

전리방사선에 의한 배추와 무의 생육촉진효과

김재성*, 김진규*, 이은경**, 이영복**
 한국원자력연구소*·충남대학교 농과대학**

Radiation Hormesis on the Growth of Chinese Cabbage and Radish

Jae Sung Kim, Jin Kyu Kim, Eun Kyung Lee, Young Bok Lee
 (Korea Atomic Energy Reserach Institute, Taejon, 305-353, Korea, College of Agriculture,
 Chungnam National University, Taejon, 305-764, Korea)

Abstract : Hormetic effects of low dose radiation were analyzed in terms of growth stimulation in radish and three cultivars of chinese cabbage. Seeds irradiated with γ radiation were planted in the green house and in the experimental field.

Though it varied with cultivars of tested plants, hormetic effect of low dose γ radiation on an early stage of growth were shown especially in germination rates and elongation of seedlings. The height of seedlings increased in 0.2 Gy irradiated group of Seolim cultivar and radish, in 1 Gy irradiated group of Konaenggi cultivar and in 4 Gy irradiated group of Ducksung cultivar, respectively.

In case of plants grown in the experimental field, prominent were the height increase of radish and Seolim cultivar in 1 Gy irradiated group and the fresh weight increase of both radish and cabbage in 4 Gy irradiated group.

key words : Hormesis, Radiation hormesis, Low dose, Vegetables

서 론

방사선은 지구상의 생명 시작과 함께 존재량에 있어서는 어느정도 차이는 있으나 어디에나 편재해 있었다. 산간지대에 사는 사람은 해안지대 보다 2 배정도의 높은 방사선을 받고 있으며, 생활환경이 다르면 방사선량도 다르다. 저수준의 전리방사선은 생물에 따라 필수적이라는 증거가 있어 사람, 식물, 가축 및 기타 생물에 대해 어느정도의 방사선량이 최적인가가 논의되고 있는 실정이다. 1945년 세계 최초로 방사선에 피폭된 일본인중 110- 120 R 피폭된 사람은 전혀 피폭되지 않던가, 그 이상 다량으로 피폭된 사람보다 장수하였다는 보고도 있어, 저선량 방사선에 의한 생물의 유익효과를 보여 주고 있다¹⁾.

저선량 방사선에 의한 식물생육 촉진효과에 대한 많은 실험이 수행되어 배추²⁾, 무³⁻⁵⁾, 당근⁶⁻⁸⁾, 상추⁹⁾, 고추¹⁰⁾, 오이¹¹⁾, 토마토¹²⁾ 등에서 휴면타파, 발아력 증진, 생육촉진과 수량증가등에 대한 결과가 많이 보고 되어 있는 데^{13,14)}, 본 실험에서는 국내에서 재배되고 있는 배추와 무에서 저선량의 γ 선조사에

의한 발아와 초기생육 및 포장에서의 수량 등에 대한 효과를 조사하고자 온실과 포장실험을 수행하였다.

재료 및 방법

공시품종 : 재배용 배추 품종으로는 서림 엇갈이배추, 고냉지 여름배추, 덕성 배추1호와 무 품종으로는 유명 알타리무 등을 선정하였고, 종자는 1995년 11월에 생산하여 1996년에 파종하는 시판종자였다.

방사선조사 : 저선량 방사선조사에 사용한 조사시설은 한국원자력연구소에서 보유중인 저준위조사시설(CO⁶⁰)을 이용하여 선량을 1Gy/h로 0, 0.2Gy, 1.0Gy, 2.0Gy, 4.0Gy의 수준으로 건조종자에 직접 조사하였다.

온실재배실험 : 1996년 5월 3일에 γ 선을 조사한 직후 종자 20립씩을 배양토와 Vermiculite가 1:1로 섞인 소형pot에 3반복으로 직파하여 온실에서 재배하였고, 파종 17일후인 5월 20일에 발아율과 유효초장을 측정하였다.

포장재배실험 : 방사선조사 직후 종자 2-3립씩을 시험포장에 직파하고, 파종 2주후 정선하여 1줄당 7주씩 5줄, 3반복으로 일반 관행에 따라 비배관리하며 재배하였고, 파종 2개월후인 7월 6일에 초장, 근장, 외경, 생체중 등을 측정하였다.

결과 및 고찰

o 초기생육에 대한 효과

식물 초기생육에 대한 저선량 방사선의 효과를 보고자, γ 선을 조사하여 온실에서 재배한 배추와 무의 발아율과 유묘초장을 조사한 결과는 표1에서와 같다. 발아율의 경우, 대조구의 70-80%에 비해 γ 선 조사에 의해 다소 증가하는 경향이였으나, 품종에 따라 다른 효과를 보였다. 배추와 무 대조구의 80%에 비해 서림배추는 최고 조사선량인 4Gy에서 95%로 가장 높았고, 고냉지 여름배추는 1Gy와 2Gy에서 90%의 발아율을 보였다. 덕성배추는 조사선량에 따른 어떤 경향도 보이지 않았다. 유명알타리무의 경우는 1Gy조사구에서 95%로 가장 높았고, 그 다음엔 0.2Gy와 4Gy가 각각 90%의 동일한 발아율을 보였으나, 2Gy에서는 75%로 대조구와 비슷한 수준이었다. 유묘초장의 경우는 품종에 따라 다른 경향을 보였는데, 서림배추는 0.2Gy에서 6.2cm로 대조구의 4.8cm에 비해 30%정도 생육이 촉진되었으나, 1Gy에서는 4.2cm로 오히려 생육이 13%정도 억제되었고, 고냉지 여름배추와 덕성배추는 γ 선 조사한 전체 시험구에서 생육이 양호하였으며, 1Gy와 4Gy에서 각각 6.3cm와 5.5cm로 제일 높은 초장을 보였다. 유명알타리무의 경우는 0.2Gy조사구에서 가장 높은 초장을 보였으나, 그림1에서

Table 1. Early growth characters of chinese cabbage and radish seedling grown seed irradiated with gamma ray.

Vegetables	Dose (Gy)				
	0	0.2	1	2	4
Germination rate (%)					
Seolim	80	85	80	90	95
Konaenggi	80	85	90	90	85
Ducksung	80	85	85	85	85
Youmyong	70	90	95	75	90
Seedling height (cm)					
Seolim	4.8	6.2	4.2	5.3	5.6
Konaenggi	3.4	5.2	6.3	5.0	5.9
Ducksung	3.8	4.4	4.5	4.6	5.5
Youmyong	6.9	8.2	7.8	7.2	5.9

Table 2. Plant height and fresh weight of chinese cabbage grown seed irradiated with gamma ray in field experiment.

Vegetables	Dose (Gy)				
	0	0.2	1	2	4
Plqnt height (cm)					
Seolim	34.7	35.3	35.6	35.2	35.2
Konaenggi	32.1	32.1	31.8	31.3	31.8
Ducksung	35.9	35.1	36.8	37.4	37.7
Fesh weight (g/plant)					
Seolim	687.8	658.9	764.4	891.7	964.4
Konaenggi	637.8	713.3	717.8	654.4	753.3
Ducksung	647.8	66.0	724.5	725.6	760.0

보듯이 조사선량의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며, 덕성배추의 경우는 반대로 선량증가에 따라 초장이 증가하였다.

o 포장생육에 대한 효과

γ 선 조사후, 포장에 직파하여 재배한 배추와 무의 생육에 대한 저선량 방사선의 효과를 배추 품종별로 조사한 결과는 표2에서와 같으며, 초장의 경우 저선량 조사에 의해 뚜렷한 증가 경향을 볼 수 없었다. 서림배추와 덕성배추에서는 1Gy와 4Gy조사구에서 대조구의 34.7cm와 35.9cm에 비해 각각 35.6cm와 37.7cm로 다소 증가한 초장을 보였으나 고냉지배추에서는 조사선량에 따라 감소하는 경향으로 초기생육의 뚜렷한 효과와는 다른 양상을 보였다. 배추품종별 생체중의 경우는 조사한 세 품종 모두 최고 조사선량인 4Gy에서 대조구에 비해 20-40% 정도 증가한 생체중을 보여 저선량 γ 선조사에 의한 성장증가 효과를 나타내었다. 서림배추의 경우 0.2Gy 조사구에서 대조구의 생체중 687.8g에 비해 다소 감소한 658.9g을 보여 주었으나 조사선량의 증가에 따라 생체중도 증가하였으며, 덕성배추도 조사선량의 증가에 따라 완만하나마 증가하는 경향이였다. 고냉지 여름배추는 선량증가에 따라 생체중도 증가하다 2Gy조사구에서는 다소 감소하였으나,

Table 3. Agronomic characters of radish grown from seed irradiated with gamma ray in field experiment.

Traits	Dose (Gy)				
	0	0.2	1	2	4
Plant height(cm)	35.4	37.4	40.5	37.4	37.2
Fresh weight(g/plant)	326.7	236.7	283.4	314.4	335.5
Root length(cm)	13.8	12.7	13.6	14.8	16.2
Root diameter(cm)	3.5	3.0	3.2	3.6	3.6

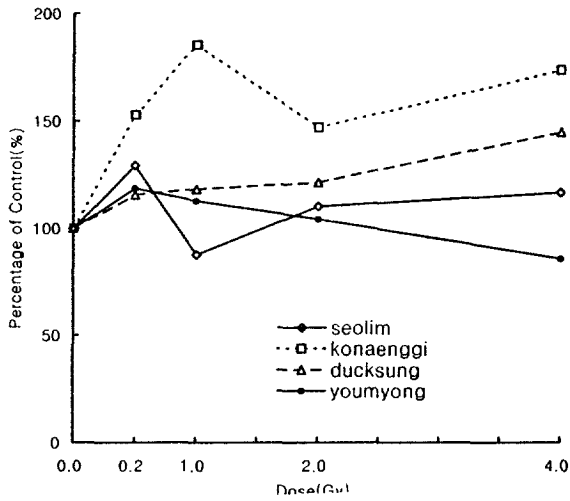


Fig. 1. Seedling height of vegetables crops grown from seed irradiated with low level of gamma ray.

4Gy조사구에서 다시 최고로 증가하였다(그림2).

표3은 저선량을 조사한 유명 알타리무의 생육특성을 나타낸 것인데 초장의 경우 1Gy조사구가 40.5cm로 가장 높았으며, 대조구의 35.4cm에 비해 15%정도 신장되었고, 생체중과 근장 및 근경은 4Gy조사구에서 모두 가장 높았다. 그림3에서 보듯이 초장의 경우는 1Gy 조사구까지는 증가하였으나, 그 이상은 조사선량의 증가에 따라 감소하는 경향이었고, 생체중과 근장 및 근경은 0.2Gy와 1Gy 조사구에서는 대조구에 비해 낮은 생육을 보였으나, 조사선량의 증가에 따라 생육도 점차 양호하여 4Gy 조사구에서 가장 높은 생체중을 보여 배추에서와 같은 경향을 보였으며, 4Gy가 배추와 무의 생체중

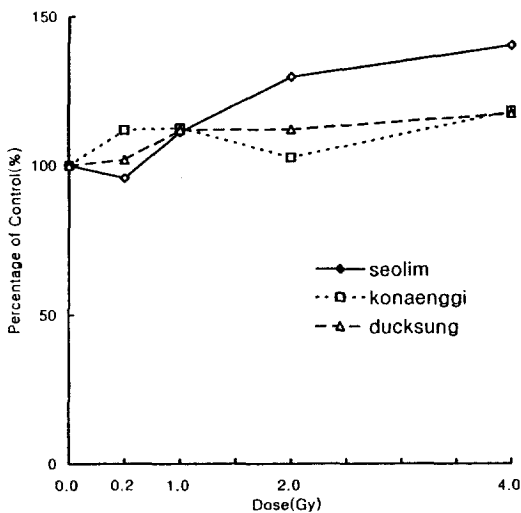


Fig. 2. Fresh weight of three cultivars of chinese cabbage grown from irradiated seed in field experiment.

증가 효과가 있음을 보여주었다 Kaindl과 Rosner⁵⁾는 γ 선 0.2Gy 조사한 무종자에서 생육촉진에 의한 123% 수량증가 효과를 보고하였으나, 본 실험에서는 다소 높은 4Gy조사에서 배추와 무의 생체중이 증가하였으며, Breslavets 등⁶⁾과 Pal 등⁴⁾은 10Gy의 γ 선을 무종자에 조사하여 발아와 생육촉진 및 수량증가 효과를 보고하였다. Kuzin⁷⁾은 배추와 무종자에 5Gy-10Gy의 γ 선을 조사하여 발아와 생육 및 개화촉진과 120-130%의 수량 증가효과를 보고하였으며, Fendrik 과 Bors³⁾도 30Gy의 γ 선을 조사한 무에서 발아와 생육촉진 및 근장과 체적이 15%정도 증가하였다고 하였다. Balint 등⁷⁾은 방사선 20-30Gy를 조사한 채소류의 생육촉진과 수량증가효과는 온실재배에서는 인정되었으나, 포장실험에서는 효과가 없었다고 하여 재배 환경에 따라 저선량 방사선의 생육촉진효과가 다름을 보여주었는데, 본 실험에서도 초기 생육을 본 온실실험과 포장재배에서 수확한 동일품종의 배추와 무의 생육 촉진효과를 나타내는 γ 선량이 다름을 보여 주었다.

적 요

식물생육에 대한 저선량 방사선의 효과를 보고자, 배추 세품종과 무종자에 γ 선을 조사한 후, 온실과 포장에서 재배하여 그 생육상황을 조사한 결과는 다음과 같다.

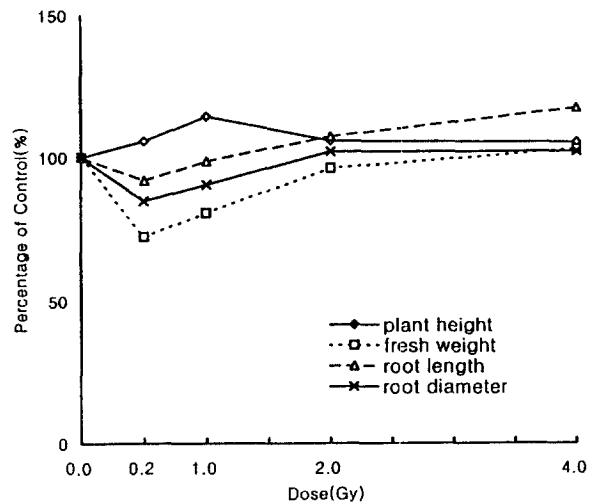


Fig. 3. Response of yield components of radish grown from irradiated seed in field experiment.

저선량 γ 선이 배추와 무의 발아율과 유묘초장등에서 초기생육을 촉진하는 효과가 인정되었으며, 그 효과는 품종에 따라 달랐다.

유묘초장의 경우는 서림배추와 알타리무는

0.2Gy에서, 고랭지 여름배추는 1Gy에서, 덕성배추는 4Gy에서 가장 높았다.

포장재배한 서림배추와 무의 초장은 1Gy에서, 덕성배추는 4Gy에서 가장 높았고, 생체중은 배추와 무 모두 4 Gy에서 가장 양호하였다.

참고문헌

1. Luckey, T. D., (1980). Hormesis with ionizing radiation. CRC press, Inc., Boca Raton, Fla.
2. Kuzin, A. M.(1955). The utilization of ionizing radiation in agriculture, Proc. Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy, United Nations, Geneva, 12, 149.
3. Fendrik, I., and Bors, J., (1980). Studies on the stimulating action of x-rays on seeds of radish var. saxa-alteration of temperature and moisture content. Stim. Newsl. 11, 18.
4. Pal, I., Pannonhalmi, K. and Maul, F., (1976). Report in the red radish phytotron experiments coordinated by ESNA at Godollo, Hungary, Stim. Newsl., 9, 39.
5. Kaindl, K. and Rosner, M., (1965). The accelerating effect of small radiation doses on plants, Bayer. Landwirtsch. Jahrb.Sonderh., 42, 11.
6. Vlasyuk, P. A.,(1964). Effect of ionizing radiation on the physiological-biochemical properties and metabolism of agricultural plants, Inst. Fiziol. Biokhim. Rast. SSR, 24-31.
7. Balint, A., Simon, J., Menyhert, Z., Viglasi, P.,and Pannonhalmi,K.(1971). Radiostimulation experiments on the early red radish, Stim. Newsl. 3, 41.
8. Breslavets, I. P., Berezina, N. M., Shchibria, G. I., Romanchikovam, M. L., lazykova, V. A., and Mileshko, Z. F., (1960). Increased yield of radishes and carrots by X or γ irradiation of seeds before sowing, Biophysics (USSR), 5, 86.
9. Sax, K., (1955). The effect of ionizing radiation on plant growth, Am. J. Bot., 42, 360.
10. 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.
11. Yurina, A. V. and Kardashina, L. A., (1977). Presowing gamma irradiation of seeds as a method to increase cucumberfruitfulness in the hot house. Radiobiology (Moscow). 17, 141.
12. Tumanyan, E. R., (1974). Effect of radiation on tomato seeds and seedlings, Biol. Zh. Arm., 27, 65.
13. Kim. J. S., (1996). Radiation hormesis in higher plants, KAERI/AR- 435196, Korea Atomic Energy Research Institute.
14. Miller, M. W. and Miller, W. M., (1987). Radiation hormesis in plants. Health physics. 52 (5), 607.