

## 파종 전 Priming과 광질 처리, 발아온도에 따른 고추종자의 발아율

강진호, 강신윤, 전병삼  
경상대학교 응용생명과학부

### Effect of Light Quality during Priming and Germination Temperature on Pepper Seed Germinability

Jin Ho Kang, Shin Yun Kang, Byong Sam Jeon  
Division of Applied Life Sci., Gyeongsang Natl. University, Chinju 660-701, Korea

#### ABSTRACT

Pepper (*Capsicum annum* L.) used as a spice or fruit vegetable has been transplanted for cultivation to accompany the production of its seedlings in general. The experiment was done to measure the effect of its cultivars (Daemyng; Wanggochu), priming (chemicals; concentration; period), light quality (red; far-red; blue; dark) during priming, and germination temperature (25 or 15 °C constant; 25/15 °C alternating) on the rate of germination done under incandescent lamps until 9 days after sowing. Seed germination was better when primed with Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> than with KNO<sub>3</sub>. Priming for 6 to 12 days using the former chemical enhanced the final germination rate and shortened the elapsed days to 50% germination, T<sub>50</sub>, compared to no-priming. Under 25 °C constant germination temperature, primed seeds at darkness or far-red light showed the highest rate until 5 days after sowing or the lowest one since 7 days after sowing, respectively. The germination response at 25/15 °C alternating temperature did not followed the lowest rate of 15 °C constant germination temperature but inclined to that of 25 °C constant recorded the greatest one. Under 3 germination temperature red light treated during priming elevated the rate since 7 days after sowing compared to the other light treatments, and the germination rate of each cultivar was affected by no-priming or priming, light quality during priming. which imply their interaction to the seed germination.

**Key words** : Pepper, Priming, Light quality, Germination temperature, Germination, T<sub>50</sub>.

#### 緒言

고추 육묘에서 입묘율 향상과 균일성을 확보하기 위한 종자처리로서 priming이 주로 이용되고 있다.

이러한 priming은 종자의 수분흡수를 조절함으로써 종자내 대사작용의 활성화 기간을 충분히 확보하게 하여 발아의 향상과 촉진을 유도하는 것으로 알려져 있다(Bray, 1995). 그러나 이러한 priming 효과는 priming에 이용되는 물질, 처리농도 및 기간, priming

Corresponding author: 강진호, 우.660-701, 경남 진주시 가좌동 900 경상대학교 농과대학 응용생명과학부  
E-mail: jhkang@gshp.gsnu.ac.kr

중의 온도, 광, 산소농도를 포함한 환경조건에 따라 변화된다 (Bewley et al., 1994).

다양한 물질이 priming 제로서 이용되고 있으나  $\text{KNO}_3$  등 질산화물이 처리효과가 뛰어나고 가격이 저렴하다는 장점 때문에 많이 사용되고 있다. 이러한 질산화물의 적정 처리농도는 100~300 mM로서 처리기간은 세포내 저장물질이 종자 밖으로 침출되지 않을 정도이어야 효과를 극대화할 수 있는 것으로 보고되고 있다 (Jeong, 1995). 그러나 토양의 6~9 mm까지는 빛이 존재한다는 Frankland 등 (1983)의 보고로부터 적절히 priming 처리된 고추종자라 할지라도 발아 전후에 빛의 영향을 필연적으로 받을 것으로 예측된다.

종자발아와 관련된 빛의 인지색소는 비활성형인 Phytochrome red (Pr)와 활성형인 Phytochrome far-red (Pfr)로 구성된 Phytochrome으로서 이들은 정점이 660 nm인 적색광 또는 730 nm인 초적색광이照射되면 상호 전환되는 광가역적 반응을 일으킨다 (Taiz 등, 1991). 종자발아는 이러한 특성을 지니고 있는 Phytochrome 중에서 Pr보다는 상대적으로 Pfr 함량이 높을 때 일어나기 때문에 발아 전후의 적색광과 초적색광이 조사되는 비율에 따라 발아는 영향을 받을 것으로 예측된다 (Mancinelli, 1994). 한편 청색광의 조사는 종자발아 단계에서 Phytochrome의 효과를 더욱 증폭하는 것으로 알려져 있어서 (Mohr, 1994) 다량육묘되는 고추의 경우 파종 전 광처리를 포함한 종자처리로 발아율을 향상시키고 유묘출현의 균일성을 꾀할 수 있다면 부가가치를 더욱 높일 수 있을 것이다.

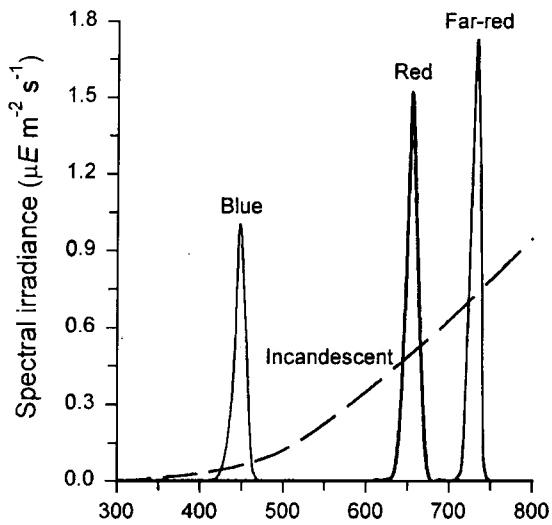
현재까지 고추의 발아율 향상을 위한 처리는 주로 priming에 국한되고 있다 (Bradford 등, 1990; Jeong, 1994). 그러나 이러한 연구보고는 암상태에서 priming 처리가 이루어졌을 뿐만 아니라 파종 후 필연적으로 부딪히는 광조건 (Frankland et al., 1983)을 고려하지 않은 채 행하여진 결과라 할 수 있다. 한편 priming 중 또는 후에 처리되는 광질간에는 상호작용이 있을 뿐만 아니라 광질처리는 priming 중에 손쉽게 가하여질 수 있어서 파종 전 priming과 광질처리는 파종 후 포장상태의 광조건을 고려한 상태에서

최적조건이 도출되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 priming중에 가하여지는 광질처리와 발아온도에 따른 발아율의 변화를 추적하여 고추묘 생산에 필요한 정보를 제공하고자 실시되었다.

## 材料 및 方法

본 연구는 1997년 10월부터 1998년 6월까지 경상대학교 농학과 공예작물학실험실에 설치된 생육상을 이용하여 수행되었다. 직경 9 cm의 petri dish에 흡습지 1매를 깔고 아래와 같이 처리된 종자를 치상한 후 발아온도를 달리한 시험 3을 제외하고는 25℃ 항온으로 고정하여 발아시험을 수행하였으며 수분은 종자가 마르지 않을 정도로 매일 공급하였다. 기타 시험절차는 ISTA rule (1985)에 준하여 실시하였다.

본 연구는 각 종묘회사로부터 분양 받은 대명고추[(주)중앙종묘]와 왕고추[(주)동부한농종묘]를 3℃의 냉장고에 보관하면서 공시재료로 이용하였고, 시험은 3개로 분리·수행하였다. 시험 1은 최적 priming 방법을 설정하기 위하여 상기 2개 품종에  $\text{KNO}_3$ 와  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 의 2개 priming제를 0, 150, 300 mM 3개 농도로, 처리기간을 無處理, 6 또는 12일간 暗狀態에서 분리·처리한 후 백열등으로 1일 12시간照射하면서 2차에 걸쳐 발아시험을 수행하였다. 시험 2는 priming중 처리되는 광질의 영향을 파악하고자 시험 1에서 도출된 최적 priming 결과인  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  300 mM 또는 對照區로 증류수에 6일간 침지하는 과정에 광질을 적색광 (red), 초적색광 (far-red), 청색광 (blue), 對照區 暗狀態 (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 포장에 적용이 가능한가를 검증하기 위하여 발아온도를 25℃ 항온, 주야 12시간의 25/15℃ 변온, 15℃ 항온으로 구분하여 시험 1과 동일한 조건으로 발아시험을 수행하였다. 이상의 광질처리에서 half band가 10 nm인 적색, 초적색, 청색 filter (Melles Griot Co., USA)를 원형의 halogen lamp에 부착·처리하였으며, 발아시에는 백열등으로 1일 12시간 조사하면서 시험을 수행하였



**Fig. 1.** Spectral irradiance of light source used for presowing treatment of pepper seeds. Measurement was done by Spectroradiometer (LI-1800, LI-COR).

는데 각 광질이 나타내는 spectrum과 광도는 그림 1과 같다.

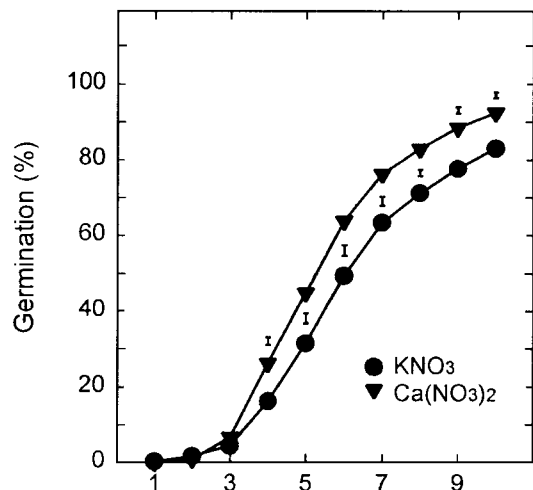
발아율 조사는 유근이 1 mm 이상 돌출한 것을 발아개체로 하여 치상 후 9일까지 매일 조사한 후 환산하였으며, 2차례 시행된 시험 1은 1차에서 priming제를 결정한 후 2차에서 적정 농도와 처리시간을 도출하는 방법으로 결과를 분석하였다.

### 結果 및 考察

Priming 농도와 침지기간을 달리하여 발아시험을 수행한 결과 priming에 이용된  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 와  $\text{KNO}_3$ 가 발아에 미치는 영향은 그림 2와 같다. 고추의 priming에는  $\text{KNO}_3$ 보다는  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 가 효과적이었다. 한편  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 를 이용하여 0, 150, 300 mM에 無處理, 6일 또는 12일간 priming을 실시한 후 9일차의 발아율과  $T_{50}$ 에 소요된 일수는 표 1과 같다. 치상 후 9일의 발아율은 공시품종 모두 발아율에는 차이가 없었으나  $T_{50}$ 은 無處理 또는 150 mM 농도로 priming하는 것보다는 300 mM 농도로 priming하는 것에서 단축되었다. 한편 priming 기간이 치상 후 9일의 발아율

에 미치는 영향은 無處理보다는 6일 또는 12일간 priming하는 것이 발아율이 높고  $T_{50}$ 이 단축되는 경향이였으나 6일과 12일 처리간에는 차이가 없었다.

암상태에서 처리되는 priming은 최종발아율을 향상시키지 못하나 발아를 촉진한다는 연구결과 (Jeong, 1994)와 본 시험의 결과는 일치하는 경향이였다. 그러나  $\text{KNO}_3$  보다는  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 를 이용한 priming 처리에서 발아율이 높은 것은 발아에 관여하는 Phytochrome 기작이  $\text{Ca}^{2+}$ -binding protein에 의하여 증폭된다는 보고 (Roux, 1994)로부터 priming으로 인한 종자의 Ca 흡수에 기인된 결과로 해석되나 이에 대하여는 추가적인 연구가 있어야 할 것으로 보인다.



**Fig. 2.** Effect of priming chemicals on germination of hot pepper seeds. Various concentration and duration for the chemicals were done at 25 °C and darkness. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significance for the same day after sowing.

이상의 시험에서 설정된  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  300 mM 또는 증류수에 6일간 침지한 priming 有無와 침지중 1일 12시간의 광질처리를 가한 후 발아시험을 수행한 결과 각 요인별 평균발아율은 표 2와 같다. 치상 후 9일의 발아율은 공시품종 또는 priming 有無간에 차이가 없었으나 왕고추에 비하여 대명고추, 증류수에 6

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

Parameters	Daemyung		Wanggochu		Total	
	Germ. (%) <sup>1)</sup>	T <sub>50</sub> (days)	Germ. (%)	T <sub>50</sub> (days)	Germ. (%)	T <sub>50</sub> (days)
Concentration (mM; C)						
0	92.9	4.66	93.7	5.27	93.3	4.96
150	92.6	4.67	94.2	4.95	93.4	4.81
300	92.1	4.31	94.7	4.45	93.4	4.38
LSD.05	ns	0.28	ns	0.46	ns	0.34
Duration (days; D)						
0	85.0	5.83	87.0	6.31	86.0	6.07
6	96.2	3.77	97.0	4.37	96.6	4.07
12	96.3	4.03	98.6	3.99	97.4	4.01
LSD.05	3.4	0.28	6.6	0.46	3.3	0.34
C × D	ns	**	ns	*	ns	ns

1) Germination rate on 9th day after sowing.

**Table 2.** Mean germination rate of hot pepper cultivars as affected by priming and light quality before sowing

Parameters	Days after sowing			
	3	5	7	9
	----- % germination -----			
Cultivars (C)				
Daemyung	17.5	76.9	94.2	96.5
Wanggochu	9.2	57.8	89.5	96.4
LSD.05	2.6	6.8	3.5	ns
Priming (P) <sup>1)</sup>				
None	1.6	53.3	89.9	96.3
Priming	25.1	81.4	93.8	96.6
LSD.05	2.6	6.8	3.5	ns
Light quality (L) <sup>2)</sup>				
Red	10.8	63.9	91.5	96.7
Far-red	12.7	63.6	88.3	95.9
Blue	13.8	66.8	92.8	97.1
Dark	16.2	75.2	94.9	96.2
LSD.05	3.8	9.6	5.0	ns
C × P	**	**	ns	ns
C × L	**	ns	ns	ns
P × L	ns	ns	ns	ns
C × P × L	**	*	ns	ns

1) Primed with distilled water or Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 300 mM for 6 days before sowing.

2) Treated 12 hours a day during priming.

일간 침지한 對照區 無處理에 비하여 priming 처리한 것이 초기발아율이 높았다. 치상 후 9일의 발아율은 priming 중에 주어지는 광질간에 차이가 없었던 반면, 치상 후 7일까지 암처리에서 가장 높고 3일에는 적색광, 5일에는 적색광과 초적색광, 7일에는 초적색광에서 가장 낮은 발아율을 보였다. 이들 요인간의 상호작용은 발아초기인 치상 후 5일까지 공시품종과 priming 有無간과 공시품종, priming 有無와 광질간에 존재하는 것으로 분석되었다.

상기 시험에서 priming 중에 주어지는 광질처리간에 일정한 경향이 없어 priming 또는 증류수에 침지중 1일 12시간의 광질처리를 가하거나 암상태로 유지한 후 발아온도를 달리하여 시험을 수행한 결과 평균발아율은 표 3과 같다. 평균발아율은 공시품종 모두 priming 처리에 의하여 향상되었으나 상대적으로 왕고추의 초기발아율이 높았던 반면, 파종 전에 주어지는 광질효과로는 적색광 처리시 가장 높고 초적색광에서 가장 낮은 경향을 보였다. Priming과 광질 처리에 이은 발아온도에 대한 평균발아율은 25℃ 항온에서 가장 높았던 반면, 15℃ 항온에서는 현저히 억제되었으며 25/15℃ 변온에서는 25℃ 항온에 접근되는 결과를 보였다.

한편 공시품종 모두 priming 有無와 발아온도간에 상호작용이 있어 (표 3) 이들 요인의 처리수준의 변화에 따른 발아반응을 圖示한 것은 그림 3과 같다.

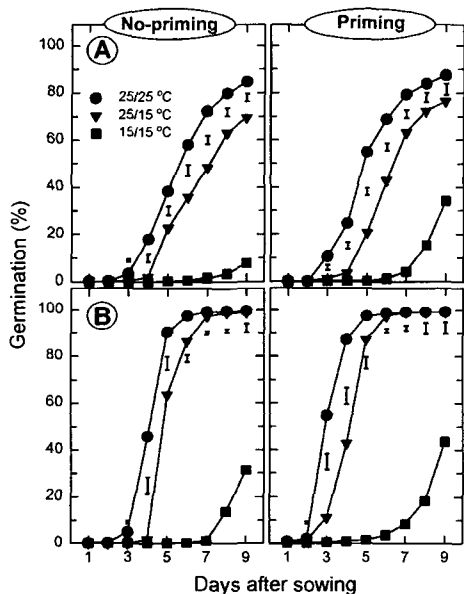
**Table 3.** Mean germination rate of hot pepper cultivars as affected by priming, light quality before sowing and germination temperature

Parameters	Daemyung				Wanggochu			
	3 <sup>1)</sup>	5	7	9	3	5	7	9
----- % germination -----								
Priming (P) <sup>2)</sup>								
None	1.3	20.4	40.6	54.0	1.6	51.4	65.7	76.6
Priming	4.1	25.3	48.8	65.9	22.1	62.0	68.7	80.5
LSD.05	0.9	1.8	1.8	2.3	1.7	2.6	0.7	1.4
Light quality (L) <sup>3)</sup>								
Red	3.6	25.4	47.3	63.4	14.8	60.6	68.6	81.7
Far-red	2.3	20.6	42.9	57.8	7.4	52.2	65.9	76.5
Blue	2.3	21.9	44.6	59.5	12.1	55.9	67.1	76.3
Dark	2.4	23.3	43.8	59.1	13.2	57.9	67.2	79.6
LSD.05	ns	2.5	2.6	3.2	2.4	3.8	1.0	2.0
Temperature (°C; T)								
25/25	6.9	46.6	75.7	86.0	29.8	93.9	99.0	99.2
25/15	0.9	21.6	55.6	72.9	5.5	75.3	97.9	98.9
15/15	0.1	0.3	2.8	20.9	0.3	0.8	4.7	37.4
LSD.05	1.2	2.2	2.2	2.8	2.0	3.2	0.9	1.7
P × L	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	**
P × T	**	**	**	**	**	**	**	**
L × T	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	**
P × L × T	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	**

1) Days after sowing.

2) Primed with distilled water or Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 300 mM for 6 days before sowing.

3) Treated 12 hours a day during priming.



**Fig. 3.** Effect of priming and germination temperature on hot pepper cultivars cv. Daemyung (A) and Wanggochu (B). Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significance for the same day after sowing.

발아율은 공시품종 모두 25°C 항온, 25/15°C 변온, 15°C 항온 순으로 감소되었으나 15°C 항온에서 억제 정도가 심하였다. 한편 대명고추에 비하여 왕고추의 발아율은 25°C 항온과 25/15°C 변온에서 항상 · 촉진 되었으며 저온인 15°C 항온에서는 priming한 것이 하지 않은 것에 비하여 높은 경향을 보였다. 이상 연구결과는 고추종자에 대한 priming 처리로 내저온성, 즉 내환경성을 증대시킨다는 보고 (Bradford 등, 1990; Bray, 1995)와 유사한 결과로서 겨울철 육묘시 priming 처리로 입묘율을 증대시킬 수 있을 것으로 예측되며 이에 대한 검증이 후속적으로 이루어져야 할 것이다.

이상의 시험결과에서 발아온도가 대체적으로 양호한 25°C 항온에서의 발아율은 他光質處理에 비하여 파종 후 5일까지 암상태에서 priming할 경우 가장 높았던 반면, 파종 후 7일 이후에는 초적색광을 조사 하면서 priming할 경우 가장 낮았다 (표 2). 그러나

발아온도를 달리할 경우 발아율은 파종 후 7일부터 priming 중 적색광 처리시 가장 높아 (표 3) priming 중의 광질효과는 발아온도에 따라 변화된다고 할 수 있다. 한편 발아온도를 25℃ 항온으로 발아온도를 고정한 경우와 발아온도를 달리한 경우에 priming 중의 광질처리로 인하여 각 공시품종이 나타내는 발아반응은 차이가 있는 것으로 나타나 (표 2와 3) 품종이 다른 고추종자는 priming 有無, priming 중에 처리되는 광질과 파종시의 발아온도에 따라 변화될 것으로 예측된다.

### 摘要

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 priming 처리중의 광질처리와 발아온도에 따른 발아율의 변화를 추적하여 고추 공정묘 생산에 필요한 정보를 제공하고자 실시하였다. 대명고추 [(주)중앙종묘]와 왕고추 [(주)동부한농종묘]를 공시품종으로 파종 前處理로는 priming 제 [KNO<sub>3</sub>; Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>], 농도 (0, 150, 300 mM), 처리기간 (0, 6, 12 일), 광질 (적색, 초적색, 청색, 암)과 발아과정에서는 온도 (15, 25℃ 항온, 25/15℃ 변온)를 달리하여 발아 과정에서는 백열등으로 조사하면서 시험을 수행하였다. 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. Priming제로서는 KNO<sub>3</sub>보다는 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>가 발아율을 향상시켰으며 최종발아율과 T<sub>50</sub>은 공시품종 모두 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>로 6~12일간 priming 처리하는 것이 처리하지 않는 것보다는 각각 증가되거나 짧아지는 경향을 보였다.
2. 발아온도 25℃ 항온에서 파종 후 5일까지는 암상태에서 priming한 것에서 발아율이 가장 높았으나 파종 7일 이후에는 초적색광을 조사하면서 priming할 경우 가장 낮았다.
3. 발아율은 25℃ 항온에서 가장 높고 15℃ 항온에서는 현저히 억제되었으나 25/15℃ 변온에서의 최종발아율은 25℃ 항온에 근접하거나 동일한

것으로 나타났다.

4. 각 공시품종의 발아율은 priming 有無, priming 중에 처리되는 광질과 발아온도에 따라 변화되었으며 발아온도를 달리할 경우 파종 7일 후부터 priming 중 적색광 처리시 발아율이 가장 높아 priming 중의 광질효과도 발아온도의 영향을 받는 것으로 나타났다.

### 사 사

본 연구는 1997년도 교육부 학술연구조성비에 의하여 수행된 연구결과의 일부입니다.

### 引用 文 獻

- Bradford, K.J., J.J. Steiner, and S.E. Trawatha. 1990. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. *Crop Sci.* 30:718-721.
- Bray, C.M. 1995. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. p. 767-789. *In* J. Kigel and G. Galili (eds.). *Seed Development and Germination*. Marcel Dekker, Inc., 270 Madison Avenue, New York, NY 10016, USA.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1995. Seed enhancements. p. 258-276. *In* L.O. Copeland and M.B. McDonald (eds.). *Principles of Seed and Technology* (3rd ed.). Chapman & Hall, 29 West 35th Street, New York, NY 10001, USA.
- 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 V.* 16 A. Springer-Verlag Berlin, 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.
- 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.
- Mohr, H. 1994. Coaction between pigment systems. p. 353-373. *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.
- Roux, S.J. 1994. Signical transduction in phytochrome responses. p. 187-209. *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.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. Phytochrome and photomorphogenesis. p. 490-512. *In* L. Taiz and E. Zeiger (eds.). *Plant Physiology*. Benjamin/Cummings Pub., 390 Bridge Parkway Redwood City, California, CA 94065, USA.
- (접수일 1999. 10. 10)  
(수리일 1999. 12. 10)