

개맨드라미 종자 수확 후 저장 기간 및 GA₃처리가 발아율에 미치는 영향

이정호*, 김형광, 조동광, 송천영¹⁾

국립수목원, ¹⁾한국농업전문학교

Effect of Storage Duration and GA₃ of Seed Germination of *Celosia argentea*

Jeong Ho Lee*, Hyung-Kwang Kim, Dong Gwang Jo and Cheon Young Song¹⁾

National Arboretum, Pocheon, Gyeonggi-do 487-821, Korea.

¹⁾Department of Floriculture, Korea National Agricultural College, Hwasung 445-893, Korea

ABSTRACT

This experiment was conducted to improve germination rate of the seed treated duration of storage and GA₃ in *Celosia argentea*. With the seed directly after harvest, as increasing concentration of GA₃, ranged from 50ppm to 200ppm, and dipping hour, ranged from 6 to 24 hour, the rate of germination was also increased. The germination of seed dipping in 200ppm GA₃ for 24 hours was the highest with 52% compared to the control with 12%. As increasing storage duration in 22 ± 2℃, ranged from 2 weeks to 12 weeks, the rate of germination was also increased showing 84% at 12 week. However, the rate of germination was not increased with the storage of 5℃, 0℃, and -70℃. With the seed storage 16 weeks in 22 ± 2℃ after harvest, the rate of germination was 84%. The rate of germination was increased 94% to 99% by the GA₃ concentration, ranged from 50ppm to 400ppm, and dipping hour, ranged from 6 to 24 hour. The germination was finished 4 days after sowing.

Key words : GA₃, germination rate, seed storage

서론

맨드라미는 일반적으로 화단용 또는 분화용으로 많이 이용되는 화종으로 미국, 아시아, 아프리카 등의 열대 및 아열대지역 원산으로 60종 정도가 알려져 있다. 그중에서 우리나라에는 개

맨드라미(*Celosia argentea*)가 자생하는데, 그 자생지는 제주 및 남부지방을 위시하여 수원지방에서도 발견된다. 개맨드라미는 꽃꽂이 소재로서 절화용으로 개발가치가 매우 높은 1년초 자생식물로 종자번식을 하지만, 발아율이 낮아서 문제가 되고 있다. 종자는 8~10월에 채취하는데 지방유(脂肪油)와 풍부한 황산칼륨과 니코틴산(酸)

* 교신저자 : E-mail : mtmac@foa.go.kr

이 함유되어 있고 종자의 약효로는 강장(强壯), 소염, 해열약으로 거풍열(祛風熱), 청간화(淸肝火)의 효능이 있다고 한다(Lee, 1999).

개맨드라미는 육수화서(肉穗花序, spadix)에 대량으로 형성되는 종자에 의한 실생번식이 바람직하다고 생각되며 종자는 광과 암조건에 관계없이 발아가 되고, 파종전에 종자를 물에 담겼을 때 뜨는 종자는 발아가 거의 안 된다고 하였다(Lee 등, 2004). 이외에 개맨드라미에 대한 종자 발아 증진을 위한 기술 개발에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 온대지방에서 자생하는 식물의 종자는 발아에 부적당한 저온기인 겨울에는 휴면을 하며, 이러한 휴면은 보통 저온을 경과함으로써 타파되거나(Ryu *et al.*, 2002; Sim *et al.*, 1996), 식물생장촉진 호르몬인 GA₃ 처리에 의해서 발아를 촉진시킬 수 있다(Kim and Chung, 2001; Kim *et al.*, 1987; Shin *et al.*, 1996; Song and Lee, 2002). 또한 맨드라미 발아실험에 관한 몇 가지 보고에 의하면, pH가 2.0의 강산성하에서도 발아율이 80%로 높게 나타났고(Lee and Kim, 1994), 맨드라미종자는 NaCl(염분) 농도가 1,000 ppm 이상이 되면 발아생장이 안되는 것을 CaSO₄ 1,000 ppm 처리로 거의 정상적으로 생장이 된다고 하였다(Kwak and Kim, 1970). 한편 Senna alata 식물의 추출물은 맨드라미의 발아율을 현저히 감소시켰으나 후기생육이 좋아서 초장은 커지고, 일찍 개화되었다고 하였다(Agbagwa, 2003).

본 실험은 개맨드라미의 종자 번식을 확립하기 위하여 종자의 저장기간, 종자를 수확한 직후 및 저장 후에 GA₃처리가 발아에 미치는 영향에 대해서 조사하였다.

재료 및 방법

종자수확직후에 GA₃처리에 의한 개맨드라미 발아율 증진 실험은 2004년 9월 1일부터 7일

사이에 채종한 충실한 종자를 실험재료로 활용하여, 2004년 9월 8일에 GA₃를 처리하였다. 충실한 종자를 선별하기위하여 종자를 물에 1시간 동안 침지시켜 가라앉은 것만을 채취하여 실험에 사용하였다. GA₃(88%, BDH Laboratory Supplies, Poole, England)의 처리는 50, 100 및 200 ppm의 농도에 6, 12, 24시간 및 48시간 동안 침지하였다. 처리한 종자는 그늘에서 말린 후, 직경 10 cm의 Petri dish(Schale)에 물을 적신 흡수지를 깔고 100립씩 3반복으로 파종하였다. 파종 후 발아 환경으로서 온도는 22±2℃, 광도는 700±100 lux의 조직배양실에 두고 발아율을 조사하였다. 종자의 저장기간 실험은 2004년 9월 초(9월 1일부터 9월 7일)에 수확한 종자를 22±2℃, 5±1℃, 0±1℃, 및 -70±1℃의 저장고에 12주까지 저장하면서 2주 간격으로 종자를 꺼내어 발아 실험에 사용하였다. 종자의 발아조사는 처리후 3일부터 3일 간격으로 12일까지 하였으며, 뿌리가 나오고 자엽이 전개된 것을 발아한 것으로 간주하였다.

개맨드라미종자를 저장후에 따른 발아 실험은 2004년 9월 초(9월 1일부터 9월 7일)에 수확한 종자를 9월 8일부터 16주간 22±2℃에 저장한 후에 사용하였다. 저장 후에 꺼내서는 물에 침지시켜 가라앉은 충실한 종자만을 골라서 실험재료로 활용하였다. 저장 후 16주가 되는 2005년 1월 3일에 GA₃ 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm 및 400 ppm에 6시간, 12시간 및 24시간 동안 침지 처리하였다. 저장기간 및 저장 후 GA₃처리에 따른 발아실험의 조건은 수확직후 실험과 동일한 조건에서 수행하였다. 종자의 발아조사는 처리후 2일부터 2일 간격으로 8일까지 하였으며, 뿌리가 나오고 자엽이 전개된 것을 발아한 것으로 간주하였다.

결과 및 고찰

수확직후 GA₃처리가 발아율에 미치는 영향

맨드라미 종자를 9월 1일부터 7일 사이에 수확하여 바로 GA₃를 처리한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이, GA₃ 50 ppm에서 GA₃ 200 ppm 까지는 처리 농도가 증가할수록 발아율이 증가하는 경향이였다. 또한 GA₃ 처리 시간에 있어서는 모든 농도처리에서 6시간에서 24시간까지는 처리시간이 증가할수록 발아율이 증가하는 경향이였다. 반면에 48시간 처리는 24시간 처리보다 발아율이 저조하게 나타나는 경향이였다. 결과적으로 GA₃ 200 ppm에 24시간 처리한 것의 발아율이 52%로 나타나서 대조구 12%보다 월등히 높았다(Table 1). 한편 수확 후 막 바로 파종한 개맨드라미의 발아는 파종 후 3일부터 시작되어 6일이면 거의 발아가 되는 것으로 나타났다.

저장기간이 발아율에 미치는 영향

개맨드라미의 종자를 수확 후에 온도처리별로 2주부터 12주까지 저장한 후에 발아율을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 저장하지 않고 바로 발아시킨 것은 12%의 발아율을 나타낸 반면 22 ± 2℃에 2주 저장은 43%를 보였고 그 후 저장기간이 길어질수록 발아율이 증가하여 12주 저장의 발아율은 84%까지 증가하였다. 그러나 5℃의 저장에서는 2주 저장이 18%의 발아율을 보였고, 12주 저장에서는 26%의 발아율을 나타내어 저장기간에 크게 관계없이 발아율의 증가를 나타내지 않았다. 오히려 0℃와 -70℃의 저장에서는 저장기간이 길어질수록 발아율이 낮아지는 경향을 나타내어 12주 저장에서는 8-9%로 낮아졌다.

Table 1. Effect of gibberellin treated the harvest seed without storage on the germination of *Celosia argentea*

Concentration of GA ₃	Hour of treatment	Germination (%)			
		day after treatment			
		3	6	9	12
Control	6	4	8	10	10 ± 1.3z
	12	5	12	12	12 ± 1.5
	24	5	12	12	12 ± 1.8
	48	2	11	12	12 ± 1.0
50ppm	6	10	18	20	20 ± 2.1
	12	8	25	25	26 ± 2.2
	24	12	28	30	30 ± 2.2
	48	10	22	22	22 ± 1.6
100ppm	6	8	20	23	23 ± 1.5
	12	10	22	25	25 ± 1.4
	24	12	34	36	36 ± 2.6
	48	10	20	22	22 ± 1.2
200ppm	6	8	32	34	34 ± 1.9
	12	14	38	40	40 ± 1.7
	24	20	50	52	52 ± 3.0
	48	15	28	36	36 ± 3.5

^zMean ± SD of 3 replications.

저장후 GA₃처리가 발아율에 미치는 영향

개맨드라미 종자를 9월에 수확하여 16주간 22±2℃에 저장한 후에 GA₃를 농도별로 처리한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 종자를 16주 저장 후에는 대조구 자체가 발아율이 82-84%로 높게 나타났고 GA₃처리는 발아율을 더욱 증가시켰다. GA₃50 ppm에서 GA₃400 ppm 까지 처리 농도와 6시간에서 24시간까지

는 처리 시간에 크게 관계없이 94-99%의 높은 발아율을 나타냈다. 결국은 GA₃100 ppm에 24시간 처리한 것의 발아율은 99%로 나타나서 대조구 84%보다 가장 높게 나타났다(Table 3). 한편 저장 후의 개맨드라미 종자의 발아는 파종 후 2일이면 대부분이 되고 4일이면 거의 발아가 되는 것으로 나타났다.

본 실험에서 한국 자생인 개맨드라미에서 수

Table 2. Effect of storage temperature and storage duration after seed harvest on the germination of *Celosia argentea*

Storage temperature (°C)	Weeks of storage	Germination (%) day after treatment			
		3	6	9	12
22±2°C	0	6	12	12	12±1.2z
	2	30	40	41	43±0.8
	4	42	46	48	52±1.8
	6	67	72	73	75±2.1
	8	65	77	77	77±2.8
	10	80	82	82	82±3.0
	12	82	84	84	84±2.0
5±1°C	2	16	16	18	18±2.0
	4	16	18	18	20±0.8
	6	15	22	23	25±2.1
	8	22	26	28	28±0.8
	10	15	21	26	26±1.0
	12	25	26	26	26±1.0
0±1°C	2	14	16	20	20±0.6
	4	10	10	12	12±0.8
	6	9	12	18	20±2.1
	8	10	12	14	16±1.4
	10	5	7	8	8±1.0
	12	5	6	9	9±1.0
-70±1°C	2	16	16	20	20±1.2
	4	16	18	20	22±1.8
	6	10	12	13	16±2.1
	8	15	17	18	20±0.8
	10	5	7	10	11±1.0
	12	5	6	9	9±1.0

^zMean ±SD of 3 replications.

확직후에는 대조구의 발아율이 12%에 비하여 GA₃200 ppm에 24시간처리는 52%로서 월등히 높은 발아율을 나타냈다. 또한 22±2℃에, 16주 저장 후에는 대조구 자체가 84%의 높은 발아율을 나타냈지만 GA₃처리에 의해서는 99%의 더욱 높은 발아율을 보였다. 하지만 수확 직후의 개맨드라미 종자는 GA₃처리를 하더라도 48%는 발아하지 않았는데, 그 원인으로는 본 실험에 사용한 종자는 채종 후 바로 파종하였으므로 종자가 후숙이 안되었던 것으로 판단된다. 따라서 개맨드라미의 발아율 증진을 위하여는 불가피하게 종자 수확후 바로 파종할 경우는 GA₃200 ppm에 24시간처리로 52%정도까지 발아를 시킬 수 있고, 12주 정도를 상온(22±2℃)에 저장하여 후숙 시키면 84%의 높은 발아율을 보일 수 있으며, 더욱 발아율을 높이기 위해서는, GA₃100 ppm 24 시간 처리를 하면 99%까지 발아시킬 수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 수

확 후 곧 바로 종자를 5℃이하의 저온에 저장하는 것은 발아율을 현저히 감소시키므로 주의하여야 할 것으로 판단된다. 실제로 필자의 경험에 의하면 개맨드라미를 채종하여 바로 냉장고 보관하였을 경우 발아율이 현저히 낮았던 일이 있었다. 실험의 결과에서 나타나듯이 개맨드라미는 발아율을 증진시키기 위하여 16주 정도를 상온에 저장했다가 저온에 장기간 저장하는 것이 바람직 할 것으로 본다. 종자로 번식되는 식물은 일반적으로 종자의 채취시기에 따라 발아율이 다르게 나타난다(Chung *et al.*, 1993). 종자채취는 종자가 완전히 성숙이 된 후에 채취를 하여야 발아율이 높을 것이다. 따라서 본 실험은 개맨드라미 종자가 완전히 성숙된 9월 초에 수확하여 실험에 이용하였다. Lee *et al.*(2004)에 의하면 개맨드라미의 종자발아는 암조건과 광주건에 구별 없이 발아가 되며, 물에 뜨는 종자는 거의 발아가 안 되었다고 하였다. 본 실험에서는

Table 3. Effect of gibberellin treated the seed after 16 weeks storage in 22 ± 2℃ on the germination of *Celosia argentea*

Concentration of GA ₃	Hour of treatment	Germination (%)			
		day after treatment			
		2	4	6	8
Control	6	80	82	82	82 ± 2.8
	12	81	82	82	82 ± 2.2
	24	82	84	84	84 ± 0.8
50ppm	6	88	94	94	94 ± 2.2
	12	88	95	95	95 ± 1.3
	24	94	96	96	96 ± 2.0
100ppm	6	91	95	95	95 ± 1.2
	12	92	96	96	96 ± 1.4
	24	94	99	99	99 ± 0.4
200ppm	6	94	98	98	98 ± 1.0
	12	93	98	98	98 ± 1.0
	24	94	97	97	97 ± 0.8
400ppm	6	93	98	98	98 ± 1.0
	12	92	95	95	95 ± 1.2
	24	95	98	98	98 ± 1.6

²Mean ± SD of 3 replications.

이와 같은 부실한 종자를 가려내기 위하여 종자를 물에 침지시킨 후에 가라앉은 종자만을 실험에 이용하였다. 이와 같이 성숙된 종자를 채취하였더라도, 종자내의 발아할 수 있는 생리적인 물질의 변화가 완성되기까지는 채종 후에도 지속되는 것으로 본다. 한편 인삼종자의 흉숙과정에서 섬유소 가수분해효소의 세포학적 활성이 단백질체와 소포에서 나타났으나 후숙과정중에 있는 종자에서는 제형층과 가까이 위치한 배유세포의 세포벽과 주변에 위치한 소포에 강한 활성을 나타냄으로써 이곳의 세포부터 먼저 분해가 일어난다고 하였다(Yu and Kim, 1993). 이와 같이 종자를 채취하더라도 종자의 내생물질의 변화는 지속되는 것으로 나타난다. 한편 작약의 종자는 7월 25일경에 100립중이 최대가 되고 그 이후에는 줄어드는 것으로 보아 이때가 등숙기이고, 채종후에 20-30일 실온에 후숙시킨 것이 종자의 출현율이 높았다(Chung *et al.*, 1993)고 하였다. 이와 같이 식물에 따라 다르지만 종자 성숙 후에도 완전한 발아를 위하여는 후숙이 요구되는 것으로 보인다. 본 실험의 결과에서 알 수 있듯이 개맨드라미 종자의 높은 발아율을 위하여 종자의 후숙 기간은 상온에서 12주 이상이 소요되는 것으로 판단한다.

본 실험에서 상온 저장 후에 GA₃50 ppm에서 GA₃400 ppm 까지 처리하였을 때 농도에 크게 관계없이 94-99%의 높은 발아율을 나타냈다. 또한 GA₃6시간에서 24시간 처리에 있어서도 처리 시간에 관계없이 높은 발아율을 나타냈다. 결과적으로 GA₃100 ppm에 24시간 처리한 것의 발아율이 99%로 나타나서 대조구 84%보다 높게 나타났다. 자생 만병초의 발아는 GA₃100 ppm에 1시간 처리한 것이 90%의 발아율을 보였고(Lee *et al.*, 1982), 술 패랭이와 평의 다리의 발아율은 GA₃50-100 ppm에 10분간 처리하였을 경우 월등히 높았다(Sang *et al.*, 1993). 또한 한국 자생 앵초는 GA₃800 ppm 용액에 24시간 처리로 86.7%의 발아율을 나타내었고(Song and Lee, 2002), 개상사화

의 발아율도 GA₃200 ppm에서 다른 어느 처리보다도 높게 (60%) 나타났다(Park and Chung, 1996). 금강초롱꽃의 발아율도 GA₃300 ppm에 3일간 처리한 것이 가장 높았고(Ryu *et al.*, 2002), 금낭화도 GA₃100 ppm 처리로 발아율을 높였다(Kim *et al.*, 1996). 한편 작약종자를 기내에 파종하였을 경우 배지에 GA₃1-5 ppm 함유되었을 때 발아율이 현저히 높았다(Shin *et al.*, 1996). 이와 같이 발아율이 낮은 한국 자생 화훼류를 GA₃처리로 발아율을 높이는 것을 많은 보고서에서 알 수 있었다. 본 실험에서 한국 자생 개맨드라미의 종자는 GA₃처리로 발아율이 향상되었던 결과는 이러한 보고와 잘 일치하였다.

종합적으로 개맨드라미를 채종직후에 파종하면 발아율이 12%정도로 낮으므로 발아율을 증진시키기 위해서는 GA₃200 ppm 24시간처리로 52%까지 올릴 수 있었다. 또한 12주 정도 상온에 저장한다면 84%의 발아율까지 증진시킬 수 있고, 더욱 발아율을 증진시키기 위해서는 GA₃100 ppm에 24시간 처리로 발아율이 99%까지 되었다. 이와 같이 본 실험에서는 채종 직후에 발아율을 높이는 방법에 대해서 구명을 하였고, 수확 후 후숙된 종자에 대하여 발아율을 증진시키는 방법에 대하여서도 구명을 하였다.

적요

개맨드라미의 종자 발아는 수확직후에는 GA₃200 ppm 까지는 처리 농도가 증가할수록 발아율이 증가하는 경향이었고, GA₃처리 6시간에서 24시간까지는 시간이 증가할수록 발아율이 증가하는 경향이었으며 GA₃200 ppm 24시간처리에서 52% 발아율로 가장 높았다. 개맨드라미의 수확직후 종자의 발아는 파종 후 3일부터 시작되어 6일이면 거의 발아가 되는 것으로 나타났다. 개맨드라미의 종자를 수확 후에 바로 발아시킨 것은 12%의 발아율을 나타낸 반면 22±2℃

에 2주 저장은 43%를 보였고, 저장기간이 길어질수록 발아율이 증가하여 12주 저장의 발아율은 84%까지 증가하였다. 그러나 5℃의 저장에서는 2주 저장이 18%의 발아율을 보였고, 12주 저장에서는 26%의 발아율을 나타냈고, 0℃와 -70℃의 저장에서는 저장기간이 길어질수록 발아율이 낮아지는 경향을 나타내어 12주 저장에서는 8-9%로 낮아졌다. 종자를 16주간, 22±2℃

에 저장한 후에 발아율은 82-84%로 높게 나타났고, 여기에 GA₃ 50 ppm에서 GA₃ 400 ppm 및 6시간에서 24시간 농도와 처리시간에 크게 관계없이 94-99%의 높은 발아율을 나타냈다. 저장 후의 개맨드라미 종자의 발아는 과종 후 2일이면 대부분되고 4일이면 발아가 완료되는 것으로 나타났다.

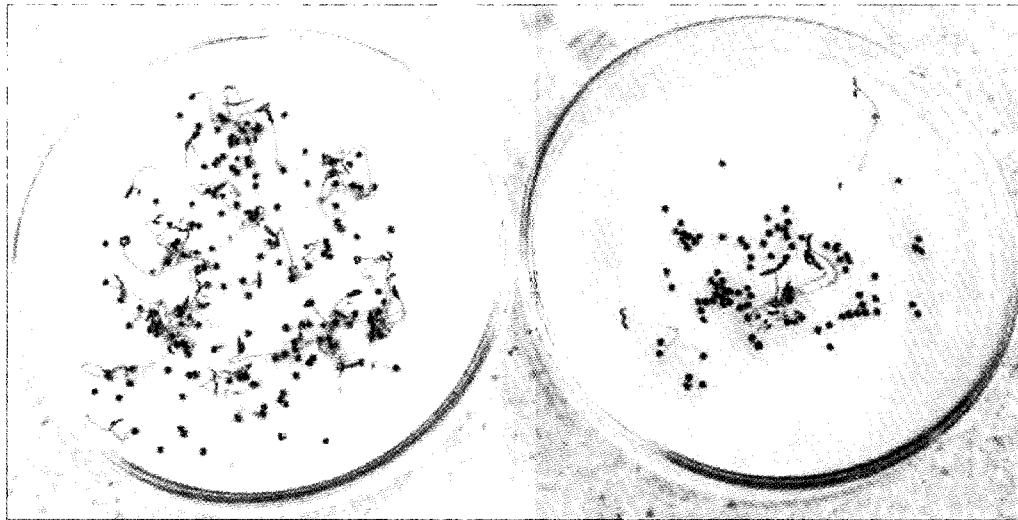


Fig. 1. Effect of gibberellin without storage after seed harvest on the germination of *Celosia argentea*. Left, 9 days after sowing dipped in 50ppm GA₃ for 24 hour, Right, control.

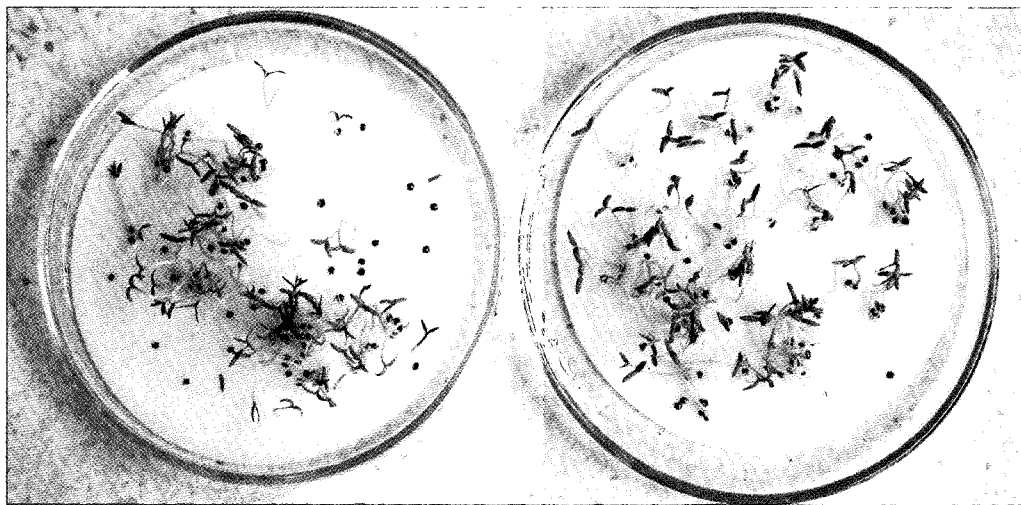


Fig. 2. Effect of gibberellin after 16 week storage at 22±2℃ on the germination of *Celosia argentea*. Left, 6 days after sowing dipped in water for 12 hours, Right, 6 days after sowing treated in 100ppm GA₃ for 24 hour.

인용문헌

- Agbagwa, I.O., F.A. Onofeghara and S.I. Mensah. 2003. Stimulation of growth and development of *Celosia argentea* L. by crude extracts of *Senna alata*(L.) Roxb. J. Appl. Sci. Environ. Mgt. 7:9-13.
- Chung, S.H., D.H. Suh, K.J. Kim. K.S. Lee. B.S. Choi and Y.H. Kim. 1993. Effect of seed gathering time and after-ripening on seed emergence of *Paeonia lactiflora* Pall. J. Medicinal Crop Sci. 1:10-15.
- Kim, H.Y. and J.D. Chung. 2001. Effect of GA₃ moist-chilling storage and removal of funiculus on the germination of *Dicentra spectabilis*. Kor. J. Hort. Sci and Technol. 19:78-80.
- Kim, W.S., K.Y. Huh, D.W. Lee and J.S. Lee. 1996. Floral morphology, seed germination, and photosynthesis of *Campanula takesimana* Nakai native to Korea. J. Kor. Hort. Sci. 37:704-707.
- Kim, L.S., J.L. Hwang, K.P. Han and K.E. Lee. 1987. Studies on the germination of seeds in native Actinidia species. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 28:335-342.
- Kwak, B.H. and J.S. Kim. 1970. The effect of calcium on seed germination and growth of *Celosia argentea* relatively high salt levels. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 8:27-32.
- Lee, C.B. 1999. Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa. Seoul. p.321.
- Lee, E.J. and J.C. Koh. 2002. Improvement of seed germination in native *Iris sanguinea* Donn ex Horn. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20:345-351.
- Lee, J.H., D.G. Jo., H.K. Kim and C.Y. Song. 2004. Growth characteristics and improvement of seed germination of *Celosia argentea* native to Korea. J. Kor. Flower Res. Soc. 12:301-305.
- Lee, J.S. and J.S. Kim. 1994. Effects of simulated acid rain on seed germination of several floricultural crops. Korean J. Environ. Agric. 13:168-174.
- Lee, G.E., Y.N. Song and H.O. Hong. 1982. Studies on the wild *Rhododendron fauriei* for rufescens in Korea (I). Kor. J. Hort. Sci. 23:64-69.
- Park, Y.J. and Y.O. Chung. 1996. Effects of chemicals, decoating and low temperature treatments on seed germination in *Lycoris aurea*. Korean J. Medicinal Crop Sci. 4:172-177.
- Ryu, S.Y., H.S. Lee, K.S. Cho, D.L. Yoo, S.H. Kang and J.H. Kim. 2002. Effects of factors on germination and stem cutting of *Hanabusaya asiatica*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:369-372.
- Sang, C.K., E.H. Kim, and H.Y. Kim. 1993. Germination and life span of *Pulsatilla cernua* var. koreana seeds. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:207-212.
- Shin, J.H., J.K. Sohn, J.C. Kim and S.D. Park. 1996. Effect of GA₃ on seed germination of peony(*Paeonia lactiflora* Pall.). Korean J. Plant Tissue Culture 23:231-234.
- Sim, Y.G., Y.Y. Han, I.K. Song, T.Y. Kwon, J.S. Jung, J.T. Yoo and B.S. Choi. 1996. Influence of GA₃ and chilling treatment on seed germination several native plants. RDA. J. Agri. Sci. 38:700-704.
- Song, J.S. and J.S. Lee. 2002. Dormancy and germination characteristics of seed and plant of *Primula sieboldi*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:91-94.
- Young, J.B. 1996. Field growth cut flower production in southern Louisiana. MSD. Diss., Louisiana State Univ., USA.
- Yu, S.C. and W.K. Kim. 1993. Location and function of cellulase in endosperm cells of *Panax ginseng* seeds during maturation and after- ripening. Korean J. Bot. 36:327-335.

(접수일 2005. 2. 17)

(수락일 2005. 3. 12)