

저선량 γ 선이 기내 생산된 감자 소괴경의 휴면과 생에 미치는 효과

김재성* · 김동희 · 백명화 · 전재흥¹

한국원자력연구소 동위원소 방사선응용연구팀, ¹생명공학연구소

Effect of Low Dose γ Radiation on the Dormancy and Growth of *in vitro* Microtubers of Potato (*Solanum tuberosum* L.)

Jae-Sung Kim*, Dong-Hee Kim, Myung-Hwa Back and Jae Heung Jeon¹

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

¹Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Taejon, 305-333, Korea

Abstract - To observe the stimulating effect of low dose γ radiation on the dormancy breaking and growth, microtubers induced *in vitro* of two potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Dejima and cv. Superior) cultivars with different storage duration were irradiated with γ radiation at the dose of 0.5~30 Gy. Sprouting rate, growth and tuber yield of "Dejima" microtuber were increased by γ radiation in the range of 2~16 Gy. In the microtuber of "Superior", the sprouting rate was promoted by 2 Gy and 4 Gy irradiation, and the growth and tuber yield by 0.5 Gy and 4 Gy irradiation. There were not that much difference in chlorophyll content of potato plantlet by the low dose γ irradiation. These results suggested that low dose γ radiation stimulated the dormancy breaking and potato growth.

Key words : Dormancy, Growth stimulation, Low dose γ radiation, Potato.

서 론

인간의 생활 형태는 지구환경의 많은 요인뿐만 아니라 방사선에 의해서도 그 기틀이 마련되어져 왔으며 우리가 인지하지 못하는 사이에도 방사선은 생활 도처에 편재해 있다. 즉 우리는 항상 방사선에 노출되어 있는 것이다. 따라서 동·식물 등을 대상으로 한 여러 가지의 방사선 효과에 관한 연구가 오랜 기간 수행되어 왔는데, 이중 생물이 저선량 방사선으로 피폭될 경우 고선량에 피폭되었을 때 나타나는 장해효과와는 정반대로 유익하

게 생물을 자극하는 방사선 hormesis를 볼 수 있었다 (Luckey 1980). 식물의 경우에는 종자나 혹은 유식물체에 저선량의 방사선을 쬐어주었을 경우 대조구에 비해 발아와 생장촉진, 발근력 증진, 수량증가 등을 관찰할 수 있었다 (Sheppard and Evenden 1986; Miller and Miller 1987; 김 등 1998). 또한 감자 괴경의 휴면타파, 발아촉진, 괴경크기 증대 및 수량증가 (Sparrow 1960; Avakyan et al. 1964; Caldera 1970)와 기내 유기한 감자 소괴경에서 생산한 씨감자의 맹아생육과 수량증가 등에 대한 보고(김 등 2001)가 있다. 저선량 방사선 조사에 의한 식물의 생리활성 증진효과에는 광합성능, 엽록소 함량 및 peroxidase 효소 활성 증가 등이 보고되었다 (Gorlanov 1973; 김 등 2001). 이에 본 실험에서는 조직 배양법으

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

로 기내에서 항시 생산체제를 유지하나 적정한 파종시기 문제가 되는 감자 소괴경의 휴면조절에 저선량 방사선의 효과를 검토하고자 기내 생산하여 실온저장한 대지와 수미 감자의 소괴경에 저선량 방사선을 조사하여 멥아울과 멥아생육 및 온실에서 수량구성요소와 생리활성에 미치는 영향을 조사하여 저선량 방사선에 의한 식물유익효과를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시품종과 방사선 조사

시험재배용 감자 (*Solanum tuberosum* L.) 품종으로는 생명공학연구소 인공씨감자실에서 기내 생산한 대지 (Dejima cultivar)와 수미 (Superior cultivar) 품종의 microtuber를 분양 받아 18~25°C의 실온에서 저장하면서 대지 품종은 생산 후 15일 (15 days after production; DAP), 30일 (30 DAP), 45일 (45 DAP) 간격으로, 수미 품종은 생산 후 30일 (30 DAP), 60일 (60 DAP), 90일 (90 DAP) 간격으로 γ 선을 조사하였다. 방사선 조사는 한국원자력연구소에서 보유중인 저준위 조사시설 (^{60}Co)을 이용하여 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 30 Gy의 γ 선을 저장중인 씨감자에 실온에서 직접 조사하였다. 조사선량율은 Fricke dosimeter로 측정하였다 (Niels and Roger 1970).

2. 멥아울과 멥아생육

방사선 조사 후 위와 같은 조건 하에 실온에서 감자 괴경을 저장하면서 대지 품종은 생산 15일 후 γ 선 조사구에서는 멥아생성 최초일로부터 7일 간격으로, 생산 30일 후와 45일 후 γ 선 조사구에서는 5일 간격으로 멥아울을 측정하였고, 수미 품종의 생산 30일 후와 60일 후 γ 선 조사구에서는 7일 간격으로, 90일 후 조사구에는 5일 간격으로 측정하였다. 멥아길이는 두 품종 모두 방사선 조사 후 90일에 측정하였다.

3. 온실생육과 수량

저선량 γ 선을 조사하여 멥아울과 멥아길이를 측정할 소괴경을 생명공학연구소 온실에 각각의 저선량조사 수준별로 pot (15 cm × 18 cm × 60 cm)에 10립씩 3반복으로 파종하고 일반관행에 따라 재배하여 파종 30일 후에 초기생육을, 파종 90일 후에 생육과 수량구성요소를 조사하였다.

4. 엽록소 함량변화

엽록소 함량은 Arnon (1949) 방법을 참조하여 온실에서 30일간 생육한 대지와 수미 품종 생산 후 30일 조사구의 식물체에서 잎조직 0.5 g씩을 채취한 후, 액체질소를 사용하여 얼린 다음 막자사발에서 마쇄하여 15 mL falcon tube에 옮겨 10 mL의 80% acetone으로 4°C의 암 상태에서 24시간 엽록소를 추출한 후 여과지 (Watman No. 41)로 여과하여 80% acetone으로 10배 희석한 후 spectrophotometer (Shimazu, UV-1601PC)를 사용하여 파장 652 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. 통계분석

통계적 유의성은 student *t* test로 각 실험구의 값을 비교하였으며, *p*값이 0.05, 0.01, 0.001 보다 적은 경우로 나누어 각각의 유의성을 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 멥아울과 멥아생육에 대한 저선량 방사선조사 효과

1) 대지 품종

파종적기에 생산하지 못한 기내 유기 감자 소괴경은 여러가지 물리적·화학적 방법으로 휴면타파하여 파종시기를 조절하고 있다. 저선량 방사선이 대지 감자 소괴경의 휴면조절에 미치는 영향을 알아보고자 저온에서 15일, 30일, 45일 동안 저장한 후 저선량 γ 선을 조사하여 실온에서 경과일수별로 멥아 발생율을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 15일 저장한 소괴경에서는 발아초기에 0.5, 8, 16, 30 Gy 조사구에서 빠른 멥아 출현을 보였으며 방사선 조사 후 28일에는 2 Gy 조사구에서 멥아 출현율이 85.7%로 대조구 71.4% 보다 20.0% 증가하였다. 또한 30일 저장한 경우 4 Gy와 8 Gy 조사구에서 초기에 대조구보다 빠른 멥아 출현을 보였는데 방사선 조사 후 8일에 각각 63.3%와 60.0%로 대조구 50.0% 보다 20.0%와 26.6% 증가하였으며, 45일 저장에서는 방사선 조사 후 13일에 8 Gy와 16 Gy에서 각각 71.4%로 대조구 57.1%에 비해 25.0% 증가하였다. 그러나 저선량 조사구 중 가장 높았던 30 Gy 조사구에서는 저장기간에 관계없이 대조구에 비해 15~45%로 멥아울이 감소하였다.

소괴경의 멥아 생장에 미치는 γ 선 조사효과는 (Fig. 2), 15일 저장의 경우 8 Gy와 16 Gy에서 대조구 0.41 cm에 비해 각각 20% ($p < 0.05$)와 11%의 성장촉진 효과를 보

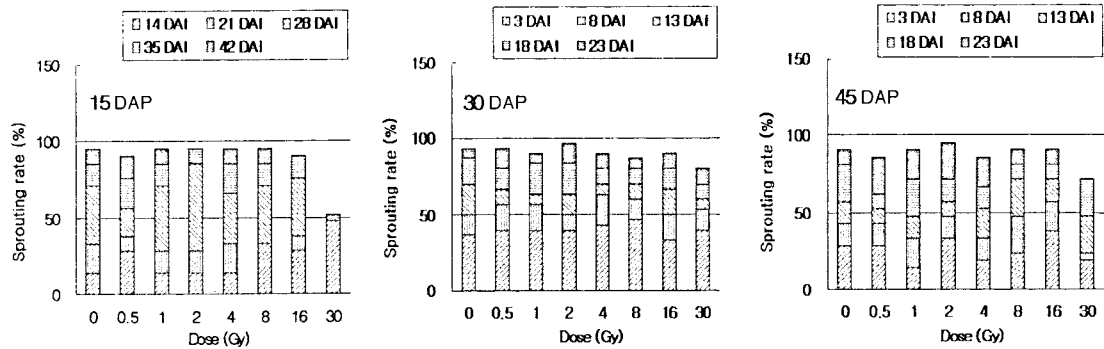


Fig. 1. Effect of low dose γ radiation on the sprouting rate of microtuber of “Dejima” with different storage duration. DAP; days after production. DAI; days after γ irradiation.

였다. 30일 저장시에는 2~16 Gy 조사구가 대조구 0.49 cm에 비해 8~12% 증가하였는데 특히 4 Gy와 16 Gy에서 각각 12% ($p < 0.05$)와 11% ($p < 0.05$)로 유의성있는

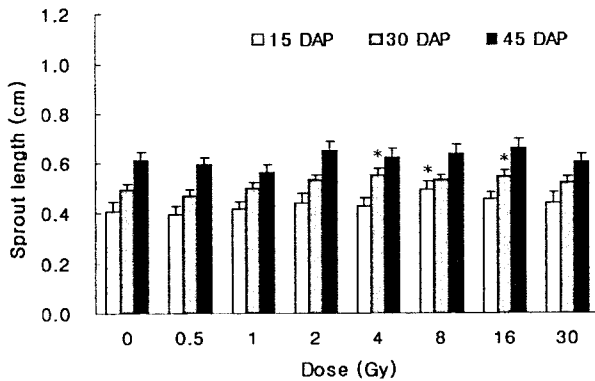


Fig. 2. Effect of low dose γ radiation on the sprout length of microtuber of “Dejima” with different storage duration. Bars represent the standard error of the mean. DAP; days after production. *, Significant at 5% level.

생장촉진효과를 보였으며, 45일 저장시는 2 Gy와 16 Gy 조사구에서 대조구 0.61 cm에 비해 7~8% 증가하였다.

대지 감자 소피경의 γ 선 조사전 저장기간에 따른 맹아율과 맹아신장에 대한 촉진 효과는 15일 저장의 경우에는 8 Gy 조사구가, 30일 저장시에는 2 Gy와 4 Gy 조사구가, 45일 저장시에는 2 Gy와 16 Gy 조사구가 가장 높아 저장기간에 따라 적정선량이 다르게 나타났다.

2) 수미 품종

수미 감자 소피경의 휴면조절에 미치는 저선량 γ 선 조사효과를 조사한 결과(Fig. 3), 30일 저장시의 경우 대조구를 비롯한 모든 저선량 조사구에서 저조한 맹아율을 보였다. 맹아 출현은 대조구에 비해 0.5, 4, 8 Gy 조사구에서 빠르게 나타났고 방사선 조사 후 38일에는 0.5 Gy와 4 Gy 조사구에서 72.4%로 대조구 65.5% 보다 10.5% 증가하였다. 또한 60일 저장시에는 4 Gy 조사구에서 빠른 맹아출현을 보여 방사선 조사 후 24일에 맹아율이 80.0%로 대조구 70.0%에 비해 14.3% 증가하였다. 90일 저장에서도 4 Gy 조사구에서 방사선 조사 후 17일에 대조구 75.0%에 비해 13.3% 증가한 85.0%로 저선량

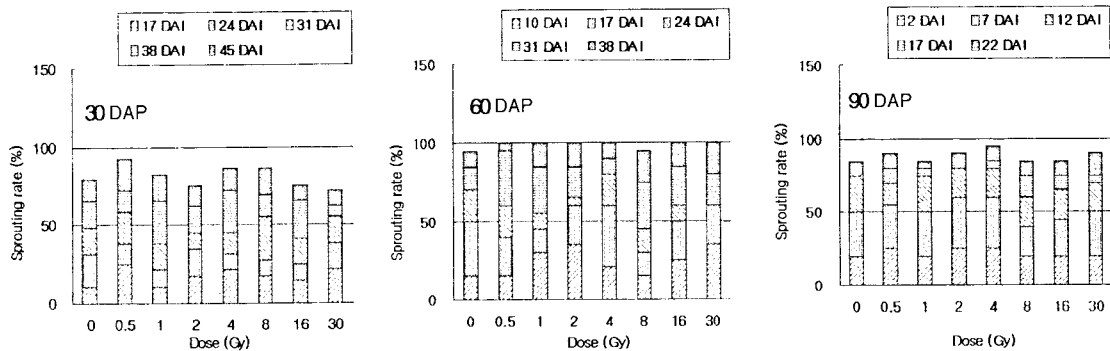


Fig. 3. Effect of low dose γ radiation on the sprouting rate of microtuber of “Superior” with different storage duration. DAP; days after production. DAI; days after γ irradiation.

조사구 중 가장 높았다.

수미 감자 소피경의 맹아 생장에 미치는 γ 선 조사효과는 Fig. 4에서와 같다. 30일 저장의 경우는 0.5 Gy 조사구에서 대조구 0.29 cm와 비교하여 12% 증가하였고, 60일 저장에서는 2 Gy와 4 Gy 조사구에서 대조구 0.53 cm에 비해 각각 7%와 15% ($p < 0.05$) 증가하였다. 90일 저장에서의 맹아 길이는 2~8 Gy 조사구에서 대조구의 0.74 cm에 비해 8~16% 증가하였는데 특히 4 Gy에서 유의성있는 증가 효과를 보였다.

수미품종 소피경의 γ 선 조사전 저장기간에 따른 맹아율과 맹아신장에 미치는 저선량 조사효과는 30일 저장의 경우 0.5 Gy 조사구가, 60일과 90일 저장시에는 4 Gy 조사구가 가장 높아 저장기간에 따라 적정선량이 다르게 나타났다.

김 등(1998)과 Luckey(1980)는 저선량 방사선 조사에 의한 채소 종자의 발아율과 초기생육촉진에 대하여

보고하였으며, 그 적정선량은 작물 종과 종자 상태에 따라서 다르다고 하였다. Sparrow (1960) and Caldera (1970)는 저선량 γ 선 3 Gy 조사에 의해 감자 피경의 발아와 맹아생장 촉진 등의 효과를 보고하여 감자의 휴면 조절 가능성을 시사하였다. 또한 Metlitskii (1967)는 10 Gy 이하의 저선량 γ 선은 감자 발아를 촉진시키나 20~30 Gy 정도의 중간선량은 지연시키며 100 Gy 이상의 고선량은 저해한다고 하였고, Avakyan 등(1964)은 3 Gy와 10 Gy의 X선 조사가 감자 피경의 휴면타파에 효과가 있음을 보고하였다.

본 실험에서도 저선량 방사선 조사에 의해 맹아율과 맹아길이가 증가하였는데 대지품종은 대체로 2, 4, 8 Gy에서 맹아율이 촉진되고 수미품종은 2 Gy와 4 Gy에서 촉진되어 저선량 방사선에 의한 감자 휴면조절의 가능성을 보여주었다.

2. 온실생육과 수량에 대한 저선량 방사선조사 효과

1) 대지 품종

저선량 γ 선 조사가 실은 저장한 대지 감자 소피경의 온실생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 1에서와 같다. 파종 30일 후에 조사한 유묘 초장에서 15일 저장에서는 8 Gy와 16 Gy 조사구에서 14.5 cm로 대조구 13.8 cm에 비해 5% 증가하였으나 30일과 45일 저장에서는 별다른 증가 효과가 없었다. 파종 후 90일에 측정 한 생육조사에서 15일 저장시의 초장은 4 Gy와 8 Gy 조사구에서 각각 49.1 cm와 50.9 cm로 대조구 44.4 cm에 비해 11%와 15% 증가하였다. 지상부 생체중은 8 Gy에서 7.4 g으로 대조구 7.0 g과 비교해 5% 증가하였으며, 마디수는 8 Gy에서 15.9마디로 대조구 14.9마디보다 7% ($p < 0.05$) 정도 유의성있는 증가를 보였으나 0.5 Gy 조사구에서는 13.3마디로 대조구에 비해 11% ($p < 0.01$) 유의

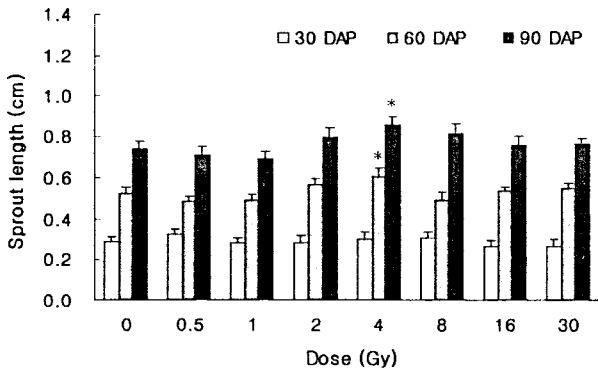


Fig. 4. Effect of low dose γ radiation on the sprout length of microtuber of "Superior" with different storage duration. Bars represent the standard error of the mean. DAP; days after production. *, Significant at 5% level.

Table 1. Effect of low dose γ radiation on the growth of microtuber of "Dejima" with different storage duration

Dose (Gy)	Seedling height† (cm)			Plant height‡ (cm)			Foliage weight† (g/plant)			No. of nod† /plant		
	15	30	45	15	30	45	15	30	45	15	30	45
0	13.8	29.8	12.5	44.4	94.6	40.1	7.0	42.4	6.1	14.9	18.9	13.9
0.5	12.6	29.8	11.6	44.9	93.7	41.5	5.9	40.7	6.0	13.3	17.9	14.1
1	13.5	29.6	11.4	44.1	92.9	41.1	6.4	41.0	5.8	14.2	17.6	14.3
2	13.4	29.5	12.1	45.4	98.1	42.2	6.9	43.5	6.0	14.6	18.6	14.3
4	14.1	30.3	12.4	49.1	96.6	41.8	7.0	44.9	6.1	15.1	18.7	14.2
8	14.5	28.3	12.3	50.9	96.4	42.5	7.4	44.4	5.9	15.9*	18.7	14.0
16	14.5	28.2	12.3	46.2	97.5	42.9	6.9	43.2	6.3	15.5	19.0	13.9
30	11.8	28.7	11.7	43.6	91.8	39.3	7.0	41.7	6.1	15.5	18.9	13.8

Planting date ; 15 (days after storage duration)-Aug. 24. 1999, 30-Arp. 30. 1999, 45-Aug. 24. 1999.

†, ‡ ; 30 and 90 days after planting, respectively.

*, Significant at 5% level.

성있게 감소하였다. 또한 30일 저장의 경우, 초장은 16 Gy조사구에서 대조구 94.6 cm 비해 98.1 cm로 4% 증가하였고 생체중은 4 Gy와 8 Gy조사구에서 대조구 42.4 g에 비해 5~6% 증가하였다. 45일 저장의 초장은 30 Gy 조사구를 제외한 모든 저선량 조사구에서 2~7%의 증가를 보였는데 특히 16 Gy에서 42.9 cm로 대조구 40.1 cm에 비해 7% 증가하였다.

저선량 γ 선 조사가 대지 감자 소괴경의 온실재배시 수량에 미치는 영향을 조사한 결과(Table 2), 15일 저장시의 식물체당 괴경수에 있어서는 4 Gy와 8 Gy조사구에서 각각 3.5개와 3.6개로 대조구 3.1개에 비해 13%와 16% ($p < 0.05$)의 유의성있는 증가를 보였다. 씨감자용으로 사용하는 지름이 2 cm 이상 되는 괴경수는 8 Gy에서 0.94개로 대조구 0.75개와 비교해 25% 정도 증가하였으며 4 Gy와 16 Gy에서는 각각 0.86개와 0.88개로 14%와 17%의 증가를 보였다. 각 식물체의 괴경중은 4~16 Gy에서 대조구 10.0 g에 비해 17~21% 증가하였는데 특히 8 Gy에서 12.1 g으로 21% ($p < 0.05$)의 유의성있는 증가효과를 보였다. 30일 저장의 괴경수에 있어서는 0.5, 4,

8, 16 Gy조사구에서 대조구 3.5개에 비해 5~15% 증가하였는데 특히 4 Gy에서 4.0개로 15% 증가하였다. 2 cm 이상의 괴경수는 4~16 Gy에서 대조구에 비해 7~9% 증가하였다. 괴경중에서도 괴경수에서와 비슷한 증가를 나타내어 4 Gy조사구에서 34.7 g으로 대조구 30.3 g에 비해서 가장 높은 15%의 증가를 보였다. 45일 저장시의 수량 조사에서 괴경수는 4 Gy와 16 Gy조사구에서 3.5개로 대조구 3.2개에 비해 10% 증가하였으며 2 cm 이상되는 괴경수는 16 Gy조사구에서 0.82개로 대조구 0.71개에 비해 14% ($p < 0.05$) 정도 유의성있는 증가를 보였다. 괴경중에서도 4~16 Gy조사구에서 대조구 10.1 g에 비해 9~13% 증가하였는데 특히 4 Gy에서 11.5 g으로 13% ($p < 0.05$)의 유의성있는 증가를 보였다. 초장생육이 억제되었던 30 Gy 조사구에서는 30일과 45일 저장 모두에서 괴경수와 괴경중이 감소하였다.

γ 선 조사전 저장기간에 따른 대지 감자 소괴경의 생육에 미치는 저선량 γ 선 조사효과는 15일 저장시에는 8 Gy 조사구가, 30일 저장에서는 2 Gy와 4 Gy 조사구가, 45일 저장시는 4 Gy와 16 Gy 조사구에서 가장 높아 저장

Table 2. Effect of low dose γ radiation on number of tubers and yield of microtuber of "Dejima" with different storage duration

Dose (Gy)	No. of tuber/plant (Total)			No. of tuber/plant (≥ 2 cm)			Total tuber weight (g/plant)		
	15	30	45	15	30	45	15	30	45
0	3.1	3.5	3.2	0.75	2.23	0.71	10.0	30.3	10.1
0.5	2.5	3.7	3.2	0.56	2.24	0.73	8.5	31.6	9.6
1	2.5	3.4	3.4	0.62	2.08	0.71	10.2	29.3	10.3
2	3.0	3.6	3.3	0.82	2.12	0.71	10.6	28.7	10.2
4	3.5	4.0	3.5	0.86	2.43	0.79	11.7	34.7	11.5*
8	3.6*	3.8	3.4	0.94	2.38	0.73	12.1*	32.4	11.1
16	3.3	3.7	3.5	0.88	2.47	0.82*	11.7	32.0	11.2
30	3.1	3.4	3.1	0.79	1.97	0.66	10.4	27.0	9.9

Planting date ; 15 (days after storage duration)-Aug. 24. 1999, 30-Arp. 30. 1999, 45-Aug. 24. 1999.

*, Significant at 5% level.

Table 3. Effect of low dose γ radiation on the growth of microtuber of "Superior" with different storage duration

Dose (Gy)	Seedling height † (cm)			Plant height † (cm)			Foliage weight † (g/plant)			No. of nod † /plant		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
0	18.1	9.0	5.0	80.5	23.5	14.8	33.5	4.1	6.6	20.3	12.0	9.1
0.5	19.5*	8.6	5.0	84.4*	25.5	16.2	36.4	4.2	7.0	21.9*	12.1	9.3
1	17.9	8.2	5.1	76.3	25.1	15.5	32.7	4.3	6.0	20.2	12.4	9.0
2	17.6	8.8	5.2	78.4	26.8*	14.4	34.2	4.3	6.1	20.6	12.7	8.8
4	18.7	9.7	5.7*	83.5	27.5*	16.7	34.6	4.5	7.7*	20.2	12.5	9.4
8	18.4	8.6	4.9	80.6	26.0	15.2	33.9	4.0	6.8	20.4	12.3	9.0
16	16.8	8.3	4.4	76.4	26.3	13.1	32.9	4.0	5.7	20.5	12.6	8.6
30	17.3	7.5	4.2	73.7	23.1	13.3	31.4	3.6	5.8	19.5	11.8	9.0

Planting date ; 30 (days after storage duration)-Arp. 30. 1999, 60-Aug. 24. 1999, 90-Dec. 1. 1999.

†, †; 30 and 90 days after planting, respectively *; Significant at 5% level.

Table 4. Effect of low dose γ radiation on number of tubers and yield of microtuber of "Superior" with different storage duration

Dose (Gy)	No. of tuber/plant (Total)			No. of tuber/plant (≥ 2 cm)			Total tuber weight (g/plant)		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90
0	3.8	2.7	3.9	0.86	0.50	1.32	14.2	9.8	18.6
0.5	4.5	2.8	5.0*	1.13	0.45	1.41	18.9*	9.7	23.3
1	3.8	2.6	3.8	0.98	0.54	1.27	15.9	10.1	16.9
2	3.9	3.0	3.7	0.87	0.50	1.21	14.3	10.9	16.5
4	3.7	3.2*	4.3	0.85	0.58	1.52	14.5	12.0	21.6
8	3.9	2.6	3.8	1.07	0.41	1.23	18.0*	8.9	19.2
16	3.1	2.6	3.9	0.84	0.42	1.22	14.7	9.1	16.8
30	3.2	2.6	4.1	0.87	0.36	1.19	11.9	9.1	17.8

Planting date ; 30 (days after storage duration)-Arp. 30. 1999, 60-Aug. 24. 1999, 90-Dec. 1. 1999.

*, Significant at 5% level.

기간에 따라 적정선량은 달랐으나 비슷한 생장 증가효과를 보여 괴경의 저장기간에 따른 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

2) 수미 품종

저선량 γ 선을 조사하여 실온 저장한 수미 품종의 온실생육을 조사한 결과는 Table 3에서와 같다. 파종 30일 후에 조사한 유묘 초장에서 30일 저장시에는 0.5 Gy 조사구에서 19.5 cm로 대조구 18.1 cm에 비해 8% ($p < 0.05$) 유의성있게 증가하였고 60일 저장에서는 4 Gy 조사구에서 9.7 cm로 대조구 9.0 cm에 비해 8% 증가하였다. 또한 90일 저장 시에는 4 Gy 조사구에서 5.7 cm로 대조구 5.0 cm에 비해서 14% ($p < 0.05$) 유의성있는 증가를 보였다. 파종 90일 후의 생육 조사에서 30일 저장시의 초장은 0.5 Gy 조사구에서 84.4 cm로 대조구 80.5 cm에 비해 5% ($p < 0.05$) 유의성있게 증가하였고 지상부 생체중도 0.5 Gy에서 36.4 g으로 대조구 33.5 g에 비해 8% 정도 증가했다. 60일 저장에서의 초장은 30 Gy 조사구를 제외한 모든 저선량 조사구에서 양호한 생육을 보였는데 특히 4 Gy 조사구에서 27.5 cm로 대조구 23.5 cm에 비해 17% ($p < 0.05$) 유의성있는 증가를 보였으며, 생체중도 4 Gy에서 가장 양호하게 4.5 g으로 대조구 4.1 g에 비해 9% 증가하였다. 90일 저장시의 경우 초장은 0.5 Gy와 4 Gy 조사구에서 각각 16.2 cm와 16.7 cm로 대조구 14.8 cm와 비교해서 9%와 12% 증가하였고 생체중에서도 초장과 마찬가지로 4 Gy에서 7.7 g으로 대조구 6.6 g에 비해 16% ($p < 0.05$) 유의성있는 증가를 하였다. 그러나 30 Gy 조사구에는 대지에서와 같은 경향으로 초장과 생체중 및 마디수에서 대조구에 비해 감소하는 경향을 보였다.

저선량 γ 선 조사가 수미 감자 소괴경의 온실수량에 미치는 영향을 조사한 결과 (Table 4), 30일 저장시의 경

우 식물체당 괴경수는 0.5 Gy 조사구에서 4.5개로 대조구 3.8개에 비해 19% 증가하였고 지름이 2 cm 이상되는 괴경수에서도 0.5 Gy 조사구에서 1.13개로 대조구 0.86개에 비해 31% 증가하였다. 괴경중에서는 0.5, 1, 8 Gy 조사구에서 양호한 증가를 보였는데, 특히 0.5 Gy에서 18.9 g으로 대조구 14.2 g에 비해 33% ($p < 0.05$), 다음이 8 Gy에서 18.0 g으로 27% ($p < 0.05$)의 유의성있는 증가를 보였으나 30 Gy 조사구에서는 11.9 g으로 16% ($p < 0.05$) 유의성있게 감소하였다. 60일 저장시의 식물체당 괴경수는 4 Gy 조사구에서 3.2개로 대조구 2.7개와 비교해 18% ($p < 0.05$)의 유의성있는 증가를 보였다. 2 cm 이상의 괴경수도 4 Gy 조사구에서 0.58개로 대조구 0.50개와 비교해 17% 증가하였으나 8~30 Gy 조사구에서는 0.36~0.42개로 16~28% ($p < 0.05$) 유의성있게 감소하였다. 괴경중에서는 2 Gy와 4 Gy 조사구에서 대조구 9.8 g에 비해 각각 10.9 g과 12.0 g으로 12%와 23% 증가하였다. 90일 저장시의 수량은 0.5 Gy와 4 Gy 조사구에서 양호한 증가를 나타내었는데 괴경수는 0.5 Gy에서 5.0개로 대조구 3.9개에 비해 26% ($p < 0.05$) 유의성있는 증가를 하였고 2 cm 이상의 괴경수는 4 Gy에서 1.52개로 대조구 1.32개에 비해 15% 증가하였다. 괴경중에서도 0.5 Gy에서 23.3 g으로 대조구의 18.6 g에 비해 26% 증가하였고 4 Gy에서는 21.6 g으로 16% 증가하였다.

저장기간에 따른 수미 감자 소괴경의 생육에 미치는 저선량 γ 선 조사효과는 30일 저장의 경우는 0.5 Gy 조사구가, 60일 저장에서는 4 Gy 조사구가, 90일 저장에선 0.5 Gy와 4 Gy 조사구가 가장 높아 저장기간에 따라 적정선량이 달랐으나 생육증가의 정도는 비슷한 경향이였다.

Miller and Miller (1987) 및 Sheppard and Evenden (1987)은 적정선량의 저선량 조사에 의해 작물의 초기

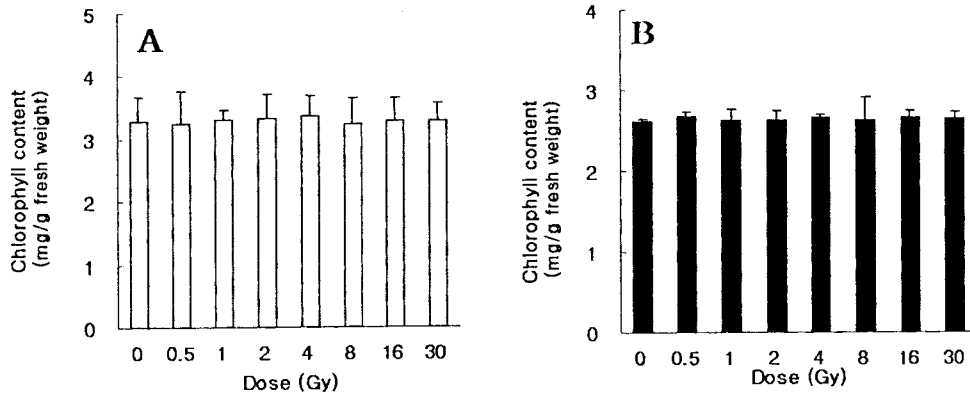


Fig. 5. Effect of low dose γ radiation on the chlorophyll content of microtuber plantlet. A; Dejima cultivar, B; Superior cultivar. Bars represent the standard error of the mean.

생육촉진 및 성장증대와 수량증가 효과를 보고하였다. Sparrow and Christensen (1950)은 저선량 γ 선 3 Gy 조사에서 감자의 수확량이 증가됨을, Avakyan 등 (1964)은 저선량 X선 3 Gy와 10 Gy 조사에서 감자 괴경의 크기 증대와 수량증가 효과에 대해 보고하였다. 김 등 (2001)의 보고에서도 γ 선 4 Gy 조사에서 씨감자 수량의 뚜렷한 증가효과를 보였다.

본 실험에서도 저선량 γ 선 조사에 의해 감자 식물체의 초장과 생체중 및 괴경수 등의 증가를 보여주었는데 그 효과가 품종별로 다르게 나타나 대지 품종은 대체로 4, 8, 16 Gy에서, 수미 품종은 0.5 Gy와 4 Gy에서 증가효과를 보였다.

3. 엽록소 함량 변화

저선량 γ 선 조사에 의한 감자 식물체의 성장증대 및 수량증가 효과와 감자 식물체의 광합성능과의 관련성을 알아보려고 온실에 파종한 감자 식물체의 잎을 채취하여 엽록소 함량을 분석한 결과는 Fig. 5에서와 같다. 감자 잎의 엽록소 함량은 대지 품종이 수미 품종보다 대체로 높은 값을 보였는데, 대지 품종의 경우는 생육이 양호하였던 4 Gy조사구에서 전체 엽록소 함량이 3.35 mg/g으로 대조구의 3.28 mg/g 보다 다소 높았다. 또한 모든 저선량 조사구에서 좋은 생육을 보였던 수미 품종에서도 대체로 대조구보다 1~2% 높았으나 통계적 유의성은 없었다. 저선량 방사선 조사에 의한 식물의 생리활성 증진효과 중에는 광합성능 (Vlasyuk 1964)과 엽록소 함량 (Gorlanov 1973; Pal 1975) 증가 등에 관한 결과가 보고되어 있다. Gorlanov (1973)는 강남콩 종자에 γ 선 10~20 Gy를 조사하였을 때 잎의 엽록소 함량이 대조구에 비해 높았다고 하였으며, Pal (1975)도 저선량 γ 선

5~50 Gy를 조사한 토마토에서 생육촉진과 엽록소 함량이 증가하였다고 보고하였다. 본 실험에서는 생육이 증가한 저선량 조사구에서 대체로 엽록소 함량이 미미하나 증가됨을 확인할 수 있었으나 뚜렷한 상관관계를 찾을 수 없어 향후 작물의 생육시기별로 좀 더 세밀한 연구가 필요하다고 사료된다.

적 요

저선량 γ 선 조사가 기내 유기한 대지와 수미 감자 소괴경의 맹아율과 식물체 성장 및 생리활성에 미치는 효과 등을 알아보려고 감자 소괴경의 저장기간별로 γ 선을 0.5~30 Gy 까지 조사하여 pot 실험을 수행하였다. 감자 소괴경의 휴면과 생육에 대한 저선량 γ 선 효과는 품종과 저장기간에 따라 다소 차이가 있었다. 대지 품종의 경우는 대체로 2, 4, 8 Gy에서 대조구에 비해 높은 맹아출현율을 보였고, 온실 재배에서는 4, 8, 16 Gy에서 비교적 양호한 생육과 수량 증가 효과를 보였다. 수미 품종에서의 맹아 출현은 2 Gy와 4 Gy에서 촉진되었고 0.5 Gy와 4 Gy에서 양호한 생육 및 수량을 보였다. 엽록소 함량은 저선량 γ 선 조사구에서 대조구에 비해 뚜렷한 증가효과를 보이지 않았다. 이에 저선량 γ 선이 감자의 휴면타파와 생육촉진에 효과가 있음을 확인할 수가 있었다.

사 사

본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

인용문헌

- 김재성, 송희섭, 김진규, 이영근, 이영복. 1998. 저선량 방사선에 의한 작물 초기 생육 촉진효과. 한국환경농학회지. 17(2):274-278.
- 김재성, 김동희, 백명화, 정 혁, 이영복. 2001. 씨감자 “대지” 품종의 휴면타파와 생리 활성에 미치는 저선량 방사선 효과. 한국환경농학회지. 20(2):116-121.
- Arnon DL. 1949. Copperenzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *veta vulgaris*. *Plant Physi.* 24:1-15.
- Avakyan TM, SP Semerdzhyan and RR Atayan. 1964. Results concerning the removal of newly gathered potato tubers for the dormant stage. *Radiobiology (USSR)*. 4:463-466.
- Caldera PG. 1970. Gamma stimulation of potato tubers. *Stim. Newsl.* 1:6-7.
- Gorlanov NA. 1973. Change in chlorophyll and its properties in the leaves of rotting kidney bean cuttings, grown from gamma irradiated seeds. *Radiobiology (Moscow)*. 13:634.
- Luckey TD. 1980. *Hormesis with ionizing radiation*. CRC press. Inc. Boca Raton. Fla.
- Metlitskii LV 1967. Irradiation of potatoes and other vegetables to prevent sprouting *Radiat. Obrabotka Pisch. Prod. Izdatel. Ekon. Moscow, NSA* 23:12249.
- Miller MW and WM Miller. 1987. Radiation hormesis in plants. *Health Phys.* 52(5):607-616.
- Niels WH and JB Roger. 1970. *Manual on Radiation Dosimetry*. Mard Dekker Inc. New York.
- Pal I. 1975. Investigation on the effects of seed irradiation of plants in a phytotron. I. Tomato. *Stim. Newsl.* 8:23-36.
- Sheppard SC and WG Evenden. 1986. Factors controlling the response of field crops to very low dose of gamma irradiation of the seed. *Can. J. plant Sci.* 66:431-435.
- Sparrow AH and E Christensen. 1950. Effect of X-ray, neutron and chronic gamma irradiation on growth and yield of potato. *Am. J. Bot.* 37:667-671.
- Sparrow AH. 1960. Uses of large sources of ionizing radiation in botanical research and some possible practical application, in *Large Radiation Sources in Industry*. Intl. Atomic Energy Agency. Vienna 195-219.
- Vlasyuk PA. 1964. Effect of ionizing radiation on the physiological biochemical properties and metabolism of agricultural plants. *Inst. Fiziol. Biokhim. Rast. SSR.* 24-31.

(Received 2 July 2001, accepted 10 November 2001)