

저선량 감마선이 땅콩 생장에 미치는 효과

김재성 · 이은경 · 백명화 · 박홍숙 · 김광호¹

(한국원자력연구소 동위원소 · 방사선응용연구팀
¹건국대학교 농학과)

적 요 - 저선량 방사선 조사가 땅콩 “팔팔” 품종 종자의 발아율과 초기생육 및 수량에 미치는 효과를 알아보기 위하여 γ 선을 0.5~20.0 Gy까지 조사하여 포장에 직파재배하였다. 땅콩 종자의 발아율은 저선량 조사에 의해 별다른 효과가 없었으나 유묘조장은 저선량 조사구에서 다소 양호하였다. 수량구성요소 중 협수와 종실수 및 종자수량은 12.0 Gy 조사구에서 가장 높았으며, 대조구에 비해 각각 27%와 17% 및 19% 유의성있게 증가하였다. 100립중은 4.0 Gy 조사구가 87.2g으로 대조구의 78.3g에 비해 11% 정도 증가하여 저선량 조사에 의해 땅콩 수량이 유의성있는 증가효과를 보였다.

서 론

생물은 적당한 저선량 방사선으로 피폭될 경우 일반적으로 자극작용을 나타내는데 hormesis를 일으키는 선량은 대상, 조건, 측정하는 생리적 기능, 선량을 및 선량에 따라 다르나 생리적 기능 감퇴, 방사선 증후군 및 사망을 가져오는 고선량 방사선에 대한 고전적인 연구에서는 예측할 수 없는 발육의 촉진, 질병 및 조사 후 방사선에 대한 저항력 상승, 생식능력의 증대 및 수명연장 등을 가져온다(Luckey 1980; Miller & Miller 1987; 김과 이 1998).

방사선 자극작용의 연구에서 적당한 저선량으로 식물을 조사하면 뿌리혹생성과 토양의 질산화작용이 증가하였고 생장, 번식, 저항성, 생존율 등이 저선량 조사후에 증가하였으나 고선량에서는 유해하였다(Luckey 1980; 김과 이 1998). 곡물류와 두류 및 괴경류에서는 적정 저선량으로 조사되었을 때 상업적으로 실용적 가치가 있는 수량증가를 가져왔다(Miller & Miller 1987; Sheppard & Regitig 1987).

γ 선에 조사된 종자에서 생육한 식물의 생육촉진과 생장증대 외에도 옥수수(Grisenko & Mazhara 1968), 감자(Zeimalov *et al.* 1972) 등에서 감염에 대한 저항력 증대 보고도 있으며, 옥수수(Koepp & Kramer 1981)에서의 광합성 증대와 콩과 식물에서 한발에 대한 저항성 증가도 보고되어 있다(Savin & Stepanenko 1967). 실험조건, 피

검물의 조건과 환경조건 및 방사선조사 조건 등에 따라서 차이는 있으나, 일반적으로 사용하는 선량은 환경방사선량의 약 백배 또는 확실한 유해선량의 100분의 1 정도이다(Luckey 1980; Miller & Miller 1987; 김과 이 1998). 식물의 반치사선량(LD₅₀)은 고등동물에 비해서 최소 수백배 정도의 높은 값을 갖는데(심 등 1977), 본 실험에서는 땅콩 팔팔 품종을 선정하여 저선량 γ 선 조사에 의한 발아와 초기생육 및 포장에서의 수량 등에 대한 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시품종

실온에서 1년 동안 저장해온 “팔팔” 땅콩(*Arachis hypogaea* L.) 종자를 사용하였다.

2. 방사선조사

저선량 방사선 조사에 사용한 조사시설은 한국원자력연구소에서 보유중인 저준위조사시설(⁶⁰Co)을 이용하여 선량을 1 Gy/hr로 0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 12.0, 20.0 Gy의 8수준으로 건조종자에 직접 조사하였다. 조사선량은 Fricke dosimeter로 측정하였다(Niels & Roger 1970).

3. 포장재배실험

방사선 조사 다음날에 재식거리 40×25 cm로 polyethylene 흑색 저밀도 필름(두께 0.015 mm)으로 피복한

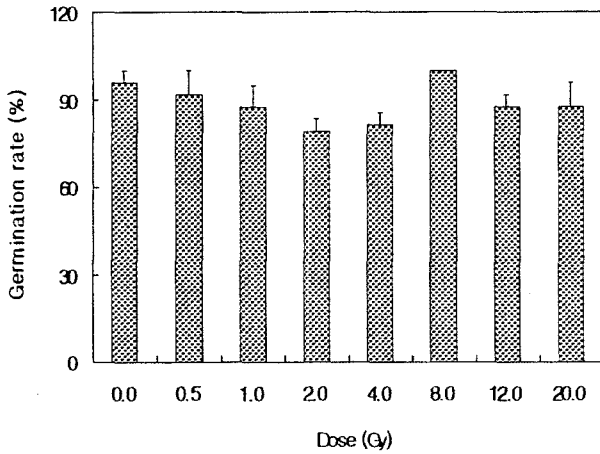


Fig. 1. Germination rate of groundnut, palpal cultivar, grown from seeds irradiated at the dose of 0.5 Gy ~ 20.0 Gy of γ radiation. Data represent mean \pm standard error.

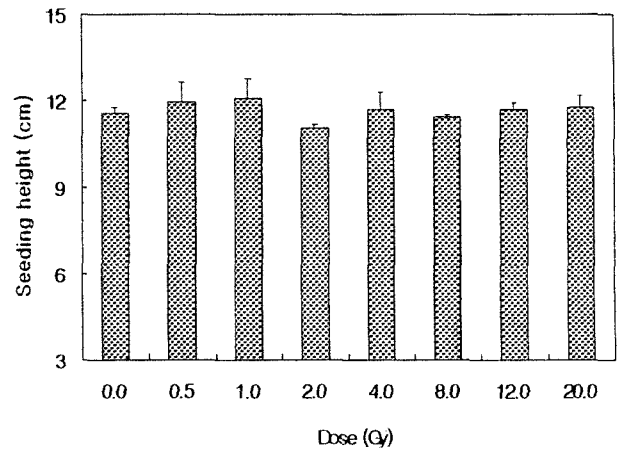


Fig. 2. Seedling height of groundnut, palpal cultivar, grown from seeds irradiated at the dose of 0.5 Gy ~ 20.0 Gy of γ radiation. Data represent mean \pm standard error.

시험포장에 1립씩 30주, 3반복으로 파종하였다(이 등 1997). 시비량은 N-P₂O₅-K₂O-석회를 3-14-10-150 kg/10a 수준으로 하여 전량기비로 사용하였으며 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다. 생육특성 및 수량조사는 농진청 시험연구 조사기준에 준하였는데, 파종 1달 후에 발아율과 유묘초장을 조사하였고, 5개월 후인 9월 10일에 수확하여 생육 및 수량조사를 하였다.

결과 및 고찰

1. 초기생육 영향

식물이 적절한 저선량 방사선에 피폭되면 생육촉진과 생장증대를 가져온다는 방사선 hormesis 효과를 규명하기 위한 기초실험으로 땅콩 “팔팔” 품종의 종자에 저선량 γ 선을 조사하여 포장에 직파하고, 파종 1개월 후에 발아율과 유묘 초장을 조사하였다. 발아율의 경우, 대조구가 95.8%로 매우 높아 8.0 Gy 조사구의 100% 발아율을 제외하고는 저선량 조사구 모두가 80~90% 수준으로 대조구보다 낮았다(그림 1). 본 실험에서 사용한 땅콩 종자는 신규 종자로서 대조구의 발아율이 높아 저선량 조사구가 대조구에 비해 10% 내외로 낮아 방사선에 의해 오히려 억제되는 경향을 보였다. 이것은 김 등(1998c)이 1~5년 저장한 배추종자에 저선량 γ 선을 조사한 결과, 1~2년차인 신규 종자에서는 대조구의 발아율이 높아서 저선량 조사에서는 증가효과를 볼 수 없었으나 3~5년차 묵은 종자에서는 발아율이 증가한 결과와 이 등(1998b)이 1년과 5년 묵은 파종자에서도 1년차

신규종자는 저선량에 의한 발아율 증가효과는 없었으나, 5년차 묵은 종자에서는 상당히 높은 증가효과를 보인 결과와 유사하였다. 본 실험의 결과 신규 종자에서는 대조구 자체의 발아율이 높아 방사선 조사에 의해 오히려 감소하는 것으로 나타나 저선량 방사선에 의한 효과는 볼 수 없었다.

유묘초장의 경우는 그림 2에서 보듯이 저선량 조사에 의해 다소 증가하는 경향을 보였다. 저선량 1.0 Gy와 0.5 Gy 조사구에서 각각 12.9 cm와 12.0 cm의 초장으로 대조구의 11.6 cm에 비해 3~4% 증가하였다. 다음이 20.0 Gy의 11.8 cm와, 4.0 Gy와 12.0 Gy의 11.7 cm로 대조구에 비해 1~2% 정도 증가하였으나 2.0 Gy 조사구에서는 11.0 cm로 대조구에 비해 5% 정도 감소하였다. Patil(1976) 등은 저선량 γ 선 조사한 땅콩에서 대조구에 비해 초장이 8~20% 정도 증가하였다고 하여 본 실험에서보다 높은 초장 증가효과를 보였다. 김 등(1998b)은 저선량 γ 선을 조사한 벼, 콩, 들깨 및 배추(김 등 1998c)에서 발아와 초기생육 촉진효과를, 이 등(1998a, b)은 고추와 파의 발아와 유묘초장이 저선량 γ 선 조사에 의해 증가함을 보여주었다(김 등 1998d).

2. 수량 구성요소에 대한 영향

파종 5개월 후 포장에서 수확한 땅콩 식물체당 pod수는 그림 3에서와 같이 대조구 64개에 비해 8.0 Gy 조사구만이 54개로 16% 정도 감소하였으나 나머지 저선량 조사구 모두 대조구보다 증가하였다. 저선량 γ 선 12.0 Gy 조사구의 경우 81개의 pod수로 대조구에 비해 27% 정도의 유의성있는(p<0.05) 증가를 보였으며 다음이 70

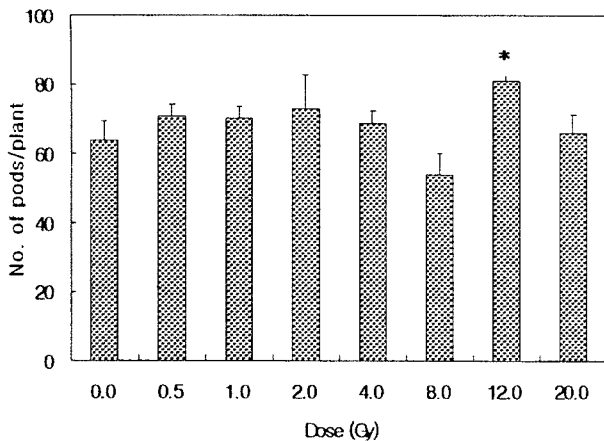


Fig. 3. Number of pods of groundnut, palpal cultivar, grown from seeds irradiated at the dose of 0.5 Gy ~20.0 Gy of γ radiation. Data represent mean \pm standard error. * Significant at 5%

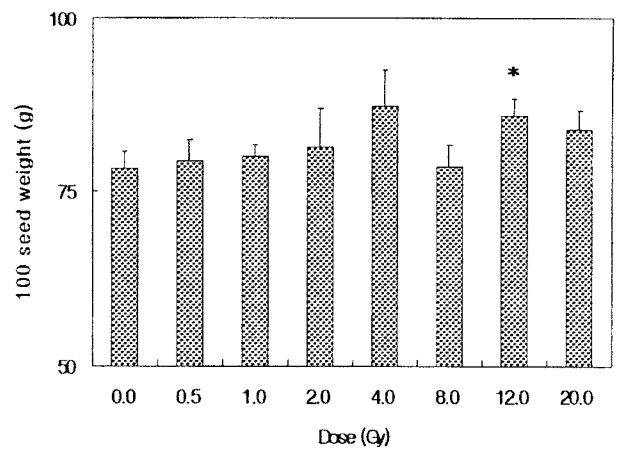


Fig. 5. 100 seed weight of groundnut, palpal cultivar, grown from seeds irradiated at the dose of 0.5 Gy ~20.0 Gy of γ radiation. Data represent mean \pm standard error. * Significant at 5%

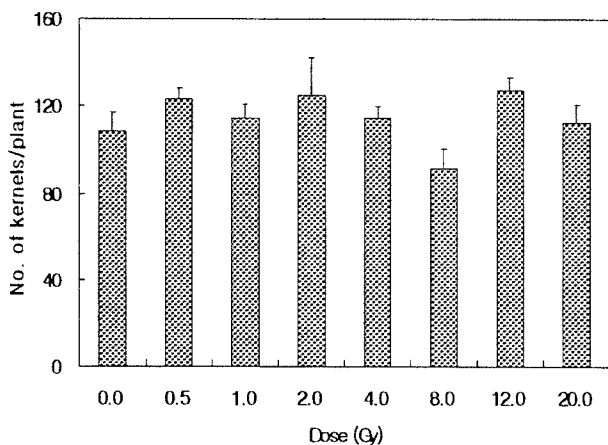


Fig. 4. Number of kernels of groundnut, palpal cultivar, grown from seeds irradiated at the dose of 0.5 Gy ~20.0 Gy of γ radiation. Data represent mean \pm standard error.

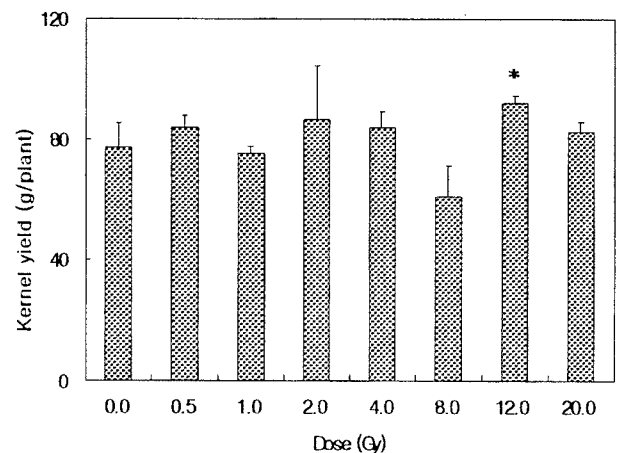


Fig. 6. Kernel yield of groundnut, palpal cultivar, grown from seeds irradiated at the dose of 0.5 Gy ~20.0 Gy of γ radiation. Data represent mean \pm standard error. * Significant at 5%

여개의 pod수를 보인 2.0 Gy, 0.5 Gy, 1.0 Gy 순으로 대조구에 비해 10% 정도의 증가를 나타냈다.

땅콩 식물체당 종실수의 경우도(그림 4) pod수와 유사한 경향으로 8.0 Gy 조사구만이 91.6개로 대조구의 108.6개에 비해 16% 정도 감소하였으며 나머지 저선량 조사구 전체가 대조구에 비해 높은 종실수를 보였다. 저선량 12.0 Gy 조사구가 127.2개로 대조구에 비해 17% 정도 증가하였고, 다음이 2.0 Gy와 0.5 Gy 조사구로 각각 124.8개와 123.4개로 14% 정도 증가하였다.

땅콩종자의 100립중에서는(그림 5) 저선량 조사구 전체가 대조구보다 증가하였다. 저선량 4.0 Gy 조사구가

87.2g으로 대조구 78.3g에 비해 가장 높은 11% 정도 증가하였으나 통계적 유의성은 없었고 다음이 12.0 Gy 조사구가 85.8g으로 10% 정도의 유의성있는($p < 0.05$) 증가효과를 보였다. 저선량 조사구 중 가장 높은 20.0 Gy 조사구가 84.0g으로 7% 정도 증가하며 다음순 이었고 나머지 조사구는 대조구와 별차이가 없었다.

그림 6은 땅콩 식물체 주당 종실수량을 나타낸 것인데, 12.0 Gy 조사구가 91.9g으로 대조구의 77.1g에 비해 가장 높은 19% 정도의 유의성있는($p < 0.05$) 증가효과를 보였다. 다음이 2.0 Gy 조사구의 86.5g으로 12% 정도 증가하였으며, 0.5 Gy와 4.0 Gy 조사구는 84g으로 9%

정도 증가를 보였다. 저선량 조사구 중 1.0 Gy 조사구는 75.1g으로 대조구에 비해 3% 정도 감소하였으나 8.0 Gy 조사구는 61.1g으로 대조구에 비해 21%의 높은 감소로 저선량 조사에 의해 수량이 오히려 억제되는 경향을 보여 조사선량에 따라 다른 반응을 나타냈다. 저선량 γ 선을 조사하여 땅콩의 생육과 수량을 조사한 Patil 등 (1976)은 초장은 8~20% 정도, pod수는 55%의 증가효과를 보고하여 본 실험보다 높은 결과를 나타내었다. 저선량 조사한 작물에서의 방사선 hormesis에 대해서는 상당한 연구가 수행되어 많은 결과들이 보고되어 있는데 Luckey(1980)와 Miller & Miller(1987) 및 김과 이 (1998a)들은 저선량 조사한 종자에서 재배된 작물의 발아력 증가와 초기생육 촉진 및 생장증대와 수량증가에 대해서 종합검토하였다. 김 등 (1997)은 저선량 조사한 배추와 무에서 초장과 생체중 등의 증가를 보고하였고, 특히 무는 배추 종자에서 초기생육과 수량증가에 효과가 높았다고 하였다(김 1998c).

참 고 문 헌

- 김재성, 김진규, 이은경, 이영복 (1997) 전리방사선에 의한 배추와 무의 생육촉진 효과. 한국환경농학회지 **16**(4) : 390-393.
- 김재성, 이영복 (1998a) 저선량 전리방사선에 의한 작물의 활성증진. 한국환경농학회지 **17**(1) : 61-68.
- 김재성, 송희섭, 김진규, 이영근 (1998b) 저선량 γ 선 조사에 의한 곡물류와 채소류의 생육촉진효과. 한국원자력학회 '98 춘계학술발표회 논문집 (II). 645-650. 5. 29-30, 경희대학교, 수원
- 김재성, 송희섭, 김진규, 이영근, 이영복 (1998c) 저선량 방사선에 의한 작물 초기생육 촉진효과. 한국환경농학회지 **17**(2) : 56-159.
- 김재성, 김진규, 이영근, 백명화, 김정규 (1998d) 저선량 γ 선 조사가 배추종자의 발아와 수량에 미치는 효과. 한국환경농학회지 **17**(3) : 274-278.
- 심상철, 윤상현, 정원채 (1977) 방사선농학. p.42. 향문사.
- 이성우, 김석동, 박장환 (1997) PE 필름 피복재배가 땅콩 생육 및 종실의 단백질, 지방함량과 지방산 조성에 미치는 영향. 한국작물학회지 **42**(6) : 647-651.
- 이은경, 김재성, 이영복, 이영근 (1998a) 저선량 γ -ray 조사에 의한 고추의 발아와 생육촉진 효과. 한국원예학회지 **39**(6) : 670-675.
- 이은경, 김재성, 이영근, 이영복 (1998b) 저선량 감마선 조사가 파종자의 발아에 미치는 영향. 한국환경농학회지 **17**(4) : 215-219.
- Grisenko GV & VN Mazhara (1968) Ionizing and other types of radiation and thier influence on the resistance of corn to stalk and root rot. Tr. Vses. Sovesch. *Immunitetu Rast.* **2** : 21-25.
- Koepp R & M Kramer (1981) Photosynthetic activity and distribution of photoassimilated ^{14}C in seedlings of *Zea mays* grown from gamma-irradiated seeds. *Photosynthetica.* **15** : 484.
- Luckey TD (1980) Hormisis with ionizing radiation. CRC press, Inc., Boca. Raton. Fla.
- 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.
- Patil SH (1969) Radiation of the groundnut. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, **29** : 387-394.
- Patil SH & RG Thakare & C Mouli (1976) Gamma ray induced Stimulation and differential sensitivity in groundnut. *Stim. Newsl.* **9** : 58.
- Savin VN & OG Stepanenko (1967) Change of drought resistance of plants irradiated with ^{60}Co gamma rays. *Radiobiology. Moscow.* **7** : 619.
- Sheppard SC & PJ Regitig (1987) Factors controlling the hormesis response in irradiated seed. *Health physics* **52**(5) : 599-605.
- Zeimalov II, AA Aliev & RR Riza-Zade (1972) Influence of presowing gamma irradiation on yield and phytophrosis of potatoes. *Radiobiology. Moscow.* **12** : 311-313.

Effect of Low Dose of Gamma Radiation on the Growth of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.)

Jae-Sung Kim, Eun-Kyung Lee, Myung-Hwa Back, Hong-Sook Park and Kwang Ho Kim¹

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

¹Dept. of Cropscience, Konkuk Univ. Seoul, 143-701, Korea)

Abstract - Effect of low dose gamma radiation on the growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) were investigated with respect to germination rate, seedling development and yield. Seeds of "Palpal" cultivar were irradiated with 0.5~20 Gy of γ radiation in order to determine the hormetic effect of low dose radiation. The germination rate of γ -ray irradiation group was lower than that of the control but the seedling height of groundnut grown from seeds irradiated with low dose γ -ray was slightly higher than that of the control. The number of pod and kernels, and the seed yield increased by 27%, 17% and 19 %, respectively, in the 12.0 Gy irradiation group compared to that in the control group. The 100 seed weight was 87.2 g in the 4.0 Gy irradiation group, which was 11% heavier than 78.3 g in the control group. Low dose radiation showed an enhancement effects on the growth and yield components of groundnut. [radiation hormesis, gamma radiation, groundnut, germination rate, yield].