

## 저선량 방사선이 고추의 초기생육과 후속고선량 내성에 미치는 영향

김재성\* · 백명화 · 김동희 · 이영근 · 이영복<sup>1</sup>

한국원자력연구소 동위원소 · 방사선응용연구팀, <sup>1</sup>충남대학교 원예학과

### Effects of Low Dose Gamma Radiation on the Early Growth of Pepper and the Resistance to Subsequent High Dose of Radiation

Jae-Sung Kim\*, Myung-Hwa Back, Dong-Hee Kim, Young-Keun Lee and Young-Bok Lee<sup>1</sup>

Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon, 305-353, Korea

<sup>1</sup>Dept. of horticulture, Chungnam National University, Taejon, 305-764, Korea

**Abstract** - Pepper (*Capsicum annuum* L. cv. Jokwang and cv. Johong) seeds were irradiated with the doses of 0~50 Gy to investigate the effect of the low dose  $\gamma$ -radiation on the early growth and resistance to subsequent high dose of radiation. Following effect was observed in Johong cultivar but not in Jokwang cultivar. Germination and early growth rate of Johong cultivar were noticeably increased at 4, 8 and 20 Gy irradiation group. Resistance to subsequent high dose of radiation of Johong cultivar increased at almost all of the low dose irradiation group. Especially it was highest at 4 Gy irradiation group. Plant groups of Johong cultivar showing the resistance to subsequent high dose of radiation, which had been pre-irradiated with 4 Gy and 8 Gy, were also higher in the carotenoid contents and enzyme activity than the plant group not irradiated previously.

**Key words** : Germination, Growth, Low dose  $\gamma$ -radiation, Pepper, Resistance, Subsequent high dose

### 서 론

사람, 동물, 식물 등 지구상의 모든 살아있는 생명체는 방사선의 존재 하에서 진화해왔으며 일상생활 중에도 주변환경으로부터 일정량의 방사선에 항상 피폭되고 있어 이온화방사선을 피할 수가 없다. 유해작용을 가진 작용물질이 유해량 이하의 투여에서는 생물체를 자극한다

는 법칙과 일치하는 방사선 hormesis는 이온화방사선의 종류에 상관없이 거의 비슷한 생물학적 영향을 보여주며 계통발생을 통해서 생물은 저선량의 이온화방사선에 의해 자극 받아 발아, 성장과 발육의 촉진, 수량 구성요소의 증가 등과 호흡, 한발, 개화, 결실 및 영양생산 등에서 고유한 특성이 나타난다(Luckey 1980; Miller and Miller 1987; 김과 이 1998a). 방사선 hormesis에서는 저선량의 방사선전처리에 의한 방사선 내성 유도현상 등 소위 적응반응을 포함하고 있는 경우가 많은데, 방사선 적응반응이란 저선량의 방사선에 의해 후속고선량 조사

\*Corresponding author: Jae-Sung Kim, Tel. 042-868-8072, Fax. 042-868-8061, E-mail. jskim8@nanum.kaeri.re.kr

에 우선 조건부선량이라 불리는 저선량 조사 후 어떤 기간 후에 장해를 유발하는 고선량 조사시 저선량 방사선전처리에 의해 내성이 유도되어 저선량 방사선전처리가 없는 대조구에 비해 장해의 억제, 경감이 인정되는 것이다(大山ハルミ and 山田 武 1997). 이에 본 실험에서는 저장기간이 다른 두 품종의 고추 종자에 저선량  $\gamma$  선을 조사하여 초기생육에 미치는 영향을 관찰한 후, 후속으로 고선량의 방사선을 조사하여 고추식물체의 생육과 생리활성에 미치는 방사선 내성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시품종

시험용 종자로는 흥농종묘의 1996년산 조광고추(*Capsicum annuum* L. cv. Jokwang)와 중앙종묘의 1999년산 조홍고추(*Capsicum annuum* L. cv. Johong)를 선정하였다.

### 2. 방사선조사

한국원자력연구소에서 보유중인 저준위조사시설( $^{60}\text{Co}$ )을 이용하여  $\gamma$ 선 0, 4, 8, 20, 50 Gy 수준으로 건조종자에 직접 조사하였다. 조사선량은 Fricke dosimeter로 측정하였다(Niels and Roger 1970).

### 3. 온실재배실험

$\gamma$ 선 조사 당일에 종자 100립씩을 배양토와 모래가 1:1로 충전된 100공 plug tray에 파종하여 유리온실에서 발아시켜 파종 18일 후 발아율, 초장, 생체중 등 초기생육을 조사하였다. 생육조사 직후 각각의 선량별로 비슷한 크기의 유묘를 선발하여 동일한 토양으로 충전된 직경 15cm의 비닐 pot 30개에 3주씩 이식하여 후속고선량 조사시료로 사용하였다.

### 4. 후속고선량조사

저선량 조사하여 재배한 고추 유식물체를 이식한 4일 후 임의 선택한 각각의 저선량 조사구 10개 pot에 후속고선량으로 50 Gy와 100 Gy의  $\gamma$ 선을 각각 40시간과 80시간에 걸쳐 조사하여 생육 시기별로 1차(50 Gy 조사구; 조사 21일 후, 100 Gy 조사구; 조사 16일 후)와 2차(50 Gy 조사구; 조사 28일 후, 100 Gy 조사구; 조사 23일 후)로 나누어 초장과 생체중을 조사하였다.

### 5. 색소 함량

후속고선량 조사 후 1차 생육 조사시 조사선량별로

동일 부위의 고추 유식물체 잎을 채취하였다. 잎시료 0.2g씩을 액체질소로 얼린 다음 막자사발에서 마쇄하여 15 ml falcon tube에 옮긴 후 5 ml의 95% EtOH으로 암상태(4°C)에서 24시간 추출한 다음 여과지(Watman No. 41)로 여과하여 BIO-TEK사의 UVIKON 923 UV/VIS spectrophotometer를 사용하여 파장 470 nm, 648 nm, 664 nm에서 흡광도를 측정하여 엽록소 a, 엽록소 b, carotenoid 함량을 조사하였다.

### 6. 조효소액 추출

후속고선량 조사 후 1차 생육 조사시 조사선량별로 동일 부위의 고추 유식물체 0.5g씩을 액체질소를 사용하여 얼린 다음 막자사발에서 마쇄한 후 0.05 M 인산완충액(pH 7.0) 1 ml를 첨가한 다음 4°C에서 10,000 g으로 10분간, 11,000 g에서 15분간 원심분리하여 얻은 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 단백질 정량은 BSA를 표준단백질로 사용한 Bradford의 방법에 따라 측정하였다(Bradford 1976).

### 7. 효소 활성 측정

Peroxidase (POD) 활성은 pyrogallol을 기질로 사용한 Sigma사의 방법에 따라 측정하였다. 조효소액 100  $\mu$ l를 3 ml cuvette에 넣고 0.1 M 인산완충액(pH 6.0) 0.32 ml, 0.147 M  $\text{H}_2\text{O}_2$  0.16 ml, 5% pyrogallol 용액 0.32 ml과 증류수 2.1 ml을 함께 섞은 후, 420 nm에서 20초간 상온에서 흡광도 변화를 측정하여 구하였다. UV 측정시 반응액의 흡광도가 0.4~0.7이 되도록 조효소액을 희석하여 효소활성을 측정하였다. POD 활성은 다음의 식으로 구하였다. POD 활성(unit/g 건물중) =  $[(\Delta A_{420}/20\text{sec}) \times (\text{희석배율})] / (12^* \times \text{g시료/ml 반응액})$ . 여기서 12\*는 420 nm에서의 흡광계수이다. Catalase (CAT) 활성은 기질인  $\text{H}_2\text{O}_2$ 의 감소량을 측정하는 방법을 사용하였다. 효소측정을 위한 반응용액은 0.053 M  $\text{H}_2\text{O}_2$  1 ml, 효소액 0.1 ml, 0.05 M 인산완충액(pH 7.0) 1.9 ml의 혼합액으로 하여, 효소활성(unit)은 cuvette내에서 효소에 의한  $\text{H}_2\text{O}_2$ 의 분해를 240 nm의 흡광도 감소를 1분간 측정하여 다음의 식으로 계산하였다. CAT 활성(unit/g 건물중) =  $(\Delta A_{240}/\text{min} \times \text{희석배율}) / (2 \times 43.6^*)$ . 여기서 43.6\*는 240 nm에서  $\text{H}_2\text{O}_2$ 의 흡광계수이다(Aebi 1984).

## 결과 및 고찰

### 1. 저선량에 의한 고추의 초기생육 효과

고추품종의 시판종자에 저선량  $\gamma$ 선을 조사하고 온실

재배하여 생육상황을 관찰한 결과, 조광고추의 경우는 대조구에 비해 별다른 증가효과를 보이지 않았으나 (Table 1), 조홍고추의 경우 발아율은 4 Gy와 20 Gy 조사구에서 각각 95.5%와 94.8%로 대조구 92.7%에 비해 2~3% 정도 증가하였고 유묘초장은 8 Gy와 20 Gy 조사구에서 대조구 7.59 cm에 비해 4% 정도 증가한 7.85 cm ( $p < 0.001$ )와 7.87 cm ( $p < 0.001$ )로 유의성있는 증가효과를 보였으며 유묘생체중은 모든 저선량 조사구가 대조구 0.20 g에 비해 8~18% 정도 증가하였는데 특히 20 Gy 조사구에서 0.24 g ( $p < 0.01$ )으로 가장 높은 증가효과를 보였다 (Table 2). 파종 44일 후와 51일 후 관찰한 식물체의 초장과 생체중은 조광고추의 경우 저선량 조사구가 대조구에 비해 대체로 저조한 생육을 보였으나, 조홍고추의 경우는 저선량 조사구에서 뚜렷한 생육 증가효과를 보였다. 조홍고추의 파종 44일 후의 초장은 4 Gy 조사구에서 대조구 38.8 cm에 비해 41.7 cm ( $p < 0.001$ )로 7% 정도 증가하였고, 파종 51일 후의 초장은 4 Gy와 20 Gy 조사구에서 대조구 41.8 cm에 비해 44.5 cm ( $p < 0.01$ )로 7% 정도 증가하였으며 생체중은 대조구 7.6 g에 비해 모든 저선량 조사구가 10~24% 정도 유의성있는 증가효과를 보였는데 특히 4 Gy 조사구에서 9.3 g ( $p < 0.01$ )으로 가장 높은 증가효과를 보였다. Luckey (1980)와

Miller and Miller (1987)는 작물종자에 저선량 방사선 조사시 초기생육촉진과 수량증가 효과를 보고하였고, 김과 이(1998) 및 김 등(1998)이 채소류 등의 종자에 저선량  $\gamma$ 선을 조사하여 발아와 초기생육촉진 효과를 인정하였으나 작물과 품종에 따라 그 효과가 다르다고 하였다. 이 등(1998)은 고추종자에  $\gamma$ 선 1~20 Gy 조사하여 발아율과 초장이 대조구에 비해 크게 증가하였다고 하였으며 Izvorska (1973)는 고추종자에  $\gamma$ 선 조사시 생육촉진과 수량증가 등의 효과가 있었다고 보고하였다. 본 실험에서도 고추종자에 저선량  $\gamma$ 선 조사시 생육촉진효과를 보였는데 품종에 따라 다르게 나타났으며 조홍고추 품종의 발아율과 초기생육이 4, 8, 20 Gy 조사구에서 크게 증가하였다.

## 2. 저선량 조사한 고추의 후속고선량 내성

저선량 조사한 종자로부터 생육한 고추 식물체의 후속고선량에 대한 내성변화를 알아보기로 저선량 조사하여 파종한 후 22일째에 고추 유식물체에  $\gamma$ 선 50 Gy와 100 Gy를 조사하고 생육시기별로 1차(50 Gy 조사구; 조사 21일 후, 100 Gy 조사구; 조사 16일 후)와 2차(50 Gy 조사구; 조사 28일 후, 100 Gy 조사구; 조사 23일 후)에 걸쳐 내성변화를 관찰하였다. 1차 초장 관찰에서 조광고

**Table 1.** Growth response of pepper (produced in 1996, Jokwang) developed from seeds irradiated with different doses of gamma radiation

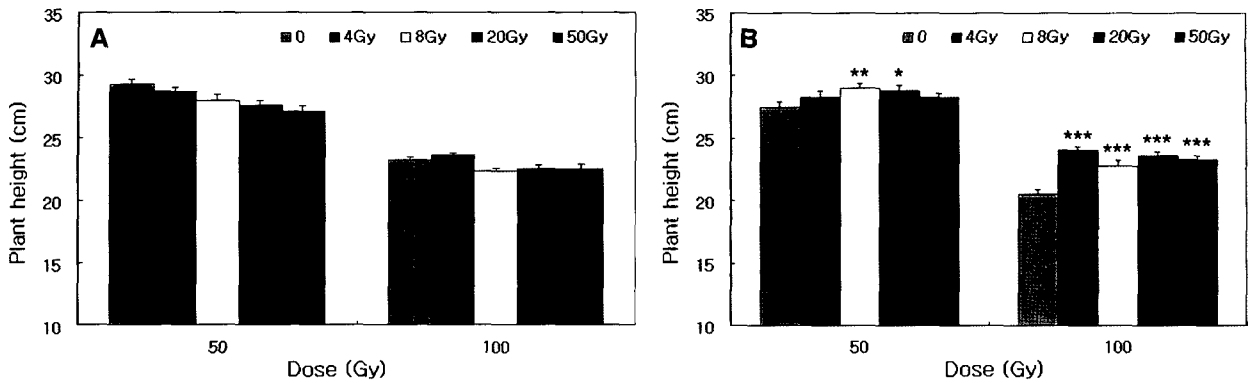
Traits	Irradiation dose (Gy)				
	0	4	8	20	50
Germination rate (%)	88.9±1.6†	89.6±1.7	87.5±1.9	83.3±2.2	81.6±2.3
Seedling height (cm) <sup>‡</sup>	7.48±0.04	7.33±0.04	6.89±0.04	7.47±0.05	7.04±0.05
Seedling fresh weight (g/plant) <sup>‡</sup>	0.23±0.01	0.20±0.01	0.18±0.01	0.23±0.01	0.21±0.01
Plant height (cm) <sup>‡</sup>	41.4±0.6	38.4±0.6	38.5±0.7	37.4±0.7	38.2±0.6
Plant height (cm) <sup>‡</sup>	43.5±0.5	40.8±0.5	40.5±0.8	41.0±0.5	37.1±0.6
Fresh weight (g/plant) <sup>‡</sup>	8.3±0.3	7.9±0.4	8.7±0.4	7.8±0.4	6.2±0.3

† ; Mean±SE. ‡ ; 18 days after sowing. † ; 44 days after sowing. ‡ ; 51 days after sowing.

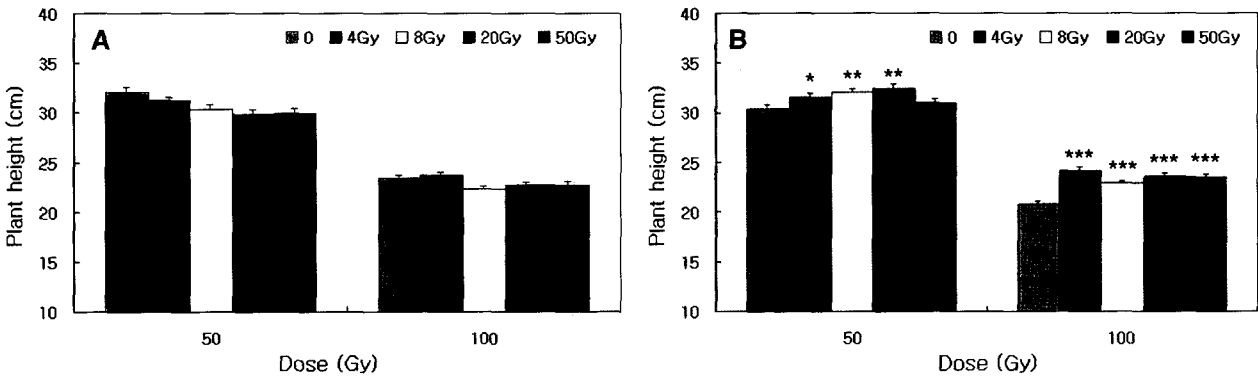
**Table 2.** Growth response of pepper (produced in 1999, Johong) developed from seeds irradiated with different doses of gamma radiation

Traits	Irradiation dose (Gy)				
	0	4	8	20	50
Germination rate (%)	92.7±1.8†	95.5±1.4	92.7±1.4	94.8±1.5	92.7±1.3
Seedling height (cm) <sup>‡</sup>	7.59±0.05	7.44±0.04	7.85±0.05*	7.87±0.07*	7.56±0.07
Seedling fresh weight (g/plant) <sup>‡</sup>	0.20±0.01	0.22±0.01	0.23±0.01*	0.24±0.01**	0.22±0.01*
Plant height (cm) <sup>‡</sup>	38.8±0.5	41.7±0.4***	37.2±0.7	39.9±0.8	39.7±0.4
Plant height (cm) <sup>‡</sup>	41.8±0.6	44.5±0.5**	41.6±0.6	44.5±0.7**	42.2±0.7
Fresh weight (g/plant) <sup>‡</sup>	7.6±0.4	9.3±0.5**	8.3±0.4	9.1±0.5**	8.7±0.5*

† ; Mean±SE. \* ;  $p < 0.05$ , \*\* ;  $p < 0.01$ , \*\*\* ;  $p < 0.001$ . ‡ ; 18 days after sowing. † ; 44 days after sowing. ‡ ; 51 days after sowing.



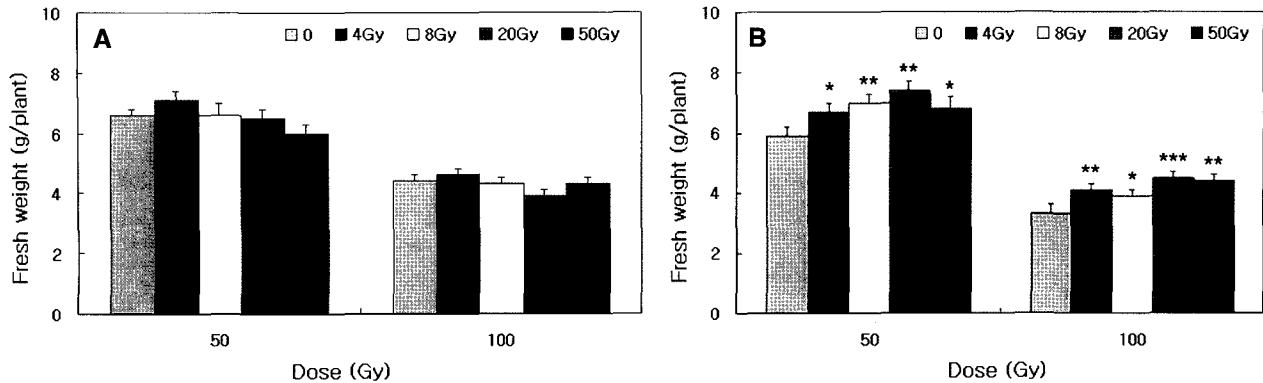
**Fig. 1.** Effects of subsequent high dose radiation on the plant height of pepper grown from seed irradiated with low dose of gamma radiation. Mean  $\pm$  SE. \*,  $p < 0.05$ , \*\*,  $p < 0.01$ , \*\*\*,  $p < 0.001$ . A ; Jokwang cultivar, B ; Johong cultivar. This is the first measurement.



**Fig. 2.** Effects of subsequent high dose radiation on the plant height of pepper grown from seed irradiated with low dose of gamma radiation. Mean  $\pm$  SE. \*,  $p < 0.05$ , \*\*,  $p < 0.01$ , \*\*\*,  $p < 0.001$ . A; Jokwang cultivar, B; Johong cultivar. This is the second measurement.

추는 후속고선량 조사시 저선량 방사선전처리에 의한 내성효과를 보이지 않았으나, 조홍고추의 경우는 후속 50 Gy 조사에서 대조구 27.5 cm에 비해 8 Gy와 20 Gy 조사구에서 각각 29.0 cm ( $p < 0.01$ )와 28.8 cm ( $p < 0.05$ )로 5% 정도, 후속 100 Gy 조사에서는 대조구 20.5 cm에 비해 모든 저선량 조사구에서 11~17% 정도 생육장애에 대한 억제 효과를 보여 유의성있는 내성효과를 나타냈는데 특히 후속 100 Gy 조사의 4 Gy 조사구에서 24.0 cm ( $p < 0.001$ )로 가장 높은 내성효과를 보였다(Fig. 1). 1차 생육 관찰 7일 후인 2차 생육 관찰 시에도 조광고추는 별다른 내성효과를 보이지 않았으나, 조홍고추의 경우는 후속 50 Gy 조사의 초장이 대조구 30.3 cm에 비해 4, 8, 20 Gy 조사구에서 각각 31.6 cm ( $p < 0.05$ ), 32.0 cm ( $p < 0.01$ ), 32.4 cm ( $p < 0.01$ )로 4~7% 정도, 후속 100 Gy 조사시엔 모든 저선량 조사구가 대조구 20.8 cm에 비해 22.9~24.2 cm ( $p < 0.001$ )로 10~16% 정도 생육장애가

낮게 나타나 고도의 유의성있는 내성효과를 보였다(Fig. 2). 생체중의 경우 조광고추는 후속 50 Gy와 100 Gy 조사 시 사전 8 Gy 조사구에서 5~7% 정도 생육장애가 낮게 나타났으며, 조홍고추의 경우는 후속 50 Gy 조사의 모든 저선량 조사구가 대조구 5.9 g에 비해 12~25% 정도 생육에 대한 장애억제 효과를 보였는데 특히 20 Gy 조사구에서 7.4 g ( $p < 0.01$ )으로 가장 높았고, 100 Gy 조사에서도 모든 저선량 조사구가 대조구 3.3 g에 비해 3.9~4.5 g으로 21~38% 정도 생육장애 억제효과를 보여 고도의 유의성있는 내성효과를 확인할 수 있었다(Fig. 3). 1차 생육관찰 시 측정된 엽록소 함량에서 조광고추는 별다른 효과가 없었으나(Table 3), 조홍고추의 경우는 후속 50 Gy와 100 Gy 조사의 엽록소 a, 엽록소 b, carotenoid 함량이 모든 저선량 조사구에서 대조구에 비해 높게 나타났는데, 특히 후속 100 Gy 조사시 생육에 대한 장애 억제효과를 보인 4 Gy 조사구에서 엽록소 a



**Fig. 3.** Effects of subsequent high dose radiation on the fresh weight of pepper grown from seed irradiated with low dose of gamma radiation. Mean  $\pm$  SE. \*,  $p < 0.05$ , \*\*,  $p < 0.01$ , \*\*\*,  $p < 0.001$ . A; Jokwang cultivar, B; Johong cultivar.

**Table 3.** Effects of subsequent high dose radiation on the pigment contents of pepper, Jokwang cultivar, grown from seed irradiated with low dose of gamma radiation

Dose (Gy)	0 <sup>a</sup>			50 Gy <sup>a</sup>			100 Gy <sup>a</sup>		
	Chl. A	Chl. B	Carotenoid	Chl. A	Chl. B	Carotenoid	Chl. A	Chl. B	Carotenoid
0	0.81 $\pm$ 0.05	0.29 $\pm$ 0.02	0.22 $\pm$ 0.01	0.74 $\pm$ 0.03	0.26 $\pm$ 0.01	0.21 $\pm$ 0.01	0.51 $\pm$ 0.07	0.18 $\pm$ 0.03	0.15 $\pm$ 0.02
4	0.79 $\pm$ 0.07	0.28 $\pm$ 0.03	0.22 $\pm$ 0.02	0.74 $\pm$ 0.09	0.27 $\pm$ 0.06	0.21 $\pm$ 0.03	0.50 $\pm$ 0.07	0.18 $\pm$ 0.02	0.15 $\pm$ 0.02
8	0.86 $\pm$ 0.08	0.39 $\pm$ 0.09	0.21 $\pm$ 0.01	0.75 $\pm$ 0.03	0.26 $\pm$ 0.02	0.21 $\pm$ 0.01	0.55 $\pm$ 0.16	0.19 $\pm$ 0.05	0.16 $\pm$ 0.05
20	0.77 $\pm$ 0.10	0.28 $\pm$ 0.04	0.21 $\pm$ 0.03	0.76 $\pm$ 0.08	0.30 $\pm$ 0.07	0.21 $\pm$ 0.02	0.49 $\pm$ 0.03	0.17 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.02
50	0.76 $\pm$ 0.03	0.26 $\pm$ 0.01	0.22 $\pm$ 0.01	0.60 $\pm$ 0.03	0.21 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.04	0.61 $\pm$ 0.08	0.21 $\pm$ 0.02	0.18 $\pm$ 0.02

†; Mean  $\pm$  SE. a; Subsequent high dose.

**Table 4.** Effects of subsequent high dose radiation on the pigment contents of pepper, Johong cultivar, grown from seed irradiated with low dose of gamma radiation

Dose (Gy)	0 <sup>a</sup>			50 Gy <sup>a</sup>			100 Gy <sup>a</sup>		
	Chl. A	Chl. B	Carotenoid	Chl. A	Chl. B	Carotenoid	Chl. A	Chl. B	Carotenoid
0	0.80 $\pm$ 0.01	0.27 $\pm$ 0.01	0.22 $\pm$ 0.00	0.65 $\pm$ 0.14	0.20 $\pm$ 0.01	0.19 $\pm$ 0.03	0.48 $\pm$ 0.00	0.16 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.00
4	0.78 $\pm$ 0.09	0.27 $\pm$ 0.04	0.22 $\pm$ 0.03	0.81 $\pm$ 0.03	0.24 $\pm$ 0.01	0.23 $\pm$ 0.00	0.65 $\pm$ 0.01**	0.21 $\pm$ 0.02*	0.19 $\pm$ 0.00**
8	0.83 $\pm$ 0.04	0.28 $\pm$ 0.02	0.23 $\pm$ 0.01	0.69 $\pm$ 0.05	0.22 $\pm$ 0.03	0.19 $\pm$ 0.01	0.60 $\pm$ 0.00**	0.20 $\pm$ 0.01*	0.18 $\pm$ 0.00**
20	0.71 $\pm$ 0.02	0.22 $\pm$ 0.01	0.20 $\pm$ 0.01	0.71 $\pm$ 0.01	0.22 $\pm$ 0.01	0.20 $\pm$ 0.00	0.57 $\pm$ 0.04	0.19 $\pm$ 0.02	0.17 $\pm$ 0.01
50	0.78 $\pm$ 0.03	0.25 $\pm$ 0.00	0.20 $\pm$ 0.04	0.73 $\pm$ 0.05	0.23 $\pm$ 0.01	0.21 $\pm$ 0.02	0.51 $\pm$ 0.07	0.17 $\pm$ 0.01	0.15 $\pm$ 0.02

†; Mean  $\pm$  SE. \*,  $p < 0.05$ , \*\*,  $p < 0.01$ . a; Subsequent high dose.

는 대조구 0.48 mg에 비해 0.65 mg ( $p < 0.01$ ), 엽록소 b 는 대조구 0.16 mg에 비해 0.21 mg ( $p < 0.05$ ), carotenoid 함량은 대조구 0.14 mg에 비해 0.19 mg ( $p < 0.01$ )으로 33~39% 정도 높아 유의성있는 내성효과를 보였다 (Table 4). 1차 생육관찰 시 측정된 단백질과 효소 활성은, 조광고추는 고선량 조사하지 않은 식물체에서 모든 저선량 조사구가 대조구에 비해 다소 높은 값을 보였으나 생육과는 어떠한 경향을 보이지 않았고 (Fig. 4), 조홍고추의 경우는 후속 50 Gy 조사에서 대조구에 비해 대

체로 높은 값을 보였는데 특히 생육에 대한 장애 억제 효과를 보인 8 Gy 조사구에서 단백질 함량은 대조구 8.66 mg/g에 비해 11.59 mg/g ( $p < 0.05$ ), CAT 활성은 대조구 1.20 unit에 비해 3.66 unit ( $p < 0.01$ )로 가장 높은 값을 보여 후속고선량 조사시 저선량 방사선전처리에 의한 내성효과를 확인할 수 있었다 (Fig. 5). Luckey (1980)와 김과 이(1998)는 저선량 조사한 종자에서 생육한 식물체는 영양, 생리대사 활성화로 병 저항성과 한 발 내성 및 후속고선량에 대한 내성이 증가한다고 하였

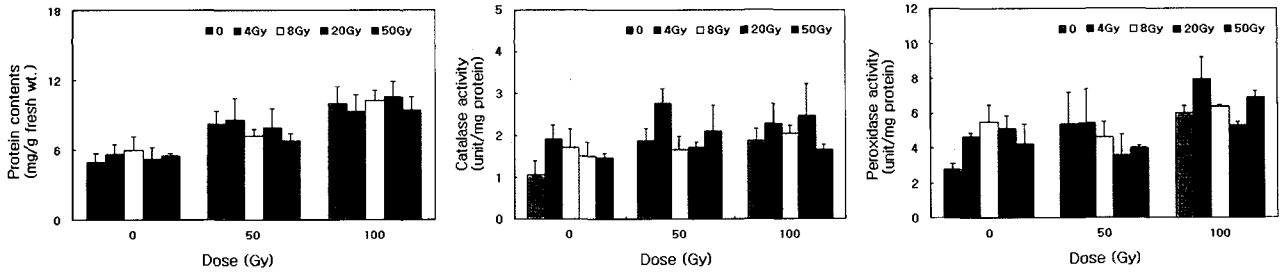


Fig. 4. Effects of subsequent high dose radiation on the enzyme activity of pepper, Jokwang cultivar, grown from seed irradiated with low dose of gamma radiation. Mean ± SE.

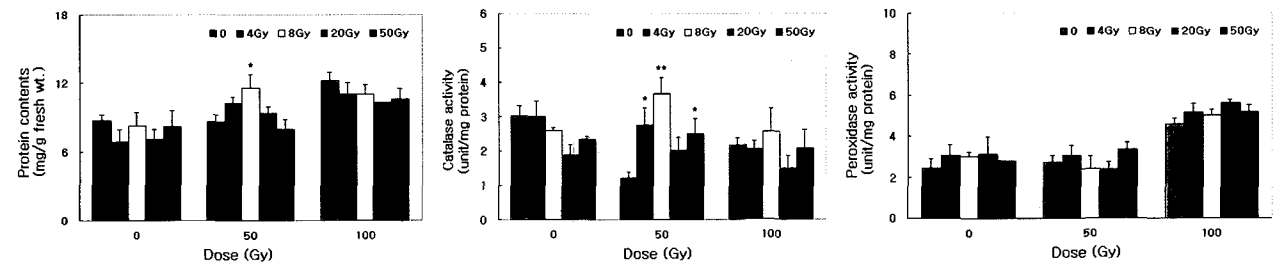


Fig. 5. Effects of subsequent high dose radiation on the enzyme activity of pepper, Johong cultivar, grown from seed irradiated with low dose of gamma radiation. Mean ± SE. \*, p < 0.05, \*\*, p < 0.01.

다. 또한 김 등(1999a, 2001)은 저선량 조사하여 생육한 토마토 유식물체는 후속고선량에 피폭 시 저선량 무조사구에 비하여 생장이 양호하였으나 그 효과는 품종에 따라 다르다고 하였고, 대두 유식물체의 경우는 저선량 조사에 의한 후속고선량 내성 증가가 8 Gy와 20 Gy 조사구에서 효과적이었다고 보고하였다. 저자들이 수행한 몇 가지 실험결과에서도 저선량 조사에 의해 대두의 산성비 장애에 대한 피해 경감효과(김 등 1999b)와 고추 역병 저항성(김 등 2000)등을 확인할 수 있었다.

적 요

저선량 방사선 조사한 고추 2품종, 조광고추와 조홍고추의 종자 발아율과 초기생육 및 고추 유식물체의 후속고선량에 대한 내성 변화를 알아보기 위하여 저선량 0, 4, 8, 20, 50 Gy를 조사하여 재배한 고추 유식물체에  $\gamma$ 선 50 Gy와 100 Gy를 조사한 후 생육상황을 관찰하였다. 저선량 조사한 고추 유식물체의 초기생육 촉진과 후속고선량 내성은 품종에 따라 달랐는데, 조광고추보다 조홍고추 품종에서 뚜렷한 증가효과를 나타냈고 발아율과 초기생육촉진은 4, 8, 20 Gy 조사구에서 효과적이었다. 조홍고추 유식물체의 후속고선량에 대한 내성은 사전 저선량 조사에 의해 크게 증가되었는데 특히 4 Gy 조사구에서 효과가 가장 뚜렷하였으며 후속고선량에 대해 내

성이 증진된 고추 유식물체중의 carotenoid와 단백질 함량 및 CAT 활성은 4 Gy와 8 Gy 조사구에서 높았다.

사 사

본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

인 용 문 헌

김재성, 이영복. 1998. 저선량 전리방사선에 의한 작물의 활성 증진. 한국환경농학회지 17(1):61-68.  
 김재성, 송희섭, 김진규, 이영근. 1998. 저선량  $\gamma$ 선 조사에 의한 곡물류와 채소류의 생육촉진효과. 한국원자력학회 춘계학술발표회 논문집 (II) pp.645-650.  
 김재성, 김진규, 백명화, 김동희. 1999a. 저선량  $\gamma$ 선 조사가 토마토의 초기생육과 후속고선량  $\gamma$ 선 저항성에 미치는 영향. 대한방사선방어학회지. 24(3):123-129.  
 김재성, 이은경, 이영근, 이영복. 1999b. 저선량 감마선이 조사된 대두식물체의 생육에 미치는 산성강우 효과. 한국환경농학회지 18(3):245-249.  
 김재성, 이은경, 송정영, 김흥기, 이영복. 2000. 저선량 감마선 조사에 의한 고추역병 저항성 유기. 한국환경생물학회지 18(1):47-51.  
 김재성, 채성기, 백명화, 김동희. 2001. 저선량  $\gamma$ 선 조사가 대두 식물체의 방사선 감수성에 미치는 영향. 한국환경농학

- 회지. 19(4):270-273.
- 이은경, 김재성, 이영복, 이영근. 1998. 저선량 감마선 조사에 의한 고추의 발아와 생육. 한국원예학회지. 39(6):670-675.
- 大山ハルミ, 山田 武. 1997. 底線量 放射線の 健康影響-放射線ホルミツス. Radioisotopes. 46:360-370.
- Aebi H. 1984. Catalase in vitro. Methods Enzyme. 105:121-126.
- Bradford MM. 1976. A rapid sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. 72:248-254.
- Izvorska N. 1973. The gamma ray effect on the growth, productivity and some biochemical changes of pepper. Inst. Fiziol. Rast. Bulg. Akad. Nauk. 18:79-83.
- Luckey TD. 1980. Hormesis with ionizing radiation. CRC press, Inc., Boca Raton. Fla.
- Miller MW and WM Miller. 1987. Radiation hormesis in plants. Health physics. 52(5):607.
- Niels WH and JB Roger. 1970. Manual on Radiation Dosimetry Mard Dekker Inc. New York.

(Received 10 March 2001, accepted 26 March 2001)