

# 샬비아(*Salvia splendens* F.) 종자의 발아촉진을 위한 Priming 조건에 관한 연구

정연옥\* · 강성모<sup>1</sup> · 조정래<sup>1</sup>

진주교육대학교 실과교육과, <sup>1</sup>경상대학교 농과대학 원예학과

## Priming Conditions to Improve Germination of *Salvia* (*Salvia splendens* F.) Seeds

Yeon-Ok Jeong\*, Seong-Mo Kang<sup>1</sup>, Jeoung-Lai Cho<sup>1</sup>

Practical Arts Education, Chinju Nat'l. Univ. of Education, Chinju 660-756, Korea

<sup>1</sup>Dept. of Horticulture, Gyeongsang Nat'l. Univ., Chinju 660-701, Korea

\*corresponding author

**ABSTRACT** This experiment was conducted to determine the effect of chemicals and their concentrations, priming temperature and duration, and different germination temperature on germinability of salvia seeds. The highest percentage of germination was obtained with 50 or 100 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, or with -0.50 or -0.75 MPa PEG 8000. When number of days to attain 50% of the final germination percentage (T50) and mean number of days to germination (MDG) were taken into account, 50 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> or -0.50 MPa PEG was most effective for early germination. No seeds germinated when primed in K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> or NaOH solution. Priming the seeds at 20°C was better than priming at 15°C or 25°C. Priming at 20°C for 4 or 6 days reduced the MDG by 2.3 days compared with nonprimed seeds. Seeds primed with -0.50 MPa PEG at 20°C showed a high germination percentage with reduced T50 and MDG. When seeds were primed in a mixture of -0.50 MPa PEG and 50 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> solution and germinated at 30°C or 35°C, percent germination was lower than nonprimed seeds. However, the combined treatment retained the priming effect for reducing T50 and MDG.

**Additional key words:** germination temperature, MDG, priming chemicals, priming duration, priming temperature, seed treatment, T50

### 서 언

종자처리에서 priming 약제는 종류와 농도에 따라 그 효과가 상이하게 나타난다. 처리약제는 독성이 없어야 하며 처리효과가 지속적인 것이 이상적이다. Priming 처리기간 중 종자 수분함량이 증가되고 대사작용의 활성이 왕성해져 약제의 종류와 농도에 따라서 유근돌출이 일어날 수 있으므로 이를 조절할 수 있는 농도 설정이 중요하다(Khan, 1992). 그리고 priming 온도나 기간이 부적합하면 최적 priming 처리조건보다 발아소요일수가 늦어진다(Kang과 Cho, 1996). 적절한 priming 온도 및 기간은 작물의 종류와 품종에 따라 각각 다르므로 priming 효과를 극대화시키는 조건의 확립이 중요하다. 따라서 본 연구는 초화류 중 화단용으로 많이 이용되고 있으나 이른봄에 파종 시 발아율이 저조한 샬비아 종자의 발아

촉진을 위한 priming 약제 및 농도, 처리온도 및 기간, 발아온도에 관한 효과에 대하여 일련의 실험을 실시하였다.

### 재료 및 방법

본 실험에 사용한 재료는 노바티스 종묘(주)의 '분화이어' 샬비아 품종이고, priming 약제로는 K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KNO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, NaOH 및 PEG 8000이었다. PEG 8000은 -0.25, -0.50, -0.75, -1.00, -1.25 및 -1.50MPa로 구분하였으며(Michel, 1983), 그외의 약제들은 공히 50, 100 및 200mM로 농도를 달리하여 15°C의 암상태에 4일간 처리하였다.

-0.50MPa PEG priming시 처리온도와 처리기간에 따른 효과를 구명하고자 처리온도 3수준(15°C, 20°C 및 25°C)과 처리기간을 3수준(2일, 4일 및 6일)으로 하였다. 이때 수침처리와 무처리종자도

\* 본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산물특성연구사업 연구결과 중의 일부임.

동일하게 각각의 처리온도와 기간동안 두었다.

그리고 -0.50MPa PEG(20℃에서 4일간 처리) 단용처리와 -0.50MPa PEG에 50mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(20℃에서 4일간 처리)를 혼용처리 후 발아온도를 10℃, 15℃, 20℃, 25℃, 30℃ 및 35℃로 달리하여 이에 따른 효과를 조사하였다.

종자의 priming과 발아실험은 Jeong 등(2000)의 방법에 따랐으며, 대조구로 처리기간 동안 약제 대신에 증류수를 사용한 수침처리(water imbibed)와 아무런 처리를 하지 않은 무처리(Nonprimed)로 구분하여 실시하였다.

## 결과 및 고찰

Priming시 약제의 종류와 농도에 따른 발아율간에는 유의차가 인정되었으며, priming 약제 중 K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 및 NaOH에서는 전혀 발아되지 않았고 그 외의 약제들에서는 고농도인 200mM에서 낮아졌는데, 특히 KNO<sub>3</sub>는 50mM일 때 78%에서 200mM로 높아짐에 따라 57%로 현저히 낮아졌다(Table 1). 그리고 priming시 50mM에서는 수침처리와 무처리에 비하여 모두 발아율이 높았는데 특히 50mM 혹은 100mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>와 -0.50MPa 혹은 -0.75MPa PEG에서 가장 높았다. T50은 무처리의 3.6일에 비하여 200mM Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>를 제외한 모든 처리약제에서 유의차가 나타나 초기발아율에 향상에 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 특히 50mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>와 -0.50MPa PEG 처리 시 무처리보다 각각 2.1일 및 2.0일 단축되는 효과가 있었지만 농도가 높아질수록 이러한 차이는 줄어들었다. 평균발아소요일수(MDG)도 T50과 같은 경향이었으며, 무처리의 4.3일 비하여 -0.50MPa PEG 처리 시 2.1일로 2.2일 단축되었으며, 농도가 높아질수록 이러한 경향은 줄어들었다.

처리온도 및 처리기간에 따라 발아율에 유의차가 있었는데, 처리온도에 따라서는 20℃ 처리가 15℃와 25℃보다 높았으며 처리기간이 길어질수록 낮아지는 경향이였다. Priming 종자는 처리온도 20℃에서 발아율이 다소 높았으나 무처리와는 차이가 없었다. 그리고 처리온도 20℃에서 2일 처리 및 4일 처리기간에는 유의차가 없었으나 6일 처리 시에는 감소되었다(Table 2). T50도 처리온도 및 처리기간 모두에서 유의차가 있었는데 priming 종자는 처리온도 15℃와 25℃에 비하여 20℃에서 단축효과가 더 있었으며, 처리기간이 길어질수록 더 효과적이었다. 특히 20℃에서 4일 및 6일 처리 시 무처리에 비하여 각각 2.3일 단축되었다. Priming 종자의 MDG도 T50과 같은 경향으로 처리온도 및 처리기간 모두에서 유의차가 있었으며, 20℃에서 4일 및 6일 처리 시 1.8일로 무처리에 비하여 2.4일 단축되었다. 처리기간 중 유근돌출은 2일 처리 시까지는 발생되지 않았으나 수침종자는 처리온도에 관계없이, priming 종자는 20℃와 25℃에서 4일째부터 발생되기 시작하였다. 그리고 처리기간이 길어질수록 priming 종자 및 수침종자 모두 발생정도가 높아졌다.

발아온도에 따른 발아율은 -0.50MPa PEG 단용처리 시 15℃에

서 30℃ 사이에서는 무처리와 유의차가 없었으나, 10℃에서는 무처리에 비하여 34%, 35℃에서는 15% 높았다. T50은 모든 발아온도에서 단축되었는데, 단용처리 시 무처리에 비하여 10℃에서는 9.3일, 15℃에서는 3.9일, 30℃에서는 2.1일, 35℃에서는 6.3일 단축되었다. MDG도 T50과 같은 경향으로 무처리에 비하여 10℃에서는 7.8일, 35℃에서는 5.9일 단축되었다(Table 3). -0.50MPa PEG에 50mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 혼용처리 시 발아율은 단용처리와는 다르게 10℃를 제외하고는 모두 무처리에 비하여 낮아지는 경향이였으며, 특히 30℃와 35℃에서 각각 23% 및 19% 감소되었다. 그러나 T50은 모든 발아온도에서 단축되었는데, 무처리에 비하여 10℃에서는 9.2

**Table 1.** Effect of priming chemicals and their concentrations on percent germination, number of days to attain 50% of the final germination percentage (T50), mean number of days to germination (MDG) of salvia seeds.

Seed treatment <sup>z</sup> Chemical conc.	Germination (%)	T50 (day)	MDG (day)	
KNO <sub>3</sub>	50 mM	78 a <sup>y</sup>	1.8 b	2.5 a
	100 mM	72 a	2.1 ab	2.7 a
	200 mM	57 b	2.4 a	2.8 a
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	50 mM	82 a	1.5 b	2.3 b
	100 mM	82 a	1.9 a	2.5 ab
	200 mM	71 b	2.1 a	2.6 a
K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	50 mM	0 <sup>x</sup>	-	-
	100 mM	0	-	-
	200 mM	0	-	-
NaOH	50 mM	0	-	-
	100 mM	0	-	-
	200 mM	0	-	-
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	50 mM	80 a	2.2 c	2.9 c
	100 mM	80 a	2.6 b	3.3 b
	200 mM	78 a	4.1 a	4.6 a
PEG	-0.50 MPa	82 a	1.6 d	2.1 d
	-0.75 MPa	82 a	2.0 c	2.5 c
	-1.00 MPa	74 a	2.2 b	2.8 b
	-1.25 MPa	74 a	2.5 a	3.1 a
Water imbibed	75	1.7	2.5	
Nonprimed	73	3.6	4.3	
Significance				
Chemical (A)	**	**	**	
Concentration (B)	**	**	**	
A × B	**	**	**	

<sup>z</sup>Seeds were dark-primed at 15℃ for 4 days and dark-germinated at 20℃ for up to 15 days. Seeds imbibed without chemicals and those taken fresh from seed package are referred to as 'Water imbibed' and 'Nonprimed', respectively.

<sup>y</sup>Means in columns within each priming chemical are separated by DMRT at P = 0.05.

<sup>x</sup>Seeds did not germinate in 15 days.

\*\* Significant at P = 0.01.

**Table 2.** Effect of priming temperatures and durations on percent germination, T50, MDG, and RPDP of salvia seeds.

Priming temp. (°C)	Priming duration (day)	Seed treatment <sup>z</sup>	Germ. (%)	T50 (day)	MDG (day)	RPDP (%)
15	2	PEG -0.50 MPa	83 a <sup>y</sup>	2.4 b	3.2 c	0
		Water imbibed	73 bc	2.7 b	3.7 b	0
		Nonprimed	82 ab	3.6 a	4.4 a	0
	4	PEG -0.50 MPa	79 ab	1.6 c	1.9 de	0
		Water imbibed	76 abc	1.3 c	2.2 d	5.9
		Nonprimed	76 abc	3.5 a	4.2 a	0
	6	PEG -0.50 MPa	67 c	1.3 c	1.8 e	0.3
		Water imbibed	67 c	1.3 c	1.8 e	47.4
		Nonprimed	83 ab	3.4 a	4.2 a	0
20	2	PEG -0.50 MPa	82 a	1.7 d	2.3 d	0
		Water imbibed	73 b	1.9 c	2.9 c	0
		Nonprimed	86 a	3.7 a	4.5 a	0
	4	PEG -0.50 MPa	82 a	1.2 e	1.8 e	0.9
		Water imbibed	59 c	2.0 c	3.0 c	33.7
		Nonprimed	82 a	3.5 b	4.2 b	0
	6	PEG -0.50 MPa	68 b	1.1 e	1.8 e	9.2
		Water imbibed	66 bc	1.1 e	1.7 e	41.6
		Nonprimed	83 a	3.4 b	4.2 b	0
25	2	PEG -0.50 MPa	75 a	1.8 d	2.6 d	0
		Water imbibed	61 b	2.8 c	3.5 c	0
		Nonprimed	77 a	3.5 b	4.2 b	0
	4	PEG -0.50 MPa	79 a	1.5 d	2.1 e	0.3
		Water imbibed	58 b	2.6 c	3.4 c	24.2
		Nonprimed	80 a	3.6 b	4.4 ab	0
	6	PEG -0.50 MPa	55 b	1.5 d	2.2 de	14.7
		Water imbibed	40 c	3.9 a	4.7 a	26.6
		Nonprimed	77 a	3.5 b	4.2 b	0
Significance						
Priming temperature (A)			**	**	**	
Priming duration (B)			**	**	**	
Seed treatment (C)			**	**	**	
A × B			**	**	**	
A × C			**	**	**	
B × C			**	**	**	
A × B × C			*	**	**	

<sup>z</sup>Seeds were dark-primed and dark-germinated at 20°C for up to 15 days. Seeds imbibed without chemicals and those taken fresh from seed package are referred to as 'Water imbibed' and 'Nonprimed', respectively.

<sup>y</sup>Means in columns within each priming temperature are separated by DMRT at  $P = 0.05$ .

\*, \*\* Significant at  $P = 0.05$  and  $0.01$ , respectively.

일, 15°C에서는 2.8일, 30°C에서는 1.5일, 35°C에서는 4.0일 단축되었다. MDG도 T50과 같은 경향으로 무처리에 비하여 10°C에서는 8.7일, 35°C에서는 4.29일 단축되었다. Priming시 단용처리와 혼용처리를 비교해 보면, 발아율은 10°C와 15°C에서는 유의차가 없었지만 그 이상의 발아온도에서는 단용처리가 높게 나타났으며 T50 및 MDG도 10°C를 제외하고 모두 단용처리가 빠르게 나타났다.

Carpenter(1989)는 샬비아 종자처리 시 PEG의 삼투포텐셜이 높

을수록 발아율은 감소하였으며, -0.80MPa에서 발아율 향상에 효과적이며, priming 종자의 발아율은 무처리에는 전혀 발아되지 않았던 35°C에서 65%, 10°C에서도 무처리의 36%에 비하여 70% 발아되었다고 하였다. 또한, priming 처리 후 직과 시에도 유묘 출현율과 유묘 출현 소요일수가 10°C에서 무처리는 52%와 26일에 비하여 68%와 16일, 30°C에서도 45%와 11일에 비하여 69%와 6.5일을 나타내어 매우 효과적이었다고 하였다. 본 실험에서도 발아율은

**Table 3.** Effect of germination temperature on percent germination, T50, and MDG of salvia seeds.

Germination temp. (°C)	Seed treatment <sup>z</sup>	Germ. (%)	T50 (day)	MDG (day)
10	PEG -0.50 MPa	70 a <sup>y</sup>	3.4 b	5.0 b
	PEG -0.50 MPa+KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 50 mM	71 a	3.5 b	4.1 c
	Water imbibed	52 b	3.6 b	4.7 b
	Nonprimed	36 c	12.7 a	12.8 a
15	PEG -0.50 MPa	80 a	2.4 d	3.5 c
	PEG -0.50 MPa+KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 50 mM	78 a	3.5 b	4.2 b
	Water imbibed	69 b	2.9 c	4.5 b
	Nonprimed	79 a	6.3 a	7.2 a
20	PEG -0.50 MPa	82 a	1.4 c	2.2 c
	PEG -0.50 MPa+KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 50 mM	74 ab	1.6 bc	2.3 c
	Water imbibed	71 b	1.9 b	3.3 b
	Nonprimed	84 a	3.9 a	4.8 a
25	PEG -0.50 MPa	79 a	0.9 c	1.5 d
	PEG -0.50 MPa+KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 50 mM	70 a	1.3 bc	1.8 c
	Water imbibed	69 a	1.6 b	2.6 b
	Nonprimed	81 a	2.8 a	3.6 a
30	PEG -0.50 MPa	58 a	0.8 c	1.5 c
	PEG -0.50 MPa+KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 50 mM	35 b	1.4 b	2.8 b
	Water imbibed	27 b	1.4 b	2.4 b
	Nonprimed	58 a	2.9 a	3.7 a
35	PEG -0.50 MPa	53 a	1.4 c	2.8 b
	PEG -0.50 MPa+KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 50 mM	19 c	3.7 b	4.5 b
	Water imbibed	14 c	2.0 bc	3.8 b
	Nonprimed	38 b	7.7 a	8.7 a

<sup>z</sup>Seeds were dark-primed at 20°C for 4 days and dark-germinated at 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C or 35°C for up to 15 days. Seeds imbibed without chemicals and those taken fresh from seed package are referred to as 'Water imbibed' and 'Nonprimed', respectively.

<sup>y</sup>Means in columns within each germination temperature are separated by DMRT at  $P=0.05$ .

K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 및 NaOH에서는 전혀 발아되지 않았으나 그 외의 약제들은 고농도에서 낮아졌으며, 50mM 혹은 100mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>와 -0.50 MPa 혹은 -0.75MPa PEG에서 가장 높았다. T50과 MDG는 50mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>와 -0.50MPa PEG 처리 시 단축되는 효과가 있어 초기발아율 향상에 효과적이었다.

샬비아 종자의 priming시 처리온도와 처리기간에 대한 연구는 없으나 일반적으로 고추는 20°C에서 7일(Kang 등, 1997), 25°C에서 7일 처리(Bradford 등, 1990), 토마토는 20°C에서 4일(Kang과 Cho, 1996), 5일 처리(Argerich와 Bradford, 1989), 당근은 15°C에서 14일 처리(Gray 등, 1990), 양파는 20°C에서 7일 처리(Ellis와 Butcher, 1988)시 초기발아율 및 발아소요일수 단축에 효과적이라고 하였다. 그 외 박 종자 priming시 20°C에서 12시간(Moon 등, 1999), 상온에서 3일 처리(Yoo 등, 1996), 들깨 종자는 20°C에

서 4일 처리 시(Kang 등, 1997) 발아율 향상 및 발아소요일수가 단축되었다고 한다. 본 연구에서는 처리온도 및 처리기간에 따라 발아율은 20°C 처리에서 높았으며 처리기간이 길어질수록 낮아지는 경향이였다. Priming 종자의 T50과 MDG도 처리온도 20°C에서, 처리기간이 길어질수록 더 효과적이었다. 특히 20°C에서 4일 및 6일 처리 시 무처리에 비하여 각각 2.3일 단축되었다.

Priming후 발아온도에 따라서도 고추는 15°C에서 처상 후 4일째 무처리는 전혀 발아되지 않았으나 priming 종자는 85%(Kang 등, 1997), 토마토는 15°C와 35°C에서 90%와 96%로 무처리의 31%와 17%에 비하여 높았으며(Odell과 Cantliffe, 1986), 당근은 35°C의 고온에서도 74%로 무처리의 11%보다 발아율이 높았고(Cantliffe 등, 1987), 상추도 30°C에서 무처리는 전혀 발아되지 않았으나 priming 종자는 75%로 효과적이라고 하였다(Cantliffe 등, 1981). 본 실험에서도 발아온도에 따른 발아율은 -0.50MPa PEG 단용처리 시 10°C에서 무처리에 비하여 34%, 35°C에서는 15% 높았으며, T50은 모든 발아온도에서 단축되었는데 무처리에 비하여 10°C에서는 9.3일, 35°C에서는 6.3일 단축되었다. MDG도 무처리에 비하여 10°C에서는 7.8일, 35°C에서는 5.9일 단축되었다. 그러나 혼용처리 시 발아율은 10°C를 제외하고는 모두 무처리에 비하여 낮아지는 경향이였으며, 특히 30°C와 35°C에서 각각 23% 및 19% 감소되었지만 T50 및 MDG는 모든 발아온도에서 단축효과가 나타났다.

이상의 선행 연구결과와 본 연구에서 나타난 결과를 비교검토해 보면 priming 효과 비교에서 정도의 차이는 있었지만 전체적인 경향은 일치하였으며, priming에 의해 고온성 발아종자는 저온에서도 발아율 향상 및 발아소요일수 단축효과를 보이므로 발아에 적합하지 않은 환경조건에서도 좋은 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대 된다.

## 초 록

샬비아 종자의 발아촉진을 위하여 priming 약제의 종류와 농도, priming시 처리온도와 처리기간, 그리고 priming후 발아온도에 따른 효과를 검토하였다. 샬비아 종자는 50mM 혹은 100mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>와 -0.50MPa 혹은 -0.75MPa PEG 8000에서 priming 하였을 때 발아율이 가장 높았다. 그리고 T50과 평균발아소요일수(MDG)는 50mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>와 -0.50MPa PEG 처리 시 단축효과가 가장 크게 나타나 초기발아율에 향상에 효과적이었다. 그러나 K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 및 NaOH 처리에서는 전혀 발아되지 않았다. 처리온도에 따라서는 15°C 및 25°C 처리에 비하여 20°C 처리가 가장 효과적이었다, 20°C에서 4일 및 6일 처리 시 무처리에 비하여 MDG가 2.3일 단축되었다. -0.50MPa PEG에서 priming후 발아온도에 따라서는 20°C에서 발아율이 높았으며, T50 및 MDG가 단축되었는데 이러한 경향은 10°C와 35°C에서 더 크게 나타났다. 그리고 -0.50 MPa PEG에 50mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 혼용처리 시는 10°C를 제외하고는 모든 발아온도에서 무처리에 비하여 발아율이 낮아지는 경향

이었지만 T50 및 MDG의 단축효과는 그대로 유지되었다.

추가 주요어 : 발아온도, 종자처리, 처리기간, 처리약제, 처리온도, T50, 평균발아소요일수

## 인용문헌

- Argerich, C.A. and K.J. Bradford. 1989. The effect of priming and ageing on seed vigour in tomato. *J. Exp. Bot.* 40:599-607.
- 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.
- Cantliffe, D.J., K.D. Shuler, and A.C. Guedes. 1981. Overcoming seed thermodormancy in a heat sensitive romaine lettuce by seed priming. *HortScience* 16:196-198.
- Cantliffe, D.J., M. Elballa, A. Guedes, G.B. Odell, P. Perkins-Veazie, J.R. Schultheis, D.N. Seale, K.D. Shuler, I. Tanne, and J.T. Watkins. 1987. Improving stand establishment of direct seeded vegetables in Florida. *Proc. Fla. Sta. Hort. Soc.* 100:213-216.
- Carpenter, W.J. 1989. *Salvia splendens* seed pregermination and priming for rapid and uniform plant emergence. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:247-250.
- Ellis, R.H. and P.D. Butcher. 1988. The effects of priming and 'Natural' differences in quality amongst onion seed lots on the response of the rate of germination to temperature and the identification of the characteristics under genotypic control. *J. Exp. Bot.* 39:935-950.
- Gray, D., J.R.A. Steckel, and L.J. Hands. 1990. Responses of vegetable seeds to controlled hydration. *Ann. of Botany* 66:227-235.
- Jeong, Y.O., S.M. Kang, and J.L. Cho. 2000. Germination of carrot, lettuce, onion and welsh onion seeds as affected by priming chemicals at various concentrations. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18:97-101.
- Kang, J.S. and J.L. Cho. 1996. Effect of optimal priming conditions on seed germination and seedling growth of tomato. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:645-651.
- Kang, J.S., J.L. Cho, and Y.W. Choi. 1997. Effect of priming conditions on germinability of perilla seeds. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:333-341.
- Kang, N.J., J.L. Cho, and S.M. Kang. 1997. Low temperature germinability of  $K_3PO_4$ -primed and pH-regulated seeds of pepper. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38:459-463.
- Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Hort. Rev.* 13:131-181.
- Michel, B.E. 1983. Evaluation of the water potentials of solutions of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. *Plant Physiol.* 72:66-70.
- Moon, B.S., Y.O. Jeong, and J.L. Cho. 1999. Seed treatment to improve germinability of gourd (*Lagenaria siceraria* Standl.). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17:747-749.
- Odell, G.B. and D.J. Cantliffe. 1986. Seed priming procedures and the effect of subsequent storage on the germination of fresh market tomato seeds. *Proc. Fla. Sta. Hort. Soc.* 99:303-306.
- Yoo, K.C., J.H. Kim, Y.R. Yeoung, and S.H. Lee. 1996. Effects of priming treatment on improving germination of gourd seeds. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:42-46.