

## 황기 발아 및 생장에 미치는 감마선 조사 효과

김동휘<sup>†</sup> · 박희운 · 박춘근 · 성정숙 · 성낙술

농촌진흥청 작물과학원

### Effect of Gamma Irradiation on the Germination and Growth of *Astragalus membranaceus*

Dong Hwi Kim<sup>†</sup>, Hee Woon Park, Chun Geun Park, Jung Sook Sung, and Nak Sul Seong

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea.

**ABSTRACT :** *Astragalus membranaceus* have used as a medicinal herb and food in Korea. It is limited its harvest by diseases, pests and climate, therefore the main objective of *Astragalus membranaceus* breeding is the development of varieties with the resistance for them. We used mutation breeding to obtain the genetic resources with the resistance for them. Pocheon, the local variety of *Astragalus membranaceus*, was treated with different levels Y-ray of 100~600 Gy. There were investigated the sensitivity on germination and survival rate, plant height and the other characters. Germination rate from 4th day after sowing was significantly decreased above the 300 Gy as compared to the control. Compared to control, the decrements of survival rate were 32, 43, 63, 72, 84 and 89% for 100, 200, 300, 400, 500 and 600 Gy, respectively. The sensitive characters to Y-ray were plant height, number of branches per plant and survival rate, and the insensitive characters were number of leaves, length of leaf, and width of leaf. Plant height, number of branches per plant and survival rate seemed to be appropriate characters to decide the radiosensitivity, and radiation doses of 200~300 Gy (LD<sub>50</sub>) were recommend for mutation breeding.

**Key Words :** *Astragalus membranaceus*, Y-ray, Mutation, Germination, Survival rate, Growth

## 서 언

황기는 두과 (Legumiosae)에 속하는 다년생 초본식물로 우리나라의 주산지는 강원도 지역이며 (Ryoo, 2003) 중국 북동부, 일본 등에도 널리 분포되어 있다. 기원식물로는 *Astragalus membranaceus*와 *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus*가 있으나, 우리나라에서는 전자만이 이용되고 있다 (Lim *et al.*, 2007). 약초로서 재배되며 한방에서는 가을에 채취하여 노두 (蘆頭)와 잔뿌리를 제거하고 햇빛에 말린 것을 한약재의 황기라 하며, 강장·지한 (止汗)·이뇨 (利尿)·소종 (消腫) 등의 효능이 있어 신체허약·피로권태·기혈허탈·식은땀 등에 널리 처방한다. 2006년 현재 국내에서 재배되는 약용작물 중 당귀 다음으로 재배면적이 많고 (농림부, 2006), 약용 및 식품용으로 그 이용도가 높은 중요 약용작물이다.

황기는 재배 시 기후 및 토양 등과 같은 적절한 재배환경이 제공되지 않으면 각종 장애가 발생되어 안정된 수확을 기대할 수 없게 된다. 황기재배에서 가장 중요한 조건은 병해 및 각

종 재해 등에 대한 안정성의 확보이다. 현재 육성된 황기 품종으로는 “풍성” 황기가 있으나, 재배농민 및 육종가를 만족시킬 만한 수준에는 이르지 못하고 있다. 따라서 각종 재해에 저항성을 지닌 유전자원의 확보도 부족한 우리로서는 품종개발이 어려운 실정에 있다.

방사선 등을 이용한 인위적인 돌연변이는 기존의 우량형질을 유지하면서 육종가가 원하는 유전형질만을 개량할 수 있고 육종기간도 단축할 수 있는 등의 장점도 지니고 있으며, 창출된 유용형질 변이체는 신품종 육성의 육종모재로 직접 또는 간접적으로 활용할 수 있다 (Khush & Coffman, 1977). 지금까지 돌연변이 육종에 의하여 육성된 신품종은 세계적으로 1,600여 품종에 이르고 있으며 (KAERI, 1999). 우리나라에서는 벼에서 밀양 10호, 원미벼, 흑선찰벼 등이 (Ree *et al.*, 1972; Shin *et al.*, 2001), 보리에서 방사 6호 (Kim *et al.*, 1976), 콩에서 방사콩 (Kwon *et al.*, 1980), 참깨에서 양백깨 (Kang *et al.*, 1998) 등의 신품종이 육성되어 국내 식량증산 및 안정생산에 기여하고 있다.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6606 (E-mail) kimdh@rda.go.kr  
Received April 19, 2008 / Revised June 16, 2008 / Accepted July 25, 2008

본 연구는 황기의 돌연변이 육종체계 확립 및 현재 황기 재배에서 문제가 되고 있는 주요 형질 (내병성, 내습성 등)이 개량된 유용변이체를 육성하기 위한 목적으로, 황기 종자에 감마선 처리시 발아 및 초기생육 등을 검토하여 변이체를 육성하기 위한 기초자료로 활용하고자 실험한 결과이다.

### 재료 및 방법

공시재료는 포천재래종을 사용하였으며, 충실한 종자를 선별하여 한국원자력연구소 방사선조사 시설 내에서 Y선을 24시간 처리하였다. 선량은 100 Gy (1 Gy = 100 rad)부터 600 Gy까지 100 Gy 간격으로 각각 처리하였다. 처리종자의 발아 시험은 직경 9 cm의 petri dish에 여과지를 깔고 그 위에 종자를 50립씩 넣어 완전임의배치 5반복으로 25°C 항온기에서 발아시킨 후 그 비율을 조사하였다. 유근이 2 mm 이상 신장된 것을 발아된 것으로 하였으며, 발아 조사는 파종 후 2일째부터 24시간 간격으로 실시하였다. 생존율은 온실내 파종 pot (100공)에 200립씩 완전임의배치 5반복으로 파종한 후 (발아·출현 후 1공당 1주씩 남김) 35일경에 조사하였다. 출현한 개체의 기형비율은 파종 후 40일경에 생육 조사는 65일경에 실시하였으며, 조사방법은 농촌진흥청 시험연구 조사기준에 따랐다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 발아 및 생존율

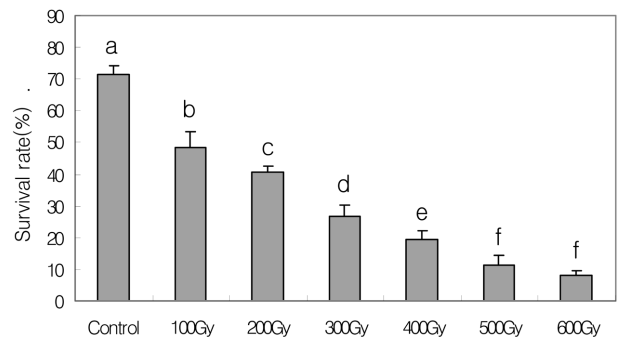
발아율은 petri-dish에 치상 후 2일째부터 24시간 간격으로 6일째까지 Y선 처리별로 조사하였다. 치상 후 3일째까지는 무처리와 500 Gy를 제외한 처리구 간에 유의성이 인정되지 않았다. 또한 전시기에 걸쳐 무처리와 100~200 Gy 간에는 유의성 있는 발아율의 차이가 나타나지 않았다. 낮은 선량 (100~200 Gy)에서는 발아율 감소에 미치는 영향이 무처리와 비교하여 유의성 있게 나타나지 않았지만, 300 Gy 이상의 고선량에서는 치상 후 4일째부터 발아율의 감소효과가 나타났으며, 무처리 파종 후 6일째의 발아율 감소정도는 30.3~43.2%였다 (Table 1). 일반적으로 방사선 조사는 발아에 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 알려져 있는데, 이는 세포의 신장이 방사선에 의하여 장애를 받지 않기 때문으로 보고되어 있다 (Bai, 1965; Katayama & Magamatsu, 1996; Mikaelson, 1968). 황기에서는 다른 양상을 보였는데, 이 같은 결과는 Y선을 이용한 황기 돌연변이 육종에서는 방사선 감수성을 결정하기 위한 생육형질로서 발아율의 이용이 가능할 것으로 사료된다.

파종 pot에 파종된 황기는 출현 후 일정시기가 지난 다음 Y선 처리구들에서 많은 개체들이 사멸하기 시작하였다. 이 현상은 선량이 높아질수록 심하게 나타났다. 고사개체의 발생은 무처리구에서는 거의 없었으나, Y선 처리구에서는 파종 후 20

**Table 1.** Germination rates (%) of *Astragalus membranaceus* seeds irradiated with different doses of gamma radiation.

Treatment	Days after sowing				
	2	3	4	5	6
Control	24.0a	49.0a	73.0a	77.0a	77.5a
100 Gy	23.0a	34.0ab	54.0abc	64.0ab	66.0ab
200 Gy	25.5a	49.0a	60.0ab	68.0ab	70.5ab
300 Gy	15.5a	29.5ab	43.5bc	52.5bc	53.5bcd
400 Gy	21.0a	35.5ab	48.5bc	52.5bc	54.0bcd
500 Gy	12.0a	20.5b	33.0c	41.0c	44.0d
600 Gy	14.5a	30.5ab	44.0bc	48.0bc	48.0cd

a-d : Duncan's multiple range test at 5% probability



**Fig. 1.** Survival rates of the 35th day after sowing of *Astragalus membranaceus* treated with different doses of gamma radiation.

일경부터 고사개체가 나타나기 시작하여 30일경까지 고사가 계속되었다. 파종 후 35일 후의 생존율은 무처리에 비하여 선량이 높아질수록 급격히 감소하는 것으로 나타났다 (Fig. 1). 이 원인은 조사선량이 높아질수록 발아 당시 세포신장에 뒤이어 일어나는 세포분열을 더욱 저해하거나 지연시킨 결과라고 판단된다 (Lee et al., 1976). 선량별 생존율 (파종 후 35일)을 무처리와 비교해보면 100Gy에서는 32%, 200Gy에서는 43%, 300 Gy에서는 63%, 400 Gy 이상에서는 72~89%로 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 콩의 경우에는 무처리에 비해 70~80% 감소되는 선량은 30 KR (300 Gy) 정도로 알려져 있는데 (Kwon et al., 1980; Kwon et al., 1981) 이에 비하면 황기의 생존율 감소정도는 약간 낮은 편이었다.

#### 2. 돌연변이의 출현 및 생육

돌연변이 육종을 위해서는 유기된 돌연변이체를 정확히 선별하는 것이 중요하다. 방사선을 조사하면 엽록소 변이를 비롯하여 단간, 조숙 등의 여러 가지 가시적 돌연변이가 일어나는데, 본 연구에서는 엽록소 돌연변이는 거의 나타나지 않았다. 나타난 돌연변이체의 대부분은 본엽이 거의 출현하지 않는 것, 왜소 및 기형의 돌연변이들이 다수 나타났다. 특히 본

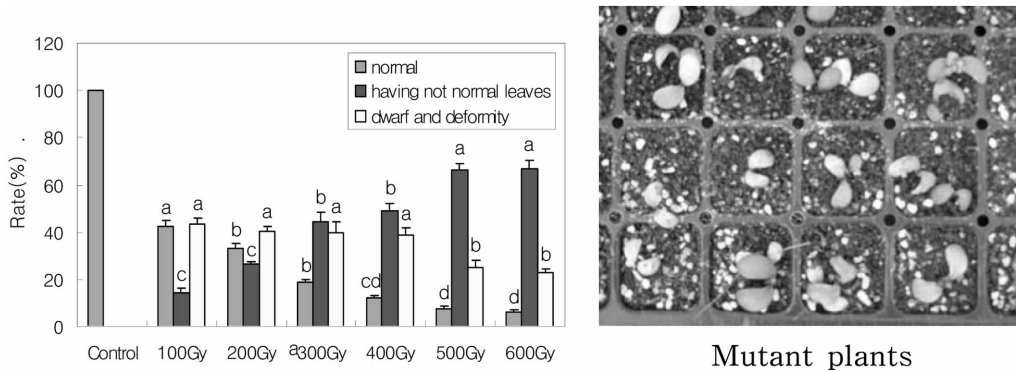


Fig. 2. Rates of the plants of normal, having not normal leaves and dwarf and deformity in *Astragalus membranaceus* treated with different doses of gamma radiation.

Table 2. Radiosensitivity on plant height, number of branches and leaves per plant, length and width of leaf of *Astragalus membranaceus* treated with gamma-ray.

Treatment	Plant height (cm)	No. of branches	No. of leaves	Length of leaf (cm)	Width of leaf (cm)
Control	49.00±6.69	8.54±2.74	20.76±2.76	13.30±1.92	7.16±0.87
100 Gy	38.03±8.30	5.74±3.10	18.58±4.01	11.86±2.26	6.19±1.03
200 Gy	28.72±9.92	4.71±2.91	15.57±4.33	10.94±2.43	5.68±1.39
300 Gy	27.64±8.93	3.31±2.84	14.52±4.00	10.56±2.75	5.76±1.53
400 Gy	21.57±7.47	2.65±1.56	12.68±4.05	8.20±2.98	5.22±1.13
500 Gy	18.97±6.12	1.41±1.67	12.20±3.20	8.39±2.61	4.89±1.24
600 Gy	19.49±7.08	1.52±1.61	12.57±3.43	8.42±2.86	4.90±1.58

<sup>†</sup>Investigation time : At the sixty-fifth day after sowing

엽이 전혀 출현하지 않아 결국에는 사멸에 이르러 육종소재로 이용할 수 없는 변이체가 많이 발생하였다 (Fig. 2). 400Gy 이상에서는 약 50% 이상의 개체가 본엽이 출현하지 않는 것으로 나타났다. 왜소 및 기형의 변이체 출현 비율은 선량별로 23.1~43.2%의 범위내에 분포했으며, 감마선량이 낮을수록 육종소재로 이용할 수 있는 변이체의 출현율은 높게 나타나는 것으로 판단되었다. 변이체 중 왜소 식물체는 초장이 감소된 변이체 및 기형적으로 단간화된 dwarf형으로 구분할 수 있었다.

방사선 감수성으로서 파종 후 35일째의 생존율과 파종 후 65일째의 초장, 분지수, 엽수, 엽장 및 엽폭을 조사한 결과는 Fig. 1과 Table 2와 같다. 처리한 방사선량 범위내에서 미치는 영향은 초장과 분지수에서 조사선량 간 차이가 크게 나타났다 (Table 2). 조사한 항목 중 방사선에 민감한 형질과 둔감한 형질로 구분할 수 있었는데, 민감한 형질로는 분지수와 초장이었고 상대적으로 둔감한 형질은 엽폭, 엽장, 엽수의 순이었다. 초장에 대한 감마선량별 반응을 보면 무처리 대비 100 Gy부터 차이가 나기 시작하여 200 Gy 이상에서는 현저히 감소하였다. 무처리에 비해 50% 정도가 감소하는 선량은 300~400 Gy 사이였다. 분지수의 감소효과는 더욱 현저하였는데, 100 Gy의 분지수는 무처리에 비해 30% 정도, 200 Gy는 40% 정도, 300 Gy 이상에서는 61.2~83.5%가 감소할 정도로 그 영향이

뚜렷하였다. 엽수는 100 Gy에서는 무처리에 비해 10%, 200 Gy에서는 25%, 300 Gy 이상에서는 30~40% 정도 감소하였다. 엽장과 엽폭은 엽수에 비해 다소 둔감한 반응을 보였으며, 이중 엽폭이 더욱 둔감한 반응을 보이는 것으로 나타났다.

생물의 방사선량은 대개 생육이 반감되거나 반수가 치사하는 LD<sub>50</sub>의 선량을 기준으로 하여 비교하는데, 콩에서는 생육 및 생존반감에 해당하는 선량은 20 KR (200 Gy)로 보고되어 있다 (Kwon et al., 1980). 본 연구에서 방사선에 비교적 둔감한 잎 관련 형질들을 제외한 초장, 분지수 및 생존율을 대상으로 한다면 생육 및 생존반감에 해당하는 선량은 약 200~300 Gy로 이것은 황기의 방사선 감수성 LD<sub>50</sub>이 될 것이다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 감마선에 대한 감수성의 기준형질로는 방사선량 간 차이가 일정한 경향을 보이면서 측정하기도 쉬운 초장, 생존율, 분지수를 기준으로 하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 분지수와 잎과 관련된 여러 형질들을 조사하기 위해 파종 후 65일 경에 조사하였지만 초장과 생존율만을 대상으로 한다면 조사 시기를 더욱 앞당겨도 무방할 것으로 생각된다. 분지수까지 감안한다면 파종 후 60일 정도 성적으로, 초장과 생존율만을 감안한다면 파종 후 40일 정도의 성적으로 충분할 것으로 판단되며, 이 결과는 황기 감마선 감수성의 지표형질로 이용할 수 있을 것이다.

적 요

황기는 한국의 중요 약용작물로 한약재 및 식품의 용도로 이용되고 있으며, 재배시 가장 중요한 조건은 병해 및 각종 재해 등에 대한 안정성의 확보이다. 본 연구에서는 황기의 돌연변이 육종체계 확립 및 유용변이체를 육성하기 위한 목적으로, Y선 처리에 의한 발아, 출현 및 생존율 등에 대한 감수성을 구명하여 각종 병해 및 재해에 안정성을 지닌 돌연변이체를 육성하기 위한 기초자료를 얻고자 하였다. 시험재료로는 포천 재래종을 이용하였고 파종 후 4일째부터의 발아율은 무처리에 비하여 고선량 (300 Gy 이상)에서 유의하게 낮아지는 것으로 나타났으며, 감마선량별 생존율은 무처리 대비 100 Gy 32%, 200Gy 43%, 300 Gy 63%, 400 Gy 이상에서는 72~89%로 현저히 감소하였다. 감마선에 민감한 형질은 초장과 분지수였고, 둔감한 형질은 엽폭, 엽장, 엽수의 순으로 나타났으며, 초장, 분지수 및 생존율을 대상으로 한 황기의 생육 및 생존 반감 (LD<sub>50</sub>)에 해당하는 선량은 200~300 Gy로 나타났다. 종합적으로 감마선 처리구의 발아, 생존율 및 생육차이를 감안해 보았을 때 황기 돌연변이 유기를 위한 적정 감마선량은 200~300 Gy로 판단되었다.

LITERATURE CITED

**Bai DH** (1965) Studies of radiosensitivity(4): Application of radiosensitivity for the breeding of *Brassica pekinensis* and *Raphanus sativus*. Korean J. Hort. Sci. 1:8-16.  
**KAERI** (1999) Plant breeding by using radiation mutation. Research Rep. pp. 13-14.  
**Kang CW, Rho JH, Lee SW, Park CB, Lee ST, Hur HS, Ryu SN** (1998) A high oil, linoleic fatty acid content and yielding new sesame mutant variety "Yangbaeckkae". RDA. J. Indus. Crop Sci. 40(2):83-88.  
**Katayama T, Nagamatsu T** (1966) Radiosensitivity in plants. I.

Relation between the water content of some crop seeds and their sensitivity to different doses of X-rays and Y-rays. Jap. J. Breeding. 16:77-82.  
**Khush GS, Coffman WR** (1977) Genetic evaluation and utilization program. Theor. Appl. Genet. 51:97-110.  
**Kim YS, Park KY, Lee DK, Kim IH** (1976) Studies on the mutation breeding of naked barley. I. A new mutant variety "Radiation No. 6" and several promising mutant lines by radiation. Korean J. Crop Sci. 21(1):82-86.  
**Kwon SH, Won JL, Kim JR** (1980) Radiosensitivity and mutation frequency in soybean. Korean. J. Breed. Sci. 12(3):181-184.  
**Kwon SH, Won JL, Song HS** (1981) Mutation frequency at seedling stage M<sub>2</sub> soybean population treated with gamma-ray. Korean. J. Breed. Sci. 13(2):120-125.  
**Lee BK, EUN JS, Park HB** (1976) Observation on the radiosensitivity in M<sub>1</sub> seedling stage of welsh onion. Chonbuk Univ. J. 7:37-41  
**Lim JH, Jin DC, Sung JS, Bang KH, Kim OT, Cha SW, Park HW** (2007) Discrimination of *Astragalus membranaceus* (Fisch) Bunge from *A. membranaceus* (Fisch) Bunge var. *mongholicus*(Bunge) with SCAR Marker. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15(1):51-55.  
**Mikaelsen K** (1968) Effects of fast neutrons of seedling growth and metabolism in Barley. IAEA Tech. Rept. 76:49-54.  
**Ree JH, Park NK, Lee SK** (1972) Studies on a new selection of rice Milyang #10 induced by radiation. Korean J. Breed. Sci. 4(2):123-131.  
**Ryoo JW** (2003) Effects of hairy vetch and animal slurry on growth and yield of *Astragalus membranaceus* Bunge. Korean J. Medicinal Crop Sci. 11(2):83-88.  
**Shin IC, Kim JS, Lee YI, Song HS** (2001) A new high-yielding rice variety with semi-early maturing good grain quality 'Wonmibyoe'. Korean J. Breed. Sci. 33(1):50-51.  
**Shin IC, Lim YT, Ahn CB, Lee SB** (2001) An early-maturing, pigmented and glutinous rice variety 'Heugseonchal'. Korean J. Breed. Sci. 33(2):135-136.  
 농림부. 2006. 2006 특용작물 · 인삼 생산실적. p. 8.