

Research Report

감마선 조사에 의한 코레옵시스 신품종 'Uridream Pink' 육성

박공영^{1†}, 황현정^{2†}, 채원병³, 최근원^{2*}¹우리꽃 종묘²경희대학교 원예생명공학과³국립원예특작과학원 채소과

Development of a New Coreopsis Variety 'Uridream Pink' by Gamma-ray Irradiation

Kong-Young Park^{1†}, Hyeon-Jeong Hwang^{2†}, Won-Byoung Chae³, and Geun-Won Choi^{2*}¹Uriseed Company, Icheon 467-872, Korea²Department of Horticultural Biotechnology, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea³Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

Abstract: A new coreopsis cultivar, 'Uridream Pink', was developed by mutation breeding using gamma-ray irradiation. Rooted cuttings of 'Uridream 01', developed at Uriseed Company, were exposed to various gray ranges of gamma-rays from a ⁶⁰CO source for 24 h in 2009 at the Korea Atomic Energy Research Institute. Using gamma-rays with the range of 10-100 Gy, a chimeric mutant with pastel pink flowers was induced at 30 Gy from 'Uridream 01', which blooms red-purple flowers (Red-purple group, 59A). Clones that produced flowers with modified pink color were separated from the chimeric mutant and fixed by more than three rounds of cutting back from 2009 to 2010. The separated mutant clones with modified pink color were found to bloom flowers with marketable color and be free of any abnormal plant characteristics. The typical color of the flowers was pastel pink (Red-purple group, 67B), and the clones were registered as 'Uridream Pink' at the Korea Seed and Variety Service (plant variety protection number: 4410). Although the size of flowers and leaves of 'Uridream Pink' are smaller than those of 'Uridream 01', the number of flowers per plant is greater. 'Uridream Pink' can be used as both a pot and a garden plant because of its long blooming period from late spring to late autumn.

Additional key words: artificial mutation, *Coreopsis rosea* Nutt., cutting propagation, irradiation breeding, selection

서 언

Coreopsis rosea Nutt.는 국화과 금계국속에 속한 다년생 작물로서, 야생종은 캐나다 Nova Scotia에서 미국 Maryland에 이르는 북아메리카 동부연안 등지에 분포하는 것으로 알려져 있다(Lusk et al., 2007; Price et al., 2011; USDA, 2014). 생육조건은 채광이 좋고, 25°C 이상 유지되는 장일환

경 하에서 영양번식 및 개화가 용이한 편으로, 일단 개화가 시작된 후에는 늦가을까지 다량의 꽃이 연속개화하고, 화형도 아름다운 편이지만(Schuyler, 1990; Uriseed, 2012), 자생종과는 달리 육성된 품종들은 불임성인 경우가 많아 대부분 삽목에 의해 번식되고 있다(Loehelein and Siqueira, 2005a, 2005b). *Coreopsis rosea* Nutt.는 현재 일본을 비롯 유럽 및 미주지역에서 인기를 끌고 있으나, 국내시장에서는 아직까

*Corresponding author: cwon@khu.ac.kr

†These authors contributed equally to this work.

※ Received 29 April 2014; Revised 30 July 2014; Accepted 6 August 2014. 본 연구는 경희대학교 연구박사지원사업(KHU 20100443)에 의해 수행되었음.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

지 크게 알려지지 않고 있어, 연구 및 품종개발 관련 보고도 거의 전무한 실정이다(Uriseed, 2012).

식물에 있어 방사선에 의한 인위적인 돌연변이 육종은 한 두 가지 특성 개량 및 기존 유망 품종의 단점 형질을 개량하는데 효과적인 방법으로 세포 내 핵산의 변형, 다양한 세포 내 소기관의 발달 저해 등 방사선에 의해 유발될 수 있는 극단적인 식물체 유해 현상은 방지하면서, 세포분열 촉진에 의한 성장 촉진, 안토시아닌 합성 관련 유전자의 발현조절, 생장조절물질 및 항산화 효소 등 다양한 생화학적 물질의 합성 및 대사 조절을 통한 특정 형질의 변화 등을 유기할 수 있어 다양한 원예작물의 신품종 육성에 이용되고 있다 (Broertjes and Harten, 1988; Neal et al., 1993; Piri et al., 2011; Shu et al., 2012). 화훼류의 경우 전 세계적으로는 네덜란드, 인도, 일본, 중국 등에서 국화, 장미, 다알리아, 카네이션 등을 중심으로 방사선이 많이 이용되고 있으며(IAEA, 2014; Shu et al., 2012), 국내에서도 무궁화(Song et al., 1999, 2005c, 2006), 국화(Chin et al., 2013; Chung et al., 2012), 장미(Koh, 2011; Koh and Ahn, 2008; Koh et al., 2010), 양란류(Kim et al., 2011; Lee et al., 2013b), 포인세티아(Lee et al., 2013a) 등에서 방사선에 의한 품종육성이 보고되었는데, 이 중 무궁화 ‘Baekseol’(Song et al., 1999), ‘Daegoang’(Song et al., 2005a), ‘Changhae’(Song et al., 2005c), ‘Ggoma’(Song et al., 2006), ‘Seonnyo’(Song et al., 2005b)와 심비디움 ‘Dong-i’(Kang et al., 2007)는 IAEA 돌연변이 DB에도 정식 등록되어 그 유용성이 보고된 바가 있다(IAEA, 2014). 방사선에 의해 유발된 화훼류 돌연변이의 특성을 보면 화색변이가 가장 많이 나타났고, 이와 더불어 화기 크기나 형태, 꽃잎 수 및 배열형태, 엽색 변화 및 반엽 형성, 왜성화 또는 내병성 강화, 불임계, 생육습성 및 성숙도 등이 변화된 경우도 있었다(IAEA, 2014; Shu et al., 2012). 금계국속 초화류의 경우 방사선 육종은 연황색의 꽃잎인 *Coreopsis verticillata* ‘Crème Brulée’에 감마선을 조사하여 화형은 동일하나 화색이 회색과 주황의 복색에 화심부분은 황색인 변이체 ‘Novcorcar’를 상품화 한 경우(USPTO, 2014)가 있으나, *Coreopsis rosea* Nutt.에 있어 방사선에 의한 인위돌연변이 유기는 보고된 바가 없다. 따라서 안정된 화형과 흰색에서 짙은 핑크색까지의 다양한 화색 스펙트럼을 가지며, 번식 및 생육이 까다롭지 않고, 불임성으로 삼목번식을 하기에 변이의 고정 이 용이한 *Coreopsis rosea* Nutt.를 대상으로 방사선 육종을 하는 경우, 신품종의 유통수명이 비교적 짧은 국제 화훼종묘시장에서 육종기간을 단축시켜 소비자의 선호도에

바로 부응할 수 있는 신품종 개발이 가능하기에 국내 화훼 산업의 대외 경쟁력을 높이는 효과를 가져올 것으로 생각된다.

본 연구는 우수한 *Coreopsis rosea* Nutt. 품종을 모본으로 사용하여 기존 품종의 장점을 유지하고 한두 가지의 주요 특성에만 변화를 줄 수 있는 방법으로 감마선 조사가 적절한지 검토하고 이를 통해 국내뿐만 아니라 해외에서도 판매 가능한 신품종을 육성하기 위해 실시되었다.

육성 경위

방사선 처리는 우리꽃 종묘에서 자체 육성한 품종인 ‘Uridream 01’(품종보호: 제3993호)을 대상으로 하였다. 먼저 모주의 줄기 끝부분을 마디를 포함, 2cm 정도 절단한 후 200구 셀 트레이에 삼목하였으며, 약 25°C에서 3주 이상 경과하여 발근 정도가 왕성하고, 신초가 5cm 정도까지 자란 삼목묘를 대상으로 감마선 처리를 실시하였다. 감마선 처리는 전북 정읍의 한국원자력연구원 감마선 조사실에서 이루어졌으며, ⁶⁰Co을 γ -ray 유기원으로 24시간 동안 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100Gy 선량으로 조사하였다. 삼목묘는 각각 200개가 사용되었으며, 처리된 묘는 경기도 이천시 모가면에 위치한 우리꽃 종묘의 온실에서 1차적으로 그 생존 및 기형 유발여부를 조사하였다. 생존 개체 중 감마선 처리에 의해 변이성이 두드러지게 나타나고 생육이 왕성한 60개를 선별, 변형 정도를 관찰하였다. 그 중 특히 ‘Uridream 01’의 30Gy 선량 처리구에서 발생된 변이체를 선별, 이를 삼목 육성하면서 변형된 특성의 고정유무를 확인하였다. 고정된 완전변이체는 3회 이상 삼목 증식하였다. 증식된 변이체는 2년에 걸쳐 60cm × 60cm 간격으로 노지 재배를 하면서 그 특성발현을 조사하였는데, 이때 조사 기준은 국립종자원의 신품종 심사를 위한 특성조사 요령(KSVS, 1997)에 의거하였다. 특히 2년차 조사 시에는 육성자, 현지농가, 국내 및 해외 바이어 등과의 상품성 평가 및 경기도 이천시 모가면과 경기도 고양시에 위치한 현지 농가를 통해 노지 및 온실 실증 재배 시험도 병행하였다.

2009년 ‘Uridream 01’을 모본으로 삼목묘를 양성하였으며, 이를 대상으로 인위돌연변이 유기를 위해 24시간동안 10-100Gy까지 감마선을 처리하였다. 선량별 생존율은 10Gy 92.5%, 20Gy 82.0%, 30Gy 58.5%, 40Gy 44.0%, 50Gy 38.0% 및 60-100Gy에서는 18.5% 이하로 선량이 증가할수록 비례적으로 낮아졌다. 돌연변이는 다양한 처리구에서 발

생되었는데, 10-30Gy 사이에서 발생된 변이들은 생육이 양호하였으나, 그 이상의 감마선 조사에 의해 발생된 변이들은 대부분 정상적으로 생육되지 않았고, 생존 개체들도 기형이 많아 상품가치가 떨어지는 편이었다. 따라서 모본과 형태적 차이가 뚜렷하고 생육이 왕성한 개체들 중 상품성이 있다고 판단되는 변이체를 30Gy 처리구에서 선발하였으며, 이후 2010년까지 삼목 번식법으로 3회 이상 진행, 고정, 번식시키는 작업을 실시하였다. 2010년부터 2011년까지 고정된 변이체를 대상으로 노지재배를 하면서 화기, 줄기 및 초형의 변이 정도, 생산력 등 특성조사를 실시하였으며, 이후 그 결과에 따라 우수선발계통으로 선별된 개체들에 ‘Uridream color series’로 계통번호를 부여하였다. 본 연구기관 및 현지 농가 재배시험 결과 품종의 고유특성에 변화가 없고 균일하며, 재현성이 우수하고, 이형주의 발생이 없었다. 따라서 품질우수성 및 시장개척 가능성이 인정되어 2012년 최종적으로 ‘Uridream Pink’로 명명하였다(Table 1).

주요 특성

‘Uridream Pink’의 화색은 RHS color chart(RHS, 2001)

에 의하면 파스텔 분홍색(Red-purple 67B)으로 단색계열의 데이지형 홑꽃이다. 이는 모본인 ‘Uridream 01’의 1차색이 전체적으로 분홍색이 짙은 적자색(Red-Purple, 59A)이며, 중앙으로 갈수록 2차색인 황적색(Orange-Red 33D)을 띠는 것과 상이하였다. 그러나 ‘Uridream Pink’의 화기를 제외하고, 꽃자루, 꽃받침, 잎과 꽃눈, 줄기의 색 및 줄기의 강도 등에서는 모본과 차이를 나타내지 않았다(Table 2 and Fig. 1).

만개한 경우 꽃의 직경은 2.7cm이고, 높이는 0.2cm로써 모본보다 27% 이상 작게 조사되었다. 꽃자루의 길이는 6.8cm로 ‘Uridream 01’의 12.1cm에 비해 짧은 편이었고, 꽃잎수는 모두 8개씩으로 동일하였다. 꽃잎의 모양은 ‘Uridream 01’과 같이 긴 타원형으로 굽지 않고 평평한 편이었으나, 꽃잎의 길이 비율은 전체 꽃 직경의 약 72.0%로 ‘Uridream 01’의 77.7% 보다는 다소 적어 상대적으로 수술 및 암술이 모본보다 약간 크게 발달하는 형태를 나타내었다(Table 3 and Fig. 1).

초장의 경우 ‘Uridream Pink’가 42.0cm였고, 잎의 형태는 선형으로 ‘Uridream 01’과 큰 차이를 보이지 않았으나, 엽장과 엽폭은 각각 3.0cm 및 0.5cm로 모본에 비해 약간 작았다.

Table 1. Pedigree description of *Coresopsis rosea* Nutt. ‘Uridream Pink’.

Year	2009	2010	2011	2012
Plant status	Rooted cuttings of ‘Uridream 01’ Chimeric mutant (Plant survival rate was 58.5% at 30 Gy, 24 h)	A solid mutant with pink flower	‘Uridream color series’	‘Uridream Pink’
Procedure	Mutation induction and fixation of mutant by cutting back	Fixation of mutant by cutting back Soil culture Cutting propagation 1 st characteristic trial	Soil culture 2 nd characteristic trial	Registration

Table 2. Inheritance and morphological characteristics of *Coresopsis rosea* Nutt. ‘Uridream Pink’.

Cultivar	Flower type	Flower main color ^z	Flower secondary color	Calyx color	Peduncle color	Leaf color	Bud color	Stem color	Stem hardness
Uridream 01	Single (daisy)	Red-Purple (59A)	Orange-Red (33D)	Green (135A)	Yellow-Green (146A)	Yellow-Green (146A)	Green (199A)	Green (147A)	normal
Uridream Pink	Single (daisy)	Red-Purple (67B)	Red-Purple (67B)	Green (135A)	Yellow-Green (146A)	Yellow-Green (146A)	Green (199A)	Green (147A)	normal

^zThe colors were measured by the Royal Horticulture Society (RHS) color chat.

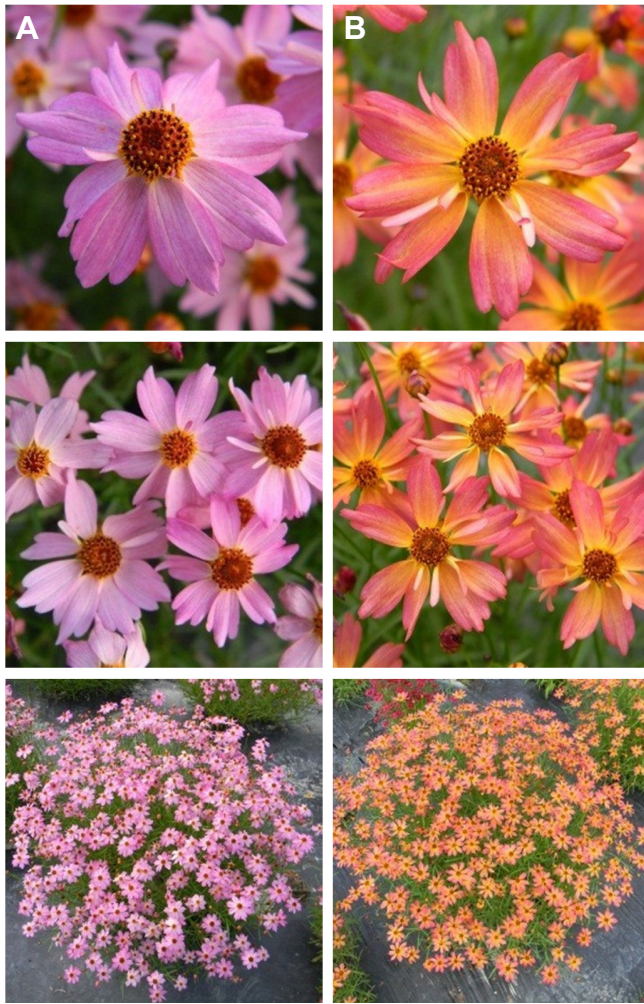


Fig. 1. The comparison of *Coresopsis rosea* Nutt. 'Uridream Pink' (A) and 'Uridream 01' (B).

줄기 마디 길이도 'Uridream Pink'가 3.9cm, 'Uridream 01'이 4.4cm로 차이가 있었다. 줄기의 분지 정도와 mounding 형태 등에서는 두 품종 모두 매우 무성하고 균형잡인 반원형 돔 형태를 나타냈다(Table 4).

2년간의 재배특성 조사 결과, 'Uridream Pink'는 모본과 같이 다년생으로 재배온도가 20-25°C 이상 올라가는 5월 중 하순경 개화가 본격적으로 이루어졌는데, 개화지속기간은 144.4일 정도로, 늦봄에서 늦가을까지 5개월 이상 계속 꽃을 관찰할 수 있었다. 개화한 꽃들은 12일 정도 만개한 상태로 모주에서 탈락되지 않았다. 포기당 꽃의 수량은 'Uridream Pink'가 236.2개로 모본인 'Uridream 01'의 211.9개에 비해 많았고, 전체적으로 두 품종 모두 상당히 조밀하게 달리는 편이었다(Table 5). 따라서 'Uridream Pink'는 화사한 파스텔 톤의 비교적 작은 꽃을 선호하는 최근 국제화훼시장의 요구를 충족할 만한 우수품종으로 생각되었다.

재배상 유의점

'Uridream Pink'는 기존의 품종들과 비교 시 방사선 육종에 의한 이형주 및 생육 전 기간에 걸쳐 성장 변화, 각종 병해 발생 등이 관찰되지 않았다. 따라서 생육습성이 'Uridream 01' 및 다른 *Coresopsis rosea* Nutt. 품종들과 유사하므로 재식 및 관리방법은 이에 준하여 다음과 같이 재배한다. 정식은 삼목 후 30일 이상 경과하여 지상부 및 발근이 왕성한 포트묘를 대상으로 온도가 15°C 이상 올라가는 4월 이후 실시하며 재식 범위는 작물의 초형 및 크기를 고려, 60cm × 60cm 정도가 적당하다. 관수는 정식 초기에는 충분히 하는

Table 3. Flower characteristics of *Coresopsis rosea* Nutt. 'Uridream Pink'.

Cultivar	Flower diameter (cm)	Flower height (cm)	Peduncle length (cm)	No. of petals	Petal shape	Petal rate (%) ^y
Uridream 01	3.7 ± 0.1 ^z	1.0 ± 0.1	12.1 ± 0.1	8.0 ± 0.0	Elliptical, flat	77.7 ± 0.7
Uridream Pink	2.7 ± 0.1	0.2 ± 0.0	6.8 ± 0.1	8.0 ± 0.0	Elliptical, flat	72.0 ± 1.3

^zMean ± standard error (n = 20).

^yPetal rate = petal length / flower diameter × 100.

Table 4. Ornamental characteristics of *Coresopsis rosea* Nutt. 'Uridream Pink'.

Cultivar	Plant length (cm)	Leaf shape	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Internode length (cm)	Branching density	Mounding type
Uridream 01	43.2 ± 2.0 ^z	Linear	4.2 ± 0.1	0.7 ± 0.1	4.4 ± 0.2	Very thick	Domed
Uridream Pink	42.0 ± 0.8	Linear	3.0 ± 0.1	0.5 ± 0.0	3.9 ± 0.2	Very thick	Domed

^zMean ± standard error (n = 20).

Table 5. Cultural characteristics of *Coreopsis rosea* Nutt. 'Uridream Pink'.

Cultivar	Year	Plant type	First flowering date	Flowering period (day)	Inflorescence longevity (day)	No. of flowers/plant
Uridream 01	2010	Perennial	June, 1	137.4 ± 1.5 ^z	11.9 ± 0.5	205.5 ± 8.1
	2011	Perennial	May, 19	149.7 ± 1.4	12.5 ± 0.4	218.3 ± 9.6
	Average	Perennial	May, 25	143.5 ± 1.4	12.2 ± 0.5	211.9 ± 8.6
Uridream Pink	2010	Perennial	May, 30	138.7 ± 1.5	11.5 ± 0.3	228.2 ± 9.1
	2011	Perennial	May, 18	150.2 ± 1.3	12.0 ± 0.3	244.2 ± 9.3
	Average	Perennial	May, 24	144.4 ± 1.4	12.0 ± 0.3	236.2 ± 9.2

^zMean ± standard error (n = 20).

것이 좋으나, 개화가 시작된 이후 재배포장이 고온 다습하거나 환기가 불량한 경우 뿌리혹파리 등의 충해가 발생될 수 있으므로 관수량을 줄여주고, 여름 중기 고온 하에서는 전용약제를 7일 간격으로 살포해주는 것이 좋다. 내한성이 있어 최저온도가 5°C로 떨어져도 생존은 가능하나 서리가 내리기 시작하면 화기 및 잎이 떨어지면서 시들게 되므로, 연속개화를 원하는 경우 온도가 15°C 이상 유지되는 곳에서 재배하는 것이 바람직하다. 다량의 화아 형성을 위해서는 25-30°C 정도 일정하게 유지되는 것이 좋으나, 노지 피복 및 화단조성 등의 목적으로 mounding을 넓게 하기 위해서는 35°C 정도의 고온에서 재배하는 것이 더 바람직하다. 늦은 봄, 1차 개화가 진행되고 거의 꽃이 질 무렵 인위적으로 꽃대를 커팅해주면 빠른 2차 개화를 유도할 수 있으며, 다화성 경향을 보이므로 주기적으로 퇴비를 많이 주어야 생육에 유리하다(Boydston et al., 2008; Lusk et al., 2007; Schuyler, 1990; Uriseed, 2012).

유용성

종자산업법에 의거하여 2012년 4월 4일 본 품종에 대한 품종 보호권을 출원(출원번호: 출원 2012-298)하였고, 2012년 재배심사를 실시하여 종자산업법 46조 1항에 근거하여 2013년 3월 25일 금계국속 코레옵시스 신품종 'Uridream Pink'으로 최종등록(품종보호: 제4410호)되었다. 본 품종은 현재 국내에서는 품종보호 업체인 우리꽃 종묘를 통해, 해외에서는 수출계약이 체결된 Hakusan J & H(Japan)를 통해 구입 가능하다.

초 록

'Uridream Pink'는 감마선 조사에 의해 의해 발생된 돌연

변이에 의해 육성된 금계국속 신품종이다. 우리꽃 종묘에서 자체 육성한 품종인 'Uridream 01'의 발근된 삽수를 대상으로, 2009년 한국원자력연구원에서 다양한 선량의 ⁶⁰Co 감마선을 24시간동안 처리하였다. 10-100Gy 처리 중 30Gy에서 발생된 돌연변이체의 화색은 파스텔 분홍색으로 주로 적자색을 띠는 'Uridream 01'(Red-purple group, 59A)과 차이가 있었다. 2009년부터 2010년까지 변형된 분홍 화색의 변이체를 분리, 삽목을 통해 3회 이상 진행, 고정하였다. 분리육성된 변형된 분홍 화색의 변이체는 기존의 품종에 비해 상품성 있는 색상을 띄며, 이형주의 발생이 없는 것으로 평가되었다. 꽃의 주된 색은 파스텔 분홍(Red-purple group, 67B)을 띄기에 'Uridream Pink'로 명명하고 국립종자원에 신품종 등록되었다(품종보호: 제4410호). 본 신품종은 화기 및 잎 등이 'Uridream 01'보다는 작지만 다화성이다. 또한 개화기간이 늦은 봄에서 늦가을까지 길어 분화 재배뿐만 아니라 노지 재배도 가능하다.

추가 주요어 : 방사선 육종, *Coreopsis rosea* Nutt., 삽목번식, 인위 돌연변이 육성, 선발

인용문헌

- Boydston, R.A., H.P. Collins, and S.F. Vaughn. 2008. Response of weeds and ornamental plants to potting soil amended with dried distillers grains. *HortScience* 43:191-195.
- Broertjes, C. and A.M. Harten. 1988. *Applied mutation for vegetatively propagated crops*. Elsevier Science Publisher, New York, USA p. 197-204.
- Chin, Y.D., J.C. Hwang, Y.M. Chung, D.C. An, B.C. Lee, and H.Y. Shin. 2013. Development of a new pot chrysanthemum cultivar 'Golden Egg' with yellow color and anemone type

- by gamma-ray irradiation. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31(Suppl. II):166. (Abstr.)
- Chung, S.J., G.J. Lee, J.B. Kim, D.S. Kim, S.H. Kim, and S.Y. Kang. 2012. Isolation and characterization of a novel flavonoid 3'-Hydroxylase (F3'H) gene from a chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum*) and its gamma-ray irradiated mutants. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30:162-170.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). 2014. The FAO-IAEA mutant variety database. <http://mvgs.iaea.org/Search.aspx>.
- Kang, S.Y., D.S. Kim, and G.J. Lee. 2007. Genetic improvement of crop plants by mutation techniques in Korea. Plant Mutation Rpt. 1:7-15.
- Kim, H.J., G.R. Kim, J.J. Ku, K. Choi, and K.W. Park. 2011. Determination of the optimum dose range for a mutation induction of tropical orchid by a gamma-ray. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29(Suppl. I):187. (Abstr.)
- Koh, G.C. 2011. Characteristics comparison of mutants induced through gamma irradiation in 'Kardinal' rose. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 29:456-460.
- Koh, G.C. and K.B. Ahn. 2008. Breeding of rose 'Gippeumi' with orange-red flower through gamma irradiation. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 26:445-448.
- Koh, G.C., M.Z. Kim, and S.Y. Kang. 2010. Induction of petal color mutants through gamma ray irradiation in rooted cuttings of rose. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28:796-801.
- Korea Seed and Variety Service (KSVS). 1997. The guide-lines of characteristics for application and registration of new varieties in flower. KSVS, Anyang, Korea.
- Lee, E.K., W.H. Kim, S.Y. Lee, S.T. Kim, and O.H. Kwon. 2013a. Breeding of pink poinsettia 'Clara Pink' by gamma ray radiation. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31(Suppl. II):170. (Abstr.)
- Lee, Y.M., H.J. Lee, S.Y. Sung, S.H. Kim, B.K. Ha, D.S. Kim, J.B. Kim, and S.Y. Kang. 2013b. Studies on biological effects of gamma-ray in cymbidium orchid. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31(Suppl. I):178. (Abstr.)
- Loehelein, M. and S.Siqueira. 2005a. Self-incompatibility in pink tickseed, *Coreopsis rosea* Nutt. Hortscience 40:1001-1002. (Abstr.)
- Loehelein, M. and S. Siqueira. 2005b. Reproductive development in pink tickseed, *Coreopsis rosea* Nutt. Hortscience 40:1101-1102. (Abstr.)
- Lusk, J.M., E.G. Reekie, and G. Edward. 2007. The effect of growing season length and water level fluctuations on growth and survival of two rare and at risk Atlantic coastal plain flora species, *Coreopsis rosea* and *Hydrocotyle umbellata*. Canadian J. Bot. 85:119-131.
- Neal, C.S., D.T. Tomes, and B.R. Charistie. 1993. Plant breeding. Westview Press, New York, USA p. 373-397.
- Piri, I., M. Babayan, A. Tavassoli, and M. Javaheri. 2011. The use of gamma irradiation in agriculture. African J. Microbiology Res. 5:5806-5811.
- Price, J.G., S.A. Watts, A.N. Wright, R.W. Peters, and J.T. Kirby. 2011. Irrigation lowers substrate temperature and enhances survival of plants on green roofs in the southeastern United States. HortTechnology 21:586-592.
- Royal Horticultural Society (RHS). 2001. Royal horticultural society color chart. RHS, London, UK.
- Schuyler, A.E. 1990. Element stewardship abstract for *Coreopsis rosea*. Stewardship Abstr. No. 6.
- Shu, Q.Y., B.P. Forster, and H. Nakagawa. 2012. Plant mutation breeding and biotechnology. CABI Press, London, UK p. 57-107.
- Song, H.S., I.S. Park, Y.T. Lim, J.K. Kim, G.J. Lee, D.S. Kim, S.J. Lee, and S.Y. Kang. 2006. A dwarf type new rose of sharon variety, 'Ggoma' developed by a mutation breeding. Kor. J. Breeding 38:293-294.
- Song, H.S., J.K. Kim, and Y.T. Lim. 1999. A new variety of rose of sharon *Hibiscus syriacus* 'Baekseol' selected from a γ -rays irradiated population. Kor. J. Breeding 31:458-460.
- Song, H.S., J.K. Kim, Y.T. Lim, I.S. Park, S.Y. Kang, D.S. Kim, and S.J. Lee. 2005a. A new rose of sharon cultivar, 'Daegoang' developed by mutation breeding. Kor. J. Breeding 37:59-60.
- Song, H.S., J.K. Kim, Y.T. Lim, I.S. Park, S.Y. Kang, D.S. Kim, and S.J. Lee. 2005b. A new rose of sharon cultivar, 'Seonnyo' developed by mutation breeding. Kor. J. Breeding 37:57-58.
- Song, H.S., Y.T. Lim, I.S. Park, S.Y. Kang, D.S. Kim, and S.J. Lee. 2005c. A new variety of *Hibiscus syriacus* 'Changhae' selected by induced mutation breeding. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23(Suppl. I):125. (Abstr.)
- The United States Patent and Trademark Office (USPTO). 2014. Patent data base for plant. <http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fmetahtml%2FFPTO%2Fsearch-bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=Novcorcar.TI.&OS=TTL/Novcorcar&RS=TL/Novcorcar>.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2014. USDA plants. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=CORO>.
- Urised, 2012. Technique development of new varieties of genus *Dianthus* and *Coreopsis* for export. Uriseed Company. Res. Rpt. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea p. 12-117.