

## 묵은 배추종자의 발아와 생육에 미치는 저선량 $\gamma$ 선 효과

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

(한국원자력연구소, <sup>1</sup>충남대학교 농과대학, <sup>2</sup>대전보건대학)

**적 요** - 저선량 방사선에 의한 식물 유익효과를 구명하기 위하여 2개 종묘회사로부터 4년간 묵은 종자를 분양받아 저수준의  $\gamma$ 선을 조사하여 온실과 포장에서 재배하여 그 생육 상황을 조사하였다. 서울종묘의 한여름배추는 0.5 Gy 조사구를 제외하고는 발아율 증대효과는 없었고 8 Gy와 12 Gy 조사구에서 유묘초장과 생체중이 각각 평균 20%와 40% 정도 증가하여 초기생육 촉진효과는 있었으나 포장수량 증가효과는 볼 수 없었다. 홍농종묘의 tropic emperor 품종에서는 1 Gy 조사에서 발아율이 10% 정도 증가하였고 유묘초장과 생체중은 1 Gy와 12 Gy 조사구에서 평균 20% 정도 증가하였으며 포장수량에서도 0.5 Gy와 4 Gy에서 초장과 생체중이 각각 10%와 20% 정도 증가하였다. 결과적으로 저선량 방사선에 의한 배추의 초기생육 촉진효과가 있는 것으로 사료된다.

### 서 론

지구환경에 존재하는 많은 약리학적 작용물질이 생물에 대해 갖고 있는 다양한 효과중 항생물질, 호르몬, 색소, 표면활성제, 농약 및 금속 등의 화학물질은 식물의 생육과 증식 및 저항성을 촉진하는 효과가 있다. 물리적 작용물질은 소량으로도 매우 효과적이데 열, 저온처리, 광, 초음파, 전기 등이 이에 포함되며 생물의 번식, 성장, 호흡, 수명등에 관한 연구가 많이 보고되어 있다(김 1996 ; 김과 이 1998). 이온화방사선은 이것이 발견된 후 짧은 시간내에 자극작용이 있는 것으로 알려졌는데 Maldiney and Thourenin(1898)은 X선이 종자 발아를 촉진하는 것을 발견하였고, Richet(1906)는 소량의 Ra 이 발아를 증가시키며, Erler(1906)는 방사선조사가 식물의 성장을 가속시킨다고 보고하였다. 배추종자에 저선량  $\gamma$ -선을 조사하여 발아와 생육촉진 효과를 Kuzin(1995)이 보고하였고, 김 등(1997)이 고랭지와 엇갈이배추 및 알타리 무의 시판종자에 저선량  $\gamma$ 선을 조사하여 발아와 초기생육에서 비슷한 효과를 관찰하였는데 본 실험에서는 품종이 다른 배추의 4년 묵은 폐기종자에 저선량의  $\gamma$ 선을 조사하여 발아와 초장과 생체중 및 직경에 미치는 영향을 조사하고자 온실과 포장실험을 수행하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 재 료

재배용 배추품종으로는 서울종묘의 한여름 배추 (*Brassica campestris* L. cv. Hanyoreum)와 홍농종묘의 tropic emperor(*Brassica campestris* L. cv. Tropic emperor)를 선정하였으며 종자는 1993년에 생산하여 4년간 실온에 저장한 묵은 종자였다.

#### 2. 방사선 조사

저선량 방사선 조사에 사용한 조사시설은 한국원자력 연구소에서 보유중인 저준위조사시설(<sup>60</sup>Co)을 이용하여 선량율 1Gy/h로 0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 12.0, 16.0, 20.0 Gy의 9수준으로 건조종자에 직접 조사하였다. 조사선량율은 Fricke dosimeter로 측정하였다(Niels & Roger 1970).

#### 3. 온실재배실험

1997년 7월 28일에  $\gamma$ 선을 조사한 직후에 종자 50립씩을 배양토와 질석이 1:1로 섞인 소형 50구 pot에 1립씩 3반복으로 직파하여 온실에서 재배하였고 파종 2주후인 8월 12일에 발아율과 유묘초장 및 생체중을 측정하였다.

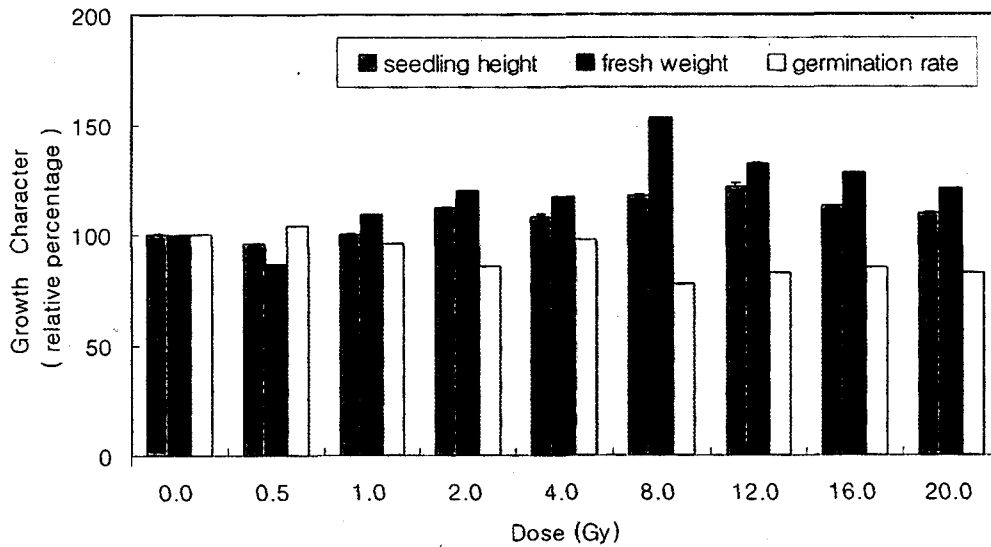


Fig. 1. Effects of the  $\gamma$ -ray radiation on germination and the early growth of a Chinese cabbage, Hanyoreum cultivar. Seeds were irradiated at the dose of 0.5 Gy~20.0 Gy. Data represent mean  $\pm$  standard error.

#### 4. 포장재 배설험

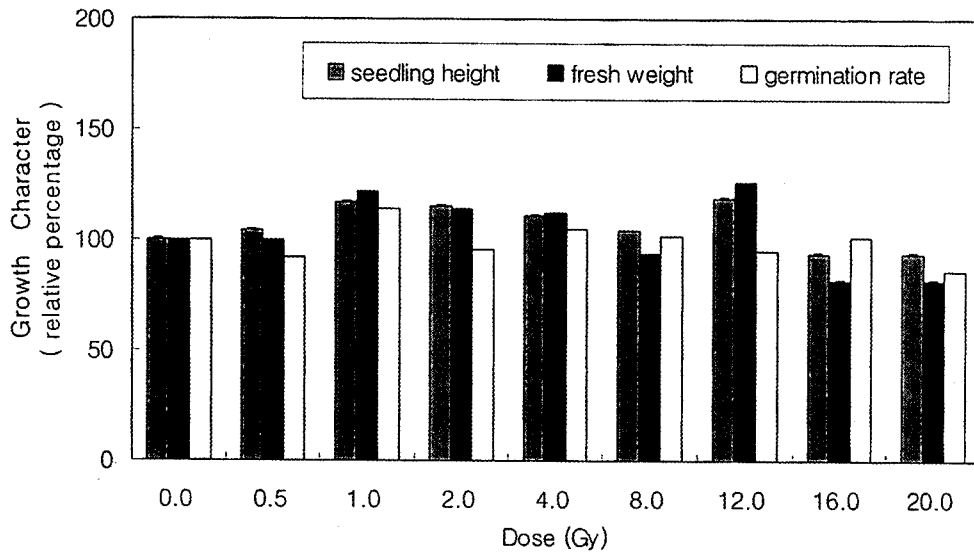
방사선 조사 직후인 7월 28일에 hole 당 종자 2~3립씩을 시험포장에 직파하였고, 파종 2주후 1주씩 정선하여 1줄당 7주씩 5줄, 3반복으로 일반 관행에 따라 비배관리하며 재배하였고, 파종 70일후인 10월 7일에 가운데 3줄에서 20주씩 수확하여 초장, 외경, 생체중을 측정하였다.

### 결과 및 고찰

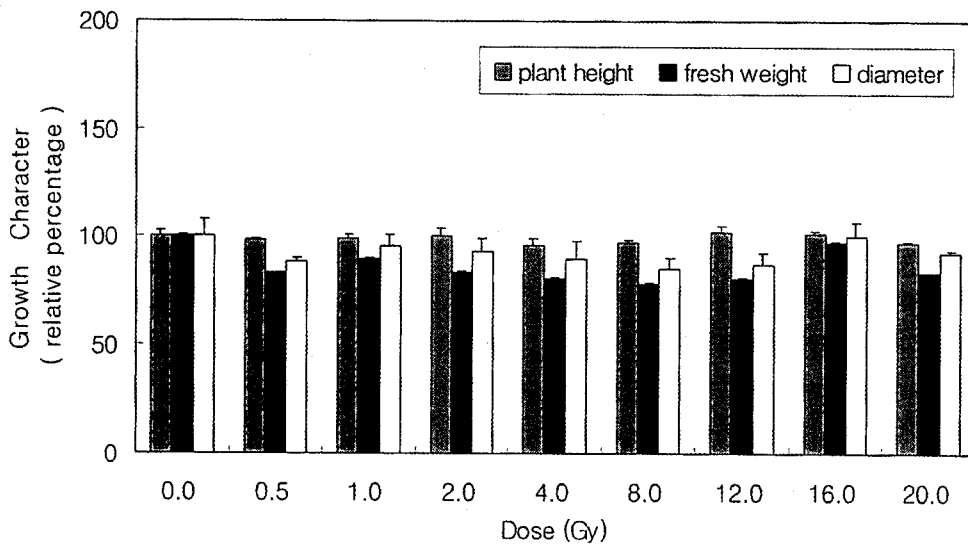
#### 1. 초기생육에 대한 저선량 효과

서울종묘의 한여름 배추품종과 흥농종묘의 tropic emperor 품종의 4년 묵은 종자의 발아와 초기생육에 대한 저선량  $\gamma$ 선 조사효과를 보고자 방사선 조사한 종자를 온실에 파종하여 재배한 배추 유묘의 생육상황을 조사하였다. 한여름배추 품종의 경우 그림 1에서 보듯이 발아율은 0.5 Gy 조사구가 무조사한 대조구에 비해 4% 정도 증가한 것을 제외하고는 모든 조사구가 대조구보다 낮은 발아율을 보여 발아율에서는 저선량 조사에 의해 억제되는 현상을 보였다. 유묘초장의 경우는 12 Gy 조사구가 평균 9.4 cm로 대조구의 평균 7.7 cm에 비해 22% ( $P < 0.05$ ) 정도 증가하여 가장 양호한 생육을 보였고 다음이 8 Gy와 16 Gy 조사구가 9.1 cm와 8.7 cm로 각각 18%와 13% 증가하였으며 발아율이 4% 정도 증가한 0.5 Gy 조사구만이 초장이 평균 7.4 cm로 대조구에 비해 유일하게 4% 정도 감소하였다. 유묘 주당 생체중의 경우

는 대조구의 0.54 g에 비해 8 Gy와 12 Gy 조사구가 평균 0.87 g과 0.74 g으로 각각 61%와 37% 증가하여 고도의 유의성 있는 생육촉진 효과 ( $P < 0.01$ )를 보였다. 다른 조사구에서도 10~20% 정도 증가하였으나 0.5 Gy 조사구만이 평균 0.47 g으로 대조구에 비해 13% 정도 감소하였다. 한여름배추 품종의 경우 발아율에서는 저선량 조사에 의한 촉진효과는 볼 수 없었으나 유묘초장과 유묘의 주당 생체중에서는 조사선량에서 대체로 높은 수준인 8 Gy, 12 Gy, 16 Gy에서 저선량 조사에 의한 초기생육 증가효과를 관찰할 수 있었다. 그림 2에서는 흥농종묘의 tropic emperor 품종의 초기생육을 보여주는데 발아율의 경우 뚜렷한 경향은 없었으나 1.0 Gy 조사구와 4.0 Gy 조사구가 각각 95%와 88%의 발아율로 대조구의 82%에 비해 각각 16%와 7% 정도 증가하였다. 유묘초장은 대조구의 7.2 cm에 비해 12 Gy 조사구와 1 Gy 조사구 및 2 Gy 조사구가 각각 8.6 cm ( $P < 0.01$ ), 8.4 cm ( $P < 0.05$ ), 8.3 cm로 대조구보다 각각 19%, 17%, 15% 정도 증가하여 저선량 조사에 의한 유의성 있는 초장증가 효과를 보여주었으나 16 Gy 조사구만이 유일하게 6.8 cm의 초장으로 대조구에 비해 6% 정도 감소하였다. 유묘생체중에서도 초장과 비슷한 경향으로 대조구 0.50 g에 비해 조사한 선량중 높은 수준에 해당하는 12 Gy 조사구가 0.63 g으로 유의성 있게 ( $P < 0.05$ ) 가장 높은 증가를 보이면서 다음이 1 Gy 조사구가 0.61 g, 2 Gy 조사구가 0.57 g으로 대조구에 비해 각각 26%, 22%, 14% 정도 증가효과를 보였다. 흥농종묘의 tropic emperor 품종의 경우 12 Gy를 제외하면 조사선량 중 대체로 낮은 수준인 1 Gy와 2 Gy



**Fig. 2.** Effects of the  $\gamma$ -ray radiation on germination and the early growth of a Chinese cabbage, Tropic emperor cultivar. Seeds were irradiated at the dose of 0.5 Gy ~ 20.0 Gy. Data represent mean  $\pm$  standard error.



**Fig. 3.** Effects of the  $\gamma$ -ray radiation on agronomic characters of Chinese cabbage, Hanyoreum cultivar, in field experiment. Seeds were irradiated at the dose of 0.5 Gy ~ 20.0 Gy. Data represent mean  $\pm$  standard error.

조사구에서 발아율과 초기생육이 촉진되어 서울종묘의 한여름배추와는 다소 다른 반응을 보였다.

### 2. 포장생육에 대한 저선량 효과

묵은 종자의 배추품종을 선정하여 저선량 방사선을 조사하고 포장에 직파하여 일반 관행에 따라 비배관리 하며 재배한 후 파종 70일 후에 수확하여 수량구성요소를 조사하였다. 서울종묘의 한여름배추 품종에서는 저선량 조사에 의한 수량구성요소의 증가효과를 볼 수 없었

다(그림 3). 즉, 초장의 경우 12 Gy 조사구와 16 Gy 조사구에서 대조구 평균 초장 40.8 cm와 비슷한 41.7 cm와 41.1 cm로 각각 2%와 1% 증가효과를 보였으나 다른 조사구에서는 모두 대조구에 비해 3~4% 낮은 초장을 보였다. 주당 생체중과 직경에서도 저선량 조사구 전체가 대조구에 비해 10~20% 낮은 생육을 보여 초기생육과는 다르게 한여름 배추의 포장생육에서는 저선량에 의한 생육촉진효과가 없음을 나타내었다. 그림 4는 흥농종묘의 tropic emperor 배추품종의 포장 수량을 나타낸 것

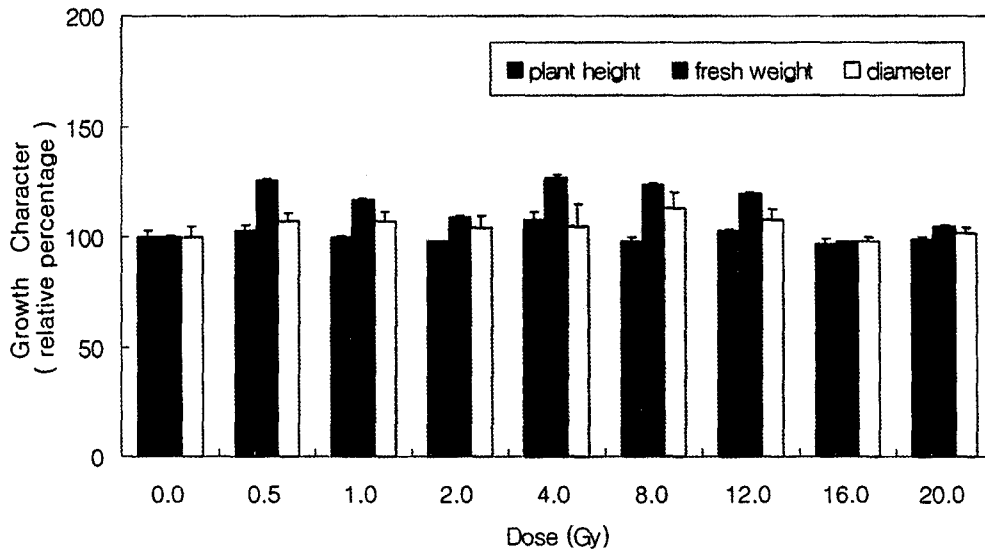


Fig. 4. Effects of the  $\gamma$ -ray radiation on agronomic characters of Chinese cabbage, Tropic emperor cultivar, in field experiment. Seeds were irradiated at the dose of 0.5 Gy~20.0 Gy. Data represent mean  $\pm$  standard error.

인데 서울종묘의 한여름배추와는 다르게 저선량 조사에 의한 수량증가효과를 보여주고 있다. 즉 초장의 경우 4 Gy 조사구가 평균 초장 40.7 cm로 가장 양호한 생육을 보이면서 대조구의 평균 37.8 cm에 비해 8% 정도 증가하였으며 0.5 Gy와 12 Gy 조사구에서도 평균 초장이 39.1 cm로 대조구에 비해 3% 정도 증가하였다. 주당 생체중의 경우는 저선량 조사에 의해 상당히 증가하였는데 4 Gy 조사구가 평균 2.93 kg으로 대조구의 2.30 kg에 비해 27% 정도의 유의성 있는 ( $P < 0.05$ ) 증가를 보였고 다음이 0.5 Gy 조사구와 8 Gy 조사구가 각각 2.91 kg과 2.86 kg으로 대조구에 비해 각각 26%와 24% 증가하였으나 16 Gy 조사구에서는 평균 생체중이 2.26 kg으로 조사구중 유일하게 대조구에 비해 2% 정도 감소하였다. 배추 직경에서도 저선량 조사효과가 나타났는데 대조구의 평균 직경 19.8 cm에 비해 8 Gy 조사구에서는 평균 22.3 cm로 가장 양호한 생육을 보이면서 대조구에 비해 유의성 있는 ( $P < 0.05$ ) 13% 정도의 증가를 보였다. 다음이 12 Gy 조사구가 평균 21.5 cm로 대조구에 비해 8% 정도 증가하였으며 0.5 Gy 조사구와 1 Gy 조사구는 평균 21.2 cm로 대조구에 비해 7% 정도의 증가를 보였는데 대체로 홍농종묘의 tropic emperor 품종의 경우 초장, 생체중, 직경으로 본 포장 수량에서는 4 Gy, 0.5 Gy, 8 Gy 순으로 생육증가효과를 보여주었다.

본 실험의 결과로 볼 때 묵은 배추종자의 이용에 있어서 품종별로 다소 차이는 있으나 10% 이상의 발아율 증대효과와 20% 정도의 수량증가효과는 기대할 수 있는

것으로 사료된다. Luckey (1980)와 김 (1996)은 저선량 방사선에 의한 식물종자의 발아와 초기생육 촉진 및 수량증가에 대하여 많은 결과들을 보여주었고, Miller & Miller (1987)는 저선량에 의한 식물 생육촉진과 수량증수효과를 인정하면서도 반복실험에서의 재현성과 오차문제를 지적하였다. Kuzin (1995)은 배추종자에 5~10 Gy의 X선을 조사하여 발아와 생육촉진 및 20~30%의 수량증수 효과를 보고하였으며 저자들이 고랭지 배추와 엇갈이 배추 및 알타리 무의 시판종자에 0.2~4 Gy의  $\gamma$  선을 조사하여 수행한 전보(김 등 1997)에서도 발아와 초장 및 생체중에 있어서 저선량에 의한 증가효과를 보여주었으나 적정선량이 각기 다르며 또한 품종에 따라 서로 그 효과가 다르게 나타났다. 여러 가지 식물에 대한 많은 실험들이 보고되어 있으나 (Luckey 1980; Miller & Miller 1987) 배추에 대한 결과들이 미진하여 직접 비교가 어렵지만 본 실험에서도 품종에 따라 다른 결과를 보여주었다. 즉 서울종묘의 한여름 배추는 온실 발아율에서는 큰 효과가 없었으나 초기 생육촉진은 8 Gy와 12 Gy 조사구 등으로 조사선량 중 다소 높은 수준에서 뚜렷한 효과가 있었으며 포장수량에서는 12 Gy 조사구의 초장을 제외하고는 저선량 효과는 볼 수 없었다. 홍농종묘의 tropic emperor 품종에서는 온실 발아율과 초기생육이 1 Gy와 12 Gy 조사구에서, 포장수량은 0.5 Gy, 4 Gy, 8 Gy 등에서 뚜렷한 증가효과를 볼 수 있었다.

## 사 사

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

## 참 고 문 헌

- 김재성 (1996) 고등식물에서의 방사선 hormesis. KAERI/AR-435/96. 한국원자력연구소.
- 김재성, 김진규, 이은경, 이영복 (1997) 전리방사선에 의한 배추와 무의 생육촉진효과. 한국환경농학회지 16(4) : 390-393.
- 김재성, 이영복 (1998) 저선량 전리방사선에 의한 작물의 활성 증진. 한국환경농학회지 17(1) : 76-83.
- Erlor M (1906) Über die heilend Wirkung der Rontgenstrahlen bei abgegrenzten Eiterungen. *Jahrb. W. Botan.* 5 : 65.
- Kuzin AM (1995) The utilization of ionizing radiation in agriculture. Proc. Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy, United Nations, Geneva. 12 : 149.
- Luckey TD (1980) Hormesis with ionizing radiation. CRC press, Inc., Boca Ration. Fla.
- Maldiney A & JR Thourenin (1898) On the influence of X-rays and germination. *Rev. Gen. Bot.* 19 : 81.
- Miller MW & WM Miller (1987) Radiation hormesis in plants. *Health physics.* 52(5) : 607.
- Niels WH & JB Roger (1970) Manual on Radiation Dosimetry. Marcel Dekker Inc. New York.
- Richet C (1906) The action of minute doses of materials upon lactic fermentation : periods of acceleration and retardation. *Arch. Int. Physiol.* 4 : 18.

## Influence of the Low Dose $\gamma$ -ray Radiation on the Old Seed Germination and Growth of Chinese Cabbage

Jae-Sung\* Kim, Young-Keun Lee, Myung-Wha Back,  
Young-Bok Lee<sup>1</sup> and Young-Sun Park<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>College of Agriculture, Chungnam National University, Taejon, 305-764, Korea

<sup>2</sup>Taejon Health Sciences College, Taejon, 300-711, Korea

**Abstract** - To investigate the stimulating effects of the low-dose radiation, the seeds of chinese cabbages (*Brassica campestris* L. cv. Hanyoreum and cv. Tropic emperor) were irradiated at the dose of 0.5 Gy~20 Gy with the  $\gamma$ -ray radiation. In case of 'Hanyoreum' cultivar, there were no significant promoting effects on the germination rate except the 0.5 Gy irradiated group. The increase in seedling height and fresh weight in 8 Gy and 12 Gy irradiated groups was 20% and 40%, respectively, which suggested the stimulating effect of the low-dose radiation on the early growth. In case of 'Tropic emperor' cultivar, the germination rate of 1 Gy irradiated group increased approximately 10% and the seedling height and fresh weight of 1 Gy and 12 Gy irradiated group in the greenhouse 20% on the average, and plant height and fresh weight of 0.5 Gy and 4 Gy irradiated group in the field increased 10% and 20% on the average, respectively. [Chinese cabbage, Germination, Growth, Radiation hormesis,  $\gamma$ -ray radiation].