

## 과종 전 GA<sub>3</sub>와 광질 처리, 발아온도에 따른 고추종자의 발아율

강진호, 심영도, 강신윤, 조영욱, 박아정  
경상대학교 식물자원환경학부

### Effect of Light Quality during GA<sub>3</sub> Imbibition and Germination Temperature on Pepper Seed Germinability

Jin-Ho Kang, Young-Do Shim, Shin-Yun Kang, Young-Uk Cho, and A-Jeong Park  
Division of Plant Resources and Environment, Gyeongsang Natl. University, Chinju 660-701, Korea

#### ABSTRACT

Higher and uniform germination should be necessary because many commercial pepper (*Capsicum annum* L.) seedlings were nowadays sold to farmer. The experiment was carried out to determine the effect of its cultivars (Daemyung; Wanggochu), GA<sub>3</sub> (concentration; period), light quality (red; far-red; blue; dark) during GA<sub>3</sub> imbibition, and germination temperature (GT: 25 or 15 °C constant; 25/15 °C alternating) on the rate of germination done under incandescent lamps until 9 days after sowing. Final seed germination was not different between GA<sub>3</sub> 0 to 1.0 mM concentrations but the elapsed days to 50% germination (T<sub>50</sub>) were more reduced by GA<sub>3</sub> treatment than water imbibition. Under 25 °C constant germination temperature, earlier germination was enhanced by GA<sub>3</sub> treatment showing the lowest rate at darkness, although the final germination rates of water imbibition and GA<sub>3</sub> treatments were same. The final germination rates of alternating and 25 °C constant GT in cv. Daemyung was also equal, while the germination rates of 25 °C and 15 °C constant GT were the highest and the lowest regardless of cultivars. There was no difference between light quality treatments impelled during GA<sub>3</sub> imbibition when light treated seeds were germinated at alternating and 25 °C constant GT. At 15 °C constant GT, however, red light or dark treatment during GA<sub>3</sub> imbibition increased the germination rate since 5 days after sowing.

**Key words:** pepper, GA<sub>3</sub>, light quality, germination temperature, germination, T<sub>50</sub>.

#### 서 언

종자의 휴면을 적절히 타파하여 발아율을 높일

목적으로 과종 전 종자에 손쉽게 가할 수 있는 여러 가지 방법이 제안되고 있다. 식물생장조절제인 GA<sub>3</sub>의 처리도 그중의 하나로서 단기간의 처리로 종자휴

본 연구는 1997년도 교육부 학술연구조성비에 의하여 수행된 연구결과의 일부임.

Corresponding author: 강진호, 경남 진주시 가좌동 경상대학교 농대 농학과, 660-701

면을 타파하여 발아율을 높일 수 있고, 층적 또는 저온, 심지어 priming를 대체하는 효과도 있을 뿐만 아니라 처리비용이 상대적으로 낮다는 이유 때문에 많이 이용되고 있다. 그러나 GA<sub>3</sub> 처리가 모든 작물에 적용되는 것은 아니며, 처리효과가 있다하여도 처리농도 또는 침지기간에 따라 그 효과는 변화되는 것으로 알려져 있어 적용여부에 이은 적정조건이 설정되어야 이용 가능하다고 할 수 있다(Bewley et al., 1994; Kang et al., 1997a and b).

파종 전 종자에 GA<sub>3</sub>를 처리할 경우 배유세포막을 연화시켜 유근돌출에 대한 기계적 저항을 줄이며, 배유에 저장되어 있는 물질을 가수분해하는 효소를 활성화시켜 배의 저장양분 이용을 촉진시킬 뿐만 아니라 배의 생장을 조절하는 등 발아와 관련된 대사 과정에 미치는 영향은 다양한 것으로 알려져 있다. 그러나 최근에는 priming으로 처리되는 nitrate는 cofactor로서 작용하나, GA<sub>3</sub>는 종자의 발아를 조절하는 phytochrome 기작에서 신호변환 (signal transduction)과 직접적인 관계가 있는 것으로 보고 (Karssen, 1995)되고 있어서 인위적인 GA<sub>3</sub> 처리가 고추종자의 phytochrome 기작에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

그러나 종자에 대한 GA<sub>3</sub> 처리는 파종 후 유묘출현시에 필연적으로 부딪히는 빛과 강한 상호작용이 있는 것으로 알려져 있다 (Bewley et al., 1994; Frankland et al., 1983). 고추종자에 GA<sub>3</sub>를 처리하면 발아율이 향상·촉진되는 것으로 보고 (Jeong, 1994; Nelson et al., 1986)되고 있다. 이러한 결과는 암상태에서 시험이 진행된 결과로서 GA<sub>3</sub>가 처리되는 과정 또는 처리 후 발아과정에서의 광조건에 따라 종자의 발아는 변화되는 것으로 알려져 있다(Kang et al., 1997a and b; Karssen, 1995). 따라서 발아 향상과 균일성이 요구되는 고추의 다량육묘에서 종자발아를 향상시키는 것으로 알려진 GA<sub>3</sub>와 빛과의 관계가 구명되어야 할 것이다. 본 연구는 GA<sub>3</sub> 처리중에 가하여지는 광질처리와 발아온도에 따른 발아율의 변화를 추적하여 고추묘 생산에 필요한 정보를 제공하고자 실시되었다.

## 재료 및 방법

본 연구는 경상대학교 농학과 공예작물학실험실에 설치된 종자 발아상을 이용하여 1997년 10월부터 1998년 6월 사이에 이루어졌다. 직경 9 cm의 petri dish에 흡습지 1매를 깔고 아래와 같이 처리된 종자를 치상한 후 발아온도를 달리한 시험 3을 제외하고는 25℃ 항온에서 발아시험을 수행하였으며 수분은 종자가 건조되지 않을 정도로 매일 공급하였다. 기타 시험절차는 ISTA rule (1985)과 전보 (Kang et al., 1998)에 준하여 실시하였다.

본 연구는 공시재료로 1997년도에 채종된 대명고추 [(주)중앙종묘]와 왕고추 [(주)동부한농종묘]를 각 종묘회사로부터 분양받아 3℃의 냉장고에 보관하면서 3개 시험으로 분리·수행하였다. 시험 1은 최적 GA<sub>3</sub> 처리방법을 설정하기 위하여 상기 2개 공시품종에 GA<sub>3</sub> 0 (대조구), 0.01, 0.1, 1.0 mM의 4개 농도로, 처리기간을 대조구 무처리, 1, 2, 3일간 암상태에서 분리·처리한 후 포장조건과 유사한 조건을 유도 (Frankland et al., 1983)하기 위하여 백열등으로 1일 12시간 조사하면서 발아시험을 수행하였다. 시험 2는 GA<sub>3</sub> 용액에 침지중 처리되는 광질의 영향을 파악하고자 시험 1에서 도출된 최적 GA<sub>3</sub> 처리결과인 1.0 mM 또는 대조구로 증류수에 2일간 침지하는 과정에 광질을 적색광(red), 초적색광(far-red), 청색광(blue), 대조구 암조건(dark)의 4개 수준으로 1일 12시간씩 분리·처리한 후 시험 1과 같은 조건으로 발아시험을 수행하였다. 시험 3은 시험 1과 2에서 도출된 최적 결과가 온도의 변이가 심한 포장 조건에서도 적용 가능한가를 검증하기 위하여 발아온도를 25℃ 항온, 주야 12시간의 25/15℃ 변온, 15℃ 항온으로 구분하여 시험 1과 동일한 조건으로 발아시험을 수행하였다.

이상의 광질처리에서 half band가 모두 10 nm이나 적색광은 660 nm, 초적색광은 730 nm, 청색광은 450 nm로서 광질별 정점이 다른 filter (Melles Griot Co., USA)를 원형의 halogen lamp에 부착·처리하였는데 Spectroradiometer (LI-1800, LI-COR)로 측정된 각 광

질의 spectrum과 광도는 전보 (Kang et al., 1998)와 같다. 한편 유근이 1 mm 이상 돌출한 것을 발아 개체로 하여 치상 후 10일까지 매일 발아수를 조사하였으며, 시험 1과 2는 최적 GA<sub>3</sub> 처리방법을 설정하기 위하여 수행되었기 때문에 요인별 처리수준에 대한 평균 발아율만 제시하였다.

### 결과 및 고찰

GA<sub>3</sub> 처리농도와 침지기간을 달리하여 발아시험을 수행한 결과 각 공시품종이 나타내는 치상 후 9일에서의 발아율과 T<sub>50</sub>은 표 1과 같다. GA<sub>3</sub> 처리농도에 따른 9일차의 최종발아율은 왕고추에서 증류수에 침지하는 무처리보다는 GA<sub>3</sub>를 처리할 경우 높았다고 하나 대명고추와 2개 공시품종의 평균발아율에서는 차이가 없었다. 처리기간의 영향으로는 각 공시품종과 이들을 평균한 발아율 모두 무처리에 비하여 1~3일간의 처리를 가할 경우 증가되었다. 각 공시품종과 이들을 평균한 T<sub>50</sub>은 GA<sub>3</sub> 처리농도가 증가하면 단축되어 처리농도가 가장 높은 1.0 mM에서 가장 짧았던 반면, 처리기간이 증가하면 대명고추는 단축되는 경향을 보였으나, 왕고추와 2개 공시품종을 평균한 것에서는 무처리에 비하여 GA<sub>3</sub> 처리시에

만 단축되었다. 이상의 시험결과는 GA<sub>3</sub> 처리에 대한 각 품종의 반응은 다르다고 할지라도 무처리에 비하여 GA<sub>3</sub> 처리로 발아율이 향상된다는 Sosa-Coronel 등 (1982)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 따라서 고추종자에 GA<sub>3</sub>를 처리할 경우 발아율을 향상시킬 것으로 기대되나 각 품종에 대한 개별적인 검토가 있어야 적용이 가능하다고 할 수 있다.

이상의 시험에서 도출된 GA<sub>3</sub> 1.0 mM 또는 증류수에 1일간 침지하는 과정에서 1일 12시간의 광질처리를 가하여 발아시험을 수행한 결과 각요인별 평균발아율은 표 2와 같다. 9일차의 최종발아율은 대명고추에 비하여 왕고추에서, GA<sub>3</sub> 용액에 침지시 적색광 보다는 초적색광 또는 청색광을 조사할 경우 높았던 반면, GA<sub>3</sub> 처리 유무간에는 차이가 없었다. 그러나 증류수에 침지하는 것보다는 GA<sub>3</sub>에 침지할 경우 치상 후 3~7일에서의 발아율이 높았고, 한편 증류수 또는 GA<sub>3</sub> 용액에 침지시 치상 후 3~5일에서 암상태 보다는 적색광, 초적색광, 청색광, 즉 빛을 처리할 경우 발아율 또한 높아 파종 전 고추종자에 GA<sub>3</sub>와 빛을 동시에 처리하면 발아를 향상·촉진할 것으로 기대된다.

상기 시험에서 GA<sub>3</sub> 처리중에 가하여지는 광질처리간에 뚜렷한 차이가 없어 GA<sub>3</sub> 또는 증류수에 침지

**Table 1.** Effect of concentration and duration on germination and T<sub>50</sub> of pepper seed primed by GA<sub>3</sub>

Parameters	Daemyung		Wanggochu		Total	
	Germ. (%) <sup>†</sup>	T <sub>50</sub> (days)	Germ. (%)	T <sub>50</sub> (days)	Germ.(%)	T <sub>50</sub> (days)
Concentration (mM; C)						
0.00	90.8	5.83	87.9	6.93	89.4	6.38
0.01	92.5	6.31	89.8	6.68	91.2	6.50
0.10	90.4	5.73	94.9	5.83	92.7	5.78
1.00	92.1	4.93	94.9	4.89	93.5	4.91
LSD. <sub>05</sub>	ns	0.43	5.3	0.53	ns	0.47
Duration (days; D)						
0	84.8	6.31	83.3	7.02	84.0	6.66
1	90.3	5.94	96.2	5.28	93.2	5.61
2	95.0	5.59	92.3	5.97	93.7	5.78
3	95.8	4.97	95.8	6.07	95.8	5.52
LSD. <sub>05</sub>	5.7	0.43	5.3	0.53	4.2	0.47
C x D	ns	**	ns	**	ns	*

<sup>†</sup>Germination rate on 9th day after sowing.

**Table 2.** Mean germination rate of pepper cultivars as affected by GA<sub>3</sub> and light quality before sowing

Parameters	Days after sowing			
	3	5	7	9
	----- % germination -----			
Cultivars (C)				
Daemyung	5.0	49.0	88.9	97.0
Wanggochu	1.7	44.2	91.1	98.9
LSD <sub>.05</sub>	1.6	ns	ns	0.7
GA <sub>3</sub> treatment (G) <sup>†</sup>				
None	1.2	30.5	87.2	97.9
GA <sub>3</sub>	5.5	62.7	92.8	98.0
LSD <sub>.05</sub>	1.6	7.8	5.3	ns
Light quality (L) <sup>*</sup>				
Red	4.8	48.5	90.4	97.2
Far-red	2.1	50.0	95.6	98.6
Blue	3.1	49.6	90.9	98.5
Dark	3.3	38.3	83.2	97.5
LSD <sub>.05</sub>	2.3	10.1	7.5	1.0
C x G	*	**	ns	ns
C x L	ns	**	ns	*
G x L	ns	ns	ns	ns
C x G x L	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup>Primed with distilled water or GA<sub>3</sub> 1.0 mM for a day before sowing.

<sup>\*</sup>Treated 12 hours a day during priming.

중 1일 12시간의 광질처리를 가하거나 암상태로 유지한 후 발아온도를 달리하여 시험을 수행한 결과 처리요인에 대한 평균발아율은 표 3과 같다. 평균발아율은 공시품종 모두 GA<sub>3</sub> 처리에 의하여 향상되었으나 대명고추에 비하여 상대적으로 왕고추에서 높았다. 25℃ 항온에서 발아시험을 수행할 경우 광질처리간에는 뚜렷한 경향이 없었으나(표 2) 발아온도를 달리할 경우 파종 전 GA<sub>3</sub> 침지시 광질처리에 따른 발아율은 적색광 처리에서 가장 높고 초적색광 처리에서 가장 낮은 경향을 보였다. 한편 발아온도에 따른 평균발아율은 25℃ 항온, 25/15℃ 변온, 15℃ 항온으로 발아온도가 낮아질수록 감소·지연되었으나 이러한 경향은 왕고추보다는 대명고추에서 현저하였다. 그러나 25/15℃ 변온에서의 발아율은 15℃ 항온보다는 25℃ 항온쪽으로 접근하여서 광이 있는 조건에서는 발아온도의 영향이 큰 것으로 조사되었다.

한편 각 처리요인 중에서 공시품종 모두 대체적

**Table 3.** Mean germination rate of pepper cultivars as affected by presowing gibberellic acid and light quality treatments and germination temperature

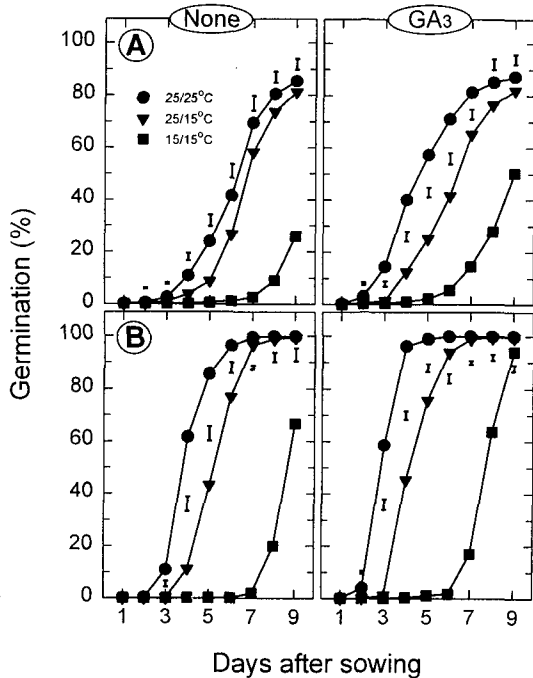
Parameters	Daemyung				Wanggochu			
	3 <sup>†</sup>	5	7	9	3	5	7	9
	----- % germination -----							
GA <sub>3</sub> treatment(G) <sup>†</sup>								
None	1.3	11.1	43.4	64.2	3.7	42.9	66.0	88.7
GA <sub>3</sub>	5.4	28.3	53.7	73.2	19.9	58.5	72.0	97.9
LSD <sub>.05</sub>	0.9	2.4	2.7	2.2	0.1	0.5	0.7	0.8
Light quality (L) <sup>*</sup>								
Red	3.6	21.6	52.2	73.2	12.9	56.3	71.2	95.4
Far-red	3.3	16.9	45.9	65.6	10.1	46.1	66.7	90.7
Blue	2.6	19.8	48.0	67.8	12.3	48.9	67.7	91.7
Dark	4.1	20.6	48.0	68.3	11.9	51.4	70.4	95.3
LSD <sub>.05</sub>	1.3	3.4	3.8	3.1	0.2	0.6	0.9	1.0
Temperature (°C; T)								
25/25	8.5	40.6	75.3	86.3	34.8	92.2	99.7	99.9
25/15	1.3	17.0	61.7	81.7	0.6	59.4	97.8	99.5
15/15	0.4	1.5	8.6	38.1	0.0	0.5	9.5	80.4
LSD <sub>.05</sub>	1.1	2.9	3.3	2.7	0.2	0.6	0.9	1.0
G x L	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
G x T	**	**	ns	**	**	**	**	**
L x T	ns	**	ns	ns	ns	**	**	**
G x L x T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns

<sup>†</sup>Days after sowing.

<sup>\*</sup>Treated with distilled water or GA<sub>3</sub> 1.0 mM for a day before sowing.

<sup>\*</sup>Treated 12 hours a day during GA<sub>3</sub> treatment.

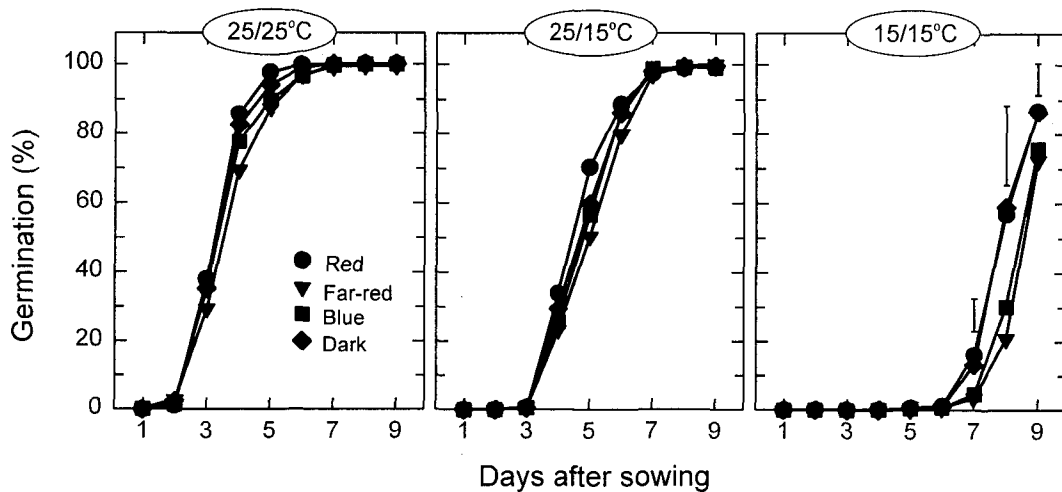
으로 GA<sub>3</sub> 처리 有無와 발아온도간에, 그리고 왕고추에서 광질처리와 발아온도 간에는 상호작용이 있어



**Fig. 1.** Effect of GA<sub>3</sub> and germination temperature on daily germination of pepper seeds cv. Daemyung(A) and Wanggochu(B). Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significance for the same day after sowing.

(표 3) 이들 요인간 처리수준의 변화에 따른 발아반응을 圖示한 것은 그림 1, 2와 같다. 발아율은 왕고추가 대명고추에 비하여 발아가 향상·촉진되었으며, 발아온도에 대한 반응으로는 25°C 항온, 25/15°C 변온, 15°C 항온 순으로 감소되었다. 그러나 왕고추의 발아율은 저온인 15°C 항온에서 GA<sub>3</sub> 처리로 발아가 진전된다고 할지라도 최종발아율은 타발아온도에 근접하는 경향을 보였다. 상기시험의 결과 (표 1과 2)는 발아적온에서는 GA<sub>3</sub> 처리중의 광질처리로 GA<sub>3</sub>의 처리효과가 소멸된다는 보고 (Kang et al., 1997a and b)와 유사하나 발아에 불량한 온도인 겨울철의 저온기에는 GA<sub>3</sub> 침지로 저온발아성 (Nelson et al., 1980)을 향상시킬 수 있을 것으로 예측된다(그림 1).

파종 전 광질처리와 발아온도에 따른 발아율은 주간온도가 상대적으로 고온인 25°C, 25/15°C 변온에서는 광질처리간에 차이가 없었던 반면, 상대적으로 저온인 15°C 항온에서는 파종 후 7일부터는 초적색광과 청색광에 비하여 적색광과 암상태에서 증가되는 경향을 보였다. 따라서 GA<sub>3</sub> 처리중의 광질처리는 발아적온 상태에서는 광질효과가 뚜렷하지 않을지라도 (표 2, 그림 2) 발아 불량조건인 저온에서는 광질, 적어도 적색광의 영향을 받을 것으로 예측되며 포장출현도 이와 동일한 경향을 보일 것인지에



**Fig. 2.** Effect of light quality during GA<sub>3</sub> treatment and germination temperature on pepper cultivars cv. Wanggochu. Vertical or no-vertical bars represent LSD.05 or non-significance for the same day after sowing.

대하여는 추후 검토가 요망된다.

## 적 요

현재 국내에서 시판되고 있는 어린 묘 중에서 가장 판매주수가 많은 것이 고추 묘로서 부가가치를 더욱 높이기 위하여는 발아와 균일성을 향상시켜야 할 것이다. 본 연구의 목적은 발아와 균일성 향상에 효과가 있는 GA<sub>3</sub> 처리중의 광질처리와 발아온도에 따른 발아율의 변화를 추적하여 고추 공정묘 생산에 필요한 정보를 제공하고자 실시하였다. 대명고추 [(주)중앙종묘]와 왕고추 [(주)동부한농종묘]를 공시 품종으로 파종 前處理로는 GA<sub>3</sub> 처리농도 (0, 0.01, 0.1, 1.0 mM), 처리기간 (0, 1, 2, 3일), 광질 (적색, 초적색, 청색, 암)과 발아과정에서는 온도 (15, 25℃ 항온, 25/15℃ 변온)를 달리하여 치상 후 9일까지 백열 등으로 조사하면서 발아시험을 수행하였다. 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 최종발아율은 GA<sub>3</sub> 처리농도간에는 전체적으로 차이가 없는 경향이었으나, T<sub>50</sub>은 증류수에 침지하는 것보다 GA<sub>3</sub>를 처리할 경우 단축되었다.
2. 발아온도 25℃ 항온에서는 최종발아율은 GA<sub>3</sub> 처리유무간에 차이가 없었으며 초기발아율은 GA<sub>3</sub> 처리로 증가되었던 반면, 치상 후 5~7일에서는 암상태에서 가장 낮았다.
3. 공시품종 모두 발아율은 25℃ 항온에서 가장 높고 15℃ 항온에서는 현저히 억제되었던 반면 왕고추는 25/15℃ 변온에서의 최종발아율은 25℃ 항온과 거의 동일한 것으로 나타났다.
4. 광질은 발아온도 25℃ 항온, 25/15℃ 변온에서 처리간 차이가 없었으나, 15℃ 항온에서는 GA<sub>3</sub> 침지중 가하여지는 적색광 또는 암처리에서 치상 후 5일 이후부터 발아율을 증가시켰다.

## 인 용 문 헌

- Bewley, J. D. and M. Black. 1994. Dormancy and the Control of Germination. p. 199-271. In J.D. Bewley and M. Black (eds.). Seeds: Physiology of Development and Germination (2nd ed.). Plenum Press, 233 Spring Street, New York, USA.
- Frankland, B. and R. Taylorson. 1983. Light control of seed germination. p. 428-456. In W. Shropshire, Jr. and H. Mohr (eds.). Photomorphogenesis. Encyclopedia of Plant Physiology New Series, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany.
- ISTA. 1985. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. Seed Sci. Tech. 13:299-355.
- Jeong, Yeon Ok. 1994. Effect of seed priming and physiological mechanisms involved in earlier germination on primed pepper (*Capsicum annum* L.) seeds. Ph.D. thesis. Gyeongsang National University, Korea.
- Kang, J.H., D.I. Kim, O.G. Ryu, E.S. Kim and Y.G. Kim. 1997a. Effect of chilling, GA<sub>3</sub> and light quality as pretreatment before sowing on *Bupleurum falcatum* seed germination. Korean J. Crop Sci. 42(4):384-391.
- Kang, J.H., J.S. Park and Y.S. Ryu. 1997b. Effect of GA<sub>3</sub> and light quality on seed germination in three Cam-panulan plants. Korean J. Medicinal Crop Sci. 5(3): 169-176.
- Kang, J.H., Y.D. Shim, S.Y. Kang, Y.U. Cho, and D. I. Kim. 1998. Effect of light quality during priming and germination temperature on pepper seed germinability. Korean J. Plant. Res. 12: submitted.
- Karssen, C.M. 1995. Hormonal regulation of seed development, dormancy, and germination studied by genetic control. p. 333-350. In J. Kigel and G. Galili (eds.). Seed Development and Germination. Marcel Dekker, Inc., 270 Madison Avenue, New York, NY 10016, USA.
- Mancinelli, A.L. 1994. The physiology of phytochrome action. p. 211-269. In R.E. Kendrick and G.H.M. Kronenberg (eds.). Photomorphogenesis in Plants (2nd ed.). Kluwer Academic Pub., 101 Philip Drive,

Norwell, MA 02061, USA.

Nelson, J.M. and G.C. Sharples. 1980. Stimulation of tomato, pepper, and sugarbeet seed germination at low temperature by growth regulators. J. Seed Tech. 5(2):62-68.

Sosa-Coronel, J. and J.E. Motes. 1982. Effect of

gibbere-llic acid and seed rates on pepper seed germination in aerated water columns. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:290-295.

(접수일:1999.3.2)

(수리일:1999.5.30)