 뚜렷하여 4 Gy와 8 Gy에서 각각 81.1%와 81.0%로 14% 증가하였으며, 습윤종자에서는 4 Gy에서만 4% 증가하였다(Fig. 5).

이상의 결과로 수분함량이 다른 채소종자의 발아율에 대한 저선량 방사선효과는 작물종에 따라 다르게 나타남을 알 수 있으며, 습윤종자가 건조종자보다 상대적으로 높은 발아율을 보였다. 대체로 저선량 방사선의 효과는 건조종자보다 습윤종자에서 유의적으로 나타났다. 특히, 배추의 습윤종자는 4 Gy, 호박 습윤종자는 2 Gy에서 가장 뚜렷한 효과를 보였다. 그러나 참박의 경우에는 4 Gy와 8 Gy를 조사한 건조종자에서 유사한 발아율의 증대효과

를 보였다. 이와 같이 작물 종과 종자의 상태에 따라 저선량 방사선의 효과가 다르게 나타난다는 여러 연구보고가 있다. Bhattacharya and Joshi<sup>14)</sup>는 종자수분함량 4~15% 범위의 벼 종자에 5~50 Gy의 방사선을 조사했을 때 수분함량의 증가와 더불어 발아율이 증가하였으며 저선량 방사선의 효과는 종자수분 8% 일 때 가장 뚜렷하여 5~10 Gy 수준에서 20% 이상 증가되었다고 하였다. 또한 Kim 등<sup>3,17)</sup>은 시판중인 배추 신규종자와 묵은 종자에 저선량 방사선 조사 시 발아율이 10% 정도 증가 하였으나 품종과 저장기간에 따라 적정선량이 다름을 확인하였으며, Lee 등<sup>4)</sup>은 저선량 방사선을 조사한 고추의 신규종자와 묵은 종자의 발아 실험 비교 시 낮은 선량에서의 초기 발아 향상효과는 묵은 종자에서 더 높았다고 보고하였다.

발아율과 더불어 채소작물 종별로 수분함량과 저선량 방사선이 초기생장에 미치는 효과를 조사한 결과, 파종 27일 후에 측정된 배추와 무의 유효초장은 수분함량과 저선량 방사선에 반응하여 증가하였다. 수분함량에 따른 배추의 유효초장은 건조종자보다 습윤종자에서 3~7% 더 높았고( $p < 0.05$ ), 저선량 방사선의 효과는 모든 저선량 조사구에서 나타났으며 건조종자의 경우는 대조구 8.86 cm에 비해 11~20%, 습윤종자는 대조구 9.17 cm에 비해 12~26% 증가하였다( $p < 0.001$ ). 이것은 배추의 생육이 종자의 수분함량보다 저선량 방사선에 민감하게 반응을 의미하며 그 효과는 특히, 10 Gy를 조사한 습윤종자에서 11.06 cm로 대조구보다 26% 증가하여 가장 높았다(Table 1). 무의 경우, 건조종자에서는 대조구 13.11 cm에 비해 뚜렷한 증가를 보이지 않았으나 습윤종자에서는 대조구 11.77 cm에 비해 모든 저선량 조사구에 6~19% 증가하였다. 결과적으로 무의 초기생장은 저선량 방사선에 따라 유의한 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 또한 선량과 수분함량 간 ( $p < 0.01$ )에도 유의적인 차이를 보여 습윤종자의 10 Gy 처리에서 13.99 cm로 생육이 가장 좋았다(Table 2). 파종 45일 후에 측정된 고추의 초장은 건조종자와 습윤종자간에는 차이를 보이지 않았으나 선량 ( $p < 0.001$ )간에는 유의적인 차이를 나타내었다. 건조종자는 대조구 11.77 cm에 비해 4 Gy에서 12.42 cm로 6% 증가하였고 습윤종자는 4~12 Gy에서 5~7% 증가하였다(Table 2). 파종 11일 후 호

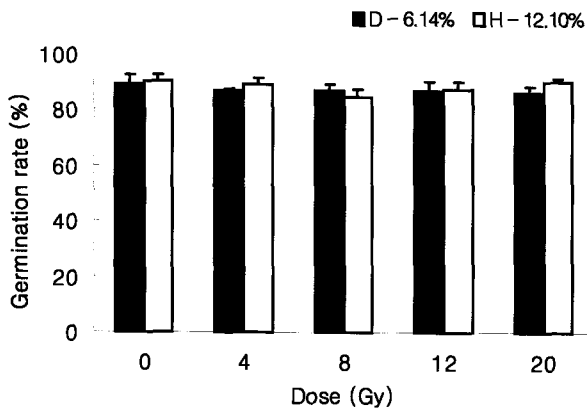


Fig. 3. Effect of low dose gamma radiation with different seed moisture content on the germination rate of red peeper. Bars indicate mean±SE. D, Dry seed; H, Hydrated seed.

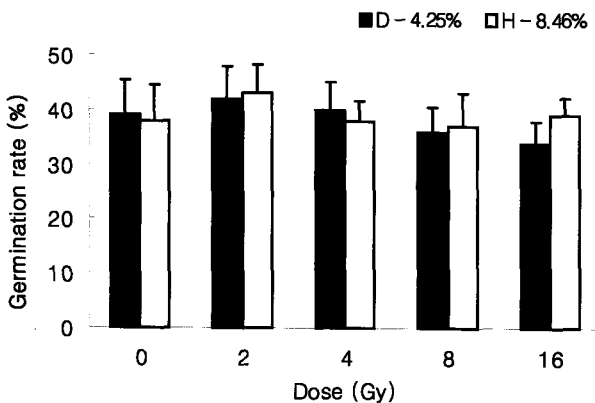


Fig. 4. Effect of low dose gamma radiation with different seed moisture content on the germination rate of figleaf gourd. Bars indicate mean±SE. D, Dry seed; H, Hydrated seed.

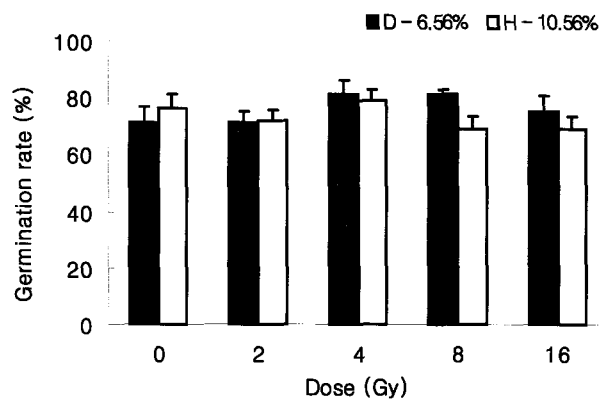


Fig. 5. Effect of low dose gamma radiation with different seed moisture content on the germination rate of bottle gourd. Bars indicate mean±SE. D, Dry seed; H, Hydrated seed.

**Table 2. Effect of low dose gamma radiation (LDGR) with different seed moisture content (SMC) on the seedling height (cm) of chinese cabbage, radish and red pepper**

	Dose	Chinese cabbage	Radish	Dose	Red pepper
D	0	8.86±0.18 <sup>d</sup>	13.11±0.26 <sup>ab</sup>	0	11.77±0.13 <sup>bcd</sup>
	2	10.65±0.15 <sup>a</sup>	13.28±0.22 <sup>ab</sup>	4	12.42±0.14 <sup>a</sup>
	4	9.80±0.27 <sup>bc</sup>	13.77±0.22 <sup>a</sup>	8	11.88±0.13 <sup>abcd</sup>
	8	10.47±0.21 <sup>ab</sup>	13.30±0.18 <sup>ab</sup>	12	11.67±0.11 <sup>bcd</sup>
	10	10.33±0.16 <sup>ab</sup>	13.61±0.15 <sup>a</sup>	20	11.61±0.10 <sup>cd</sup>
H	0	9.17±0.15 <sup>cd</sup>	11.77±0.21 <sup>c</sup>	0	11.41±0.17 <sup>d</sup>
	2	10.46±0.15 <sup>ab</sup>	13.23±0.26 <sup>ab</sup>	4	12.05±0.13 <sup>abc</sup>
	4	10.27±0.13 <sup>ab</sup>	13.77±0.21 <sup>a</sup>	8	12.25±0.15 <sup>ab</sup>
	8	10.56±0.16 <sup>ab</sup>	12.47±0.21 <sup>bc</sup>	12	12.03±0.16 <sup>abcd</sup>
	10	11.06±0.18 <sup>a</sup>	13.99±0.24 <sup>d</sup>	20	11.43±0.17 <sup>cd</sup>
ANOVA test					
	LDGR	***	***		***
	SMC	*	n.s.		n.s.
	Interaction	n.s.	**		n.s.

Values indicate mean±SE. Values with same letters are not significantly different each column at 0.05% level (Tukey's test). Analysis of two-way ANOVA are shown by symbol (\*\*\*,  $p < 0.001$ ; \*\*,  $p < 0.01$ ; \*,  $p < 0.05$ ; n.s., not significant). D, dry seed; H, Hydrated seed.

박의 생육을 보면, 자엽장은 5.70 cm를 보인 습윤종자가 5.51 cm인 건조종자보다 더 높았으며 저선량 방사선에 의한 효과는 거의 없었다. 초장에서는 선량 ( $p < 0.001$ )간에 유의적인 차이를 보였는데, 그 효과가 습윤종자에서 더 뚜렷하여 2 Gy에서 10.29 cm로 대조구 9.69 cm에 비해 가장 높았다(Table 3). 한편 참박은 다른 종들에 비해 수분함량과 저선량에 의한 효과가 가장 뚜렷하게 나타났다. 파종 후 14일에 조사한 자엽장과 자엽폭을 보면 대조구의 경우 습윤종자에서 4.10 cm와 2.31 cm로 3.49 cm와 1.93 cm보다 17~19% 더 높았고 다른 저선량 조사구에서도 습윤종자가 10% 더 높은 생육을 나타내어 유의한 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 또한 참박의 자엽 생육은 저선량간에도 뚜렷한 차이를 보여( $p < 0.001$ ), 건조종자는 모든 저선량 조사구에서 3~17%, 습윤종자는 6~13% 증가하였으며 그 중 8 Gy 조사된 습윤종자가 가장 좋은 생육을 보였다. 참박 초장은 저선량 효과 ( $p < 0.05$ ) 보다는 수분함량의 효과 ( $p < 0.001$ )가 더욱 뚜렷하여 대조구의 경우 건조종자가 5.79 cm인 반면 습윤종자는 7.13 cm로 23% 증가하였다.

이상의 결과를 보면 대체적으로 수분함량이 상이한 채소작물의 저선량 효과는 건조종자보다 습윤종자에서 뚜렷하게 나타남을 알 수 있는데, 그 적정 선량은 작물종에 따라 다르게 나타났다. 종자의 적정수분함량은 저선량 방사선에 작용하여 작물의 초기생육을 증가시킨다는 보고가 있는데<sup>13)</sup>, Maltseva<sup>18)</sup>는 20 Gy가 조사된 토마토 종자의 수분함량이 7~8% 일때는 자극효과가 있었으나 12~14%에서는 자극반응이 적었고 그 이상의 종자수분함량에서는 반응이 나타나지 않았다고 하였다. 이외에도 보리종자의 수

**Table 3. Effect of low dose gamma radiation (LDGR) with different seed moisture content (SMC) on the early growth of figleaf gourd**

	Dose	Cotyledon length (cm)	Cotyledon width (cm)	Seedling height (cm)
D	0	5.51±0.09	4.55±0.09 <sup>a</sup>	9.83±0.21 <sup>abc</sup>
	2	5.63±0.12 <sup>a</sup>	4.55±0.07 <sup>a</sup>	8.88±0.28 <sup>cd</sup>
	4	5.78±0.15 <sup>a</sup>	4.70±0.10 <sup>a</sup>	10.11±0.31 <sup>ab</sup>
	8	5.40±0.14 <sup>a</sup>	4.51±0.09 <sup>a</sup>	9.03±0.32 <sup>bcd</sup>
	16	5.76±0.16 <sup>a</sup>	4.76±0.16 <sup>a</sup>	8.07±0.21 <sup>d</sup>
H	0	5.70±0.19 <sup>a</sup>	4.63±0.13 <sup>a</sup>	9.69±0.27 <sup>abc</sup>
	2	5.87±0.12 <sup>a</sup>	4.77±0.09 <sup>a</sup>	10.29±0.21 <sup>a</sup>
	4	5.53±0.10 <sup>a</sup>	4.62±0.08 <sup>a</sup>	9.21±0.29 <sup>abc</sup>
	8	5.72±0.18 <sup>a</sup>	4.66±0.15 <sup>a</sup>	9.91±0.19 <sup>abcd</sup>
	16	5.83±0.19 <sup>a</sup>	4.90±0.15 <sup>a</sup>	10.07±0.30 <sup>ab</sup>
ANOVA test				
	LDGR	n.s.	n.s.	n.s.
	SMC	n.s.	n.s.	***
	Interaction	n.s.	n.s.	***

Values indicate mean±SE. Values with same letters are not significantly different each column at 0.05% level (Tukey's test). Analysis of two-way ANOVA are shown by symbol (\*\*\*,  $p < 0.001$ ; n.s., not significant). D, dry seed; H, Hydrated seed.

**Table 4. Effect of low dose gamma radiation (LDGR) with different seed moisture content (SMC) on the early growth of bottle gourd**

	Dose	Cotyledon length (cm)	Cotyledon width (cm)	Seedling height (cm)
D	0	3.49±0.08 <sup>d</sup>	1.93±0.07 <sup>c</sup>	5.79±0.10 <sup>b</sup>
	2	3.92±0.07 <sup>cd</sup>	2.13±0.03 <sup>cd</sup>	6.03±0.12 <sup>b</sup>
	4	3.77±0.07 <sup>cd</sup>	1.99±0.04 <sup>de</sup>	5.71±0.11 <sup>b</sup>
	8	4.08±0.09 <sup>bc</sup>	2.17±0.05 <sup>cd</sup>	6.11±0.14 <sup>b</sup>
	16	4.01±0.08 <sup>c</sup>	2.17±0.04 <sup>cd</sup>	6.01±0.11 <sup>b</sup>
H	0	4.10±0.14 <sup>bc</sup>	2.31±0.05 <sup>bc</sup>	7.13±0.12 <sup>a</sup>
	2	4.49±0.17 <sup>ab</sup>	2.45±0.04 <sup>ab</sup>	6.69±0.11 <sup>a</sup>
	4	4.65±0.09 <sup>a</sup>	2.47±0.06 <sup>ab</sup>	6.81±0.15 <sup>a</sup>
	8	4.65±0.10 <sup>a</sup>	2.54±0.05 <sup>a</sup>	7.22±0.13 <sup>a</sup>
	16	4.53±0.09 <sup>ab</sup>	2.51±0.05 <sup>ab</sup>	6.85±0.12 <sup>a</sup>
ANOVA test				
	LDGR	***	***	*
	SMC	***	***	***
	Interaction	n.s.	n.s.	n.s.

Values indicate mean±SE. Values with same letters are not significantly different each column at 0.05% level (Tukey's test). Analysis of two-way ANOVA are shown by symbol (\*\*\*,  $p < 0.001$ ; \*,  $p < 0.05$ ; n.s., not significant). D, dry seed; H, Hydrated seed.

분함량 3~14% 수준에서 100 Gy 이상의 고선량을 조사하였을 때

방사선저항성이 9.8% 수분함량에서 가장 높았다는 보고가 있다<sup>15)</sup>. 또한 Kim과 Lee<sup>2)</sup> 그리고 Luckey<sup>1)</sup>는 채소 종자의 초기생육 촉진 및 생장중대는 작물 종에 따라 그 적정 선량이 다르게 나타난다고 보고하였다. 본 실험에서도 여러 연구와 마찬가지로 작물종에 따라 생육 촉진 적정선량 및 종자수분함량에 따른 저선량 방사선 효과가 다르게 나타났다. 대체로 채소작물의 생육촉진에 저선량 방사선이 긍정적인 영향을 미치며 이에 대한 적정선량은 2~10 Gy 범위이었다. 그러나 이러한 효과가 저선량 방사선이 생체내의 어떠한 기작에 관여하여 일어나는지는 아직 뚜렷하게 밝혀지지 않아 좀 더 구체적인 연구가 필요하며 방사선의 이용측면에서도 지속적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

채소종자의 발아와 초기생장에 대한 저선량 방사선과 종자수분함량의 영향을 알아보고자 배추, 무우, 고추, 호박, 참박 각각의 건조종자와 습윤종자에 저선량 감마선을 0~20 Gy 수준으로 조사하였다. 수분함량을 상이하게 하여 관찰한 발아와 초기생장에 미치는 저선량 방사선 효과는 작물종에 따라 다르게 나타났다. 발아율의 경우는 건조종자보다 습윤종자에서 대체로 높았으며 저선량 효과는 배추와 호박의 습윤종자 4 Gy와 2 Gy에서 각각 33%와 13% 증가하여 뚜렷한 효과를 보였고, 참박은 건조종자 4~8 Gy에서 높았다. 초기생장은 습윤종자에서 뚜렷한 효과를 보여 배추와 무는 10 Gy, 호박은 2 Gy, 참박은 8 Gy에서 6~26% 정도 증가하였다. 이러한 초기생장 촉진효과는 저선량 방사선과 수분함량 상호간에 유의적인 차이를 보였으며 특히 배추와 참박에서 가장 높았다. 즉, 채소 종자의 수분함량을 상이하게 하여 저선량 방사선의 효과를 조사한 결과 적정 수분함량에서 발아와 유묘생장이 촉진됨을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

이 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

## 참고문헌

- Luckey, T. D. (1980) Hormesis with ionizing radiation, CRC press. Inc. Boca Raton, Florida.
- Kim, J. S. and Lee, Y. B. (1998) Ionizing radiation hormesis in crops, *Kor. J. Environ. Agri.* 17, 76-85.
- Kim, J. S., Lee, Y. K., Back, M. W., Lee, Y. B. and Park, Y. S. (1999) Influence of the low dose  $\gamma$ -ray radiation on the old seed germination and growth of chinese cabbage, *Kor. J. Environ. Biol.* 17, 11-15.
- Lee, E. K., Kim, J. S., Lee, Y. K. and Lee, Y. B. (1998) Effect of low dose  $\gamma$ -ray irradiation on the germination and growth in red pepper (*Capsicum annuum* L.), *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39, 670-675.
- Kim, J. S., Lee, Y. K., Park, H. S., Back, M. H. and Chung, K. H. (2000) Effects of low dose gamma radiation on the early growth and physiological activity of gourd (*Lagenaria leucantha* L.), *Kor. J. Environ. Agri.* 19, 142-146.
- Charbaji, T. and Nabulsi, I. (1999) Effect of low doses of gamma irradiation on *in vitro* growth of grapevine, *Plant cell, Tissue and Organ Culture* 57, 129-132.
- Safadi, B. A., Ayyoubi, Z. and Jawdat, D. (2000) The effect of gamma irradiation on potato microtuber production *in vitro*, *Plant cell, Tissue and Organ Culture* 61, 183-187.
- Ling, D. X., Luckett, D. J. and Darvey, N. L. (1991) Low-dose gamma irradiation promotes wheat anther culture response, *Aus. J. Bot.* 39, 467-74.
- Kim, J. S., Lee, E. K., Back, M. H., Kim, D. H. and Lee, Y. B. (2000) Influence of low dose  $\gamma$  radiation on the physiology of germinative seed of vegetable crops, *Korean J. Environ. Agri.* 19, 58-61.
- Thiede, M. E., Link, O., Fellows, R. J. and Beedlow, P. A. (1995) Effects of gamma radiation on stem diameter growth, carbon gain and biomass partitioning in *Helianthus annuus*, *Environmental and Experimental Botany*, 35, 33-41.
- Koepp, p. and Kramer, M. (1981) Photosynthetic activity and distribution of photoassimilated  $^{14}C$  in seedling of *Zea mays* grown from gamma-irradiated seeds, *Photosynthetica* 15, 484-489.
- Kim, J. S., Baek, M. H., Lee, Y. K., Lee, H. Y. and Yoo, J. C. (2002) Effects of low dose gamma radiation to enhance germination rate in bottle gourd and pumpkin seeds, *Kor. J. Environ. Agri.* 21, 202-207.
- Sheppard, S. C. and Regitnig, P. J. (1987) Factors controlling the hormesis response in irradiated seed, *Health Phys.* 52, 599-605.
- Bhattacharya, S. and Joshi, R. K. (1977) Factors modifying radiation induced stimulation in plants; pre-irradiation seed moisture content, *Rad. Env. Biophys.* 14, 47.
- Joshi, R. K. and Ledoux, L. (1970) Influence of X-irradiation and seed moisture on nucleic acid and protein metabolism in barley, *Rad. Bot.* 10, 437-443.
- Niels, W. H. and Roger, J. B. (1970) *Manual on Radiation Dosimetry*, Mard Dekker Inc., New York.
- Kim, J. S., Kim, J. K., Lee, Y. K., Back, M. W. and Lim, J. G. (1998) Effects of the low dose gamma radiation on the germination and yield components of chinese cabbage, *Kor. J. Environ. Agri.* 17, 274-278.
- Maltseva, S. (1977) Effect of the moisture content of tomato seeds on the stimulatory action of low doses of  $\gamma$  rays ( $^{60}Co$ ), *Radiobiology (Moscow)* 17, 138.