

# Priming 처리시간 및 온도가 목초종자의 발아특성에 미치는 영향

김종덕\* · 권찬호\* · 허삼남\*\*

## Effects of Priming Duration and Temperature on the Germination of Forage Seed

Jong Duk Kim\*, Chan Ho Kwon\* and Sam Nam Hur\*\*

### ABSTRACT

Seed priming is an useful technique for increasing germination and early establishment of seedlings. In this experiment, the conditions for priming of pasture seeds (tall fescue, orchardgrass, alfalfa and white clover) have been optimized to ensure an early germination and more uniform growth of seedlings. The experiment was conducted in a split plot design with three replications. The main plots consisted of four different priming duration such as 2, 4, 6 and 8 days for grass, and 1, 2, 3 and 4 days for legume. The subplots were consisted of three priming temperature such as 10, 15 and 20°C. Effects of priming duration and temperature were different in all four pasture seeds examined. The germination of primed grass (tall fescue and orchardgrass) was the highest on 6 days in priming duration, whereas that of legume (alfalfa and white clover) was the highest on 2 days. In priming temperature, the germination of primed orchardgrass increased as decreasing temperature, however that of legume increased as increasing temperature. These results suggest that seed priming induced earlier and higher germination for all four pastures tested. However, the degree of priming effectiveness on pasture species depending on the priming duration and its temperature.

(Key words : Seed priming, Tall fescue, Orchardgrass, Alfalfa, White clover)

### I. 서 론

Priming 처리한 종자는 처리기간 동안 발아 되지 않고, 처리 후 priming 효과를 극대화 시킬 수 있는 priming 기간의 설정은 중요하다 (O'sullivan 및 Bouw, 1984; Smith와 Cobb, 1991; Suzuki 등, 1990). Priming 기간이 길거나 짧으면 최적 priming 기간보다 발아 소요일수가 늦어지는데 (Athertan과 Farooque, 1983; Bodsworth 및 Bewley, 1981; Smith와 Cobb, 1991), 적절한 priming 기간은 작물에 따라 다

르며 (조, 1998; 2001; 김 등, 2006), priming 약제 및 농도와 priming 온도도 큰 영향을 미치므로 이러한 요인들을 복합적으로 조절할 수 있어야 될 것이다. 이와 같이 priming 기간은 작물의 종류와 품종 및 연구자에 따라 몇 시간에서 몇 주까지 그 범위가 다양하며, priming 효과를 극대화 시킬 수 있는데 중요한 역할을 한다 (조, 1998; 2001; Khan, 1992; Smith 및 Cobb, 1991).

Priming 최적기간은 작물에 따라 6시간에서 28일까지 보고되었으며, priming 온도는 발아를

\* 천안연암대학(Cheonan Yonam College)

\*\* 전북대학교(Chonbuk National University)

Corresponding author : Chan Ho Kwon, Cheonan Yonam College, Sunghwan, Cheonan-Si 330-709, Korea

Tel: +82-41-580-1101, Fax: +82-41-580-1052, E-mail: chkwon@yonam.ac.kr

억제할 수 있는 15~25°C 범위가 가장 적합하며(조, 1998; Bradford, 1986; Khan, 1992), 연구자와 작물에 따라 10°C 및 30°C 등에서 발아 소요일수 단축에 효과적이라고 한다. 이와 같이 종자의 priming시 처리 약제의 종류와 농도 이외에도 priming 기간과 온도 역시 매우 중요한 요인이다. 따라서 본 시험에서는 priming 1차 시험(김 등, 2006)에서 선발한 약제를 기준으로 하여 적정 처리온도와 처리시간을 규명하기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험에 사용한 주요목초는 화본과 목초로 톨 페스큐와 오차드그라스를 사용하였으며, 두 과목초는 알팔파와 화이트 클로버로 사용하였다. Priming 약제와 농도는 priming 약제의 농도에서 선발된 처리구로 톨 페스큐는  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  200 mM, 오차드그라스는  $\text{K}_3\text{PO}_4$  50 mM, 알팔파 및 화이트 클로버는 PEG 30%를 처리하였다. Priming 처리기간은 화본과 목초는 2일, 4일, 6일 및 8일을 두과목초는 1일, 2일, 3일 및 4일로 달리 처리하였다. 한편 priming 처리온도는 10, 15 및 20°C로 하여 처리하여 비교하였다.

발아시험시 치상온도는 12시간 20°C(주간)와 12시간 30°C(야간)로 변온을 주었으며, 각 작물의 발아기준은 국제표준발아 시험법(AOSA, 1983)에 준하여 발아기에서 각 처리별로 3반복하여 조사하였다. 발아시험의 조사항목은 발아세(GE; germinative energy), 발아율(PG; percent germination), 평균발아소요일수(MDG; mean daily germination) 및 T50(days to reach 50% of the final germination percentage)을 조사하였다. 최종 발아율에 대한 50% 발아에 소요되는 일수(T50)는 Coolbear 등(1984)의 아래 공식을 이용하였다.

$$T50 = T_i + \frac{(N+1)/2 - N_i}{(N_j - N_i)} \times (T_j - T_i)$$

N : 최종 발아 조사기간까지 발아된 전체 종자수

$N_i$  : N에 대한 50% 직전까지 발아된 종자수의 합계

$N_j$  : N에 대한 50% 직후에 발아된 종자수의 합계

$T_i$ :  $N_i$  시점까지 소요된 발아기간

$T_j$ :  $N_j$  시점까지 소요된 발아기간

단,  $N_i < (N+1)/2 < N_j$  이어야 한다.

본 시험의 모든 성적은 SAS package program (Ver. 6.12)을 사용하여 분산분석을 실시하고 처리한 평균비교는 최소유의차 검정을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

Priming 처리시간과 온도에 따라서 톨 페스큐의 발아특성은 Table 1에서 보는바와 같이 톨 페스큐 종자의 priming 처리시간에서는 6일 처리가 다른 처리구보다 발아세와 발아율은 높았으나 발아소요일수인 MDG와 T50은 뚜렷한 경향이 없었다.

한편 톨 페스큐의 priming 온도에서는 발아세 및 발아율은 10°C가 다른 처리구보다 높았으며, 평균발아소요일수는 15°C가 다른 처리구보다 적게 소요되었다( $p < 0.05$ ).

Priming 처리시간과 온도가 오차드그라스의 발아율과 발아소요일수에 미치는 영향은 Table 2에서 보는 바와 같다. 먼저 priming 처리시간에서는 오차드그라스의 발아세, 발아율 및 T50은 6일 처리가 다른 처리구보다 발아율이 높고 T50은 단축하는 효과가 있었으나( $p < 0.05$ ), 평균발아소요일수는 처리간에 차이가 없었다.

한편 priming 온도에서는 오차드그라스의 발아세 및 발아율이 10°C에서 가장 높았으나( $p < 0.05$ ), 평균발아소요일수와 T50은 처리간에 유의적인 차이가 없었다.

Table 1. Effects of priming duration and temperature on the germination of tall fescue

| Priming duration (days)     | Priming temperature (°C) | GE (%) | PG (%) | MDG (days) | T50 (days) |
|-----------------------------|--------------------------|--------|--------|------------|------------|
| 2                           | 10                       | 65.3   | 88.0   | 3.1        | 3.6        |
|                             | 15                       | 60.8   | 78.9   | 2.7        | 3.2        |
|                             | 20                       | 62.5   | 81.7   | 2.8        | 3.4        |
| 4                           | 10                       | 48.5   | 89.5   | 3.0        | 5.0        |
|                             | 15                       | 57.3   | 76.0   | 2.7        | 3.6        |
|                             | 20                       | 36.0   | 87.3   | 3.1        | 4.5        |
| 6                           | 10                       | 62.7   | 90.0   | 3.2        | 2.9        |
|                             | 15                       | 74.2   | 91.0   | 3.1        | 3.2        |
|                             | 20                       | 55.0   | 82.8   | 3.0        | 3.6        |
| 8                           | 10                       | 52.7   | 80.8   | 2.7        | 3.7        |
|                             | 15                       | 43.3   | 73.3   | 2.6        | 5.2        |
|                             | 20                       | 42.7   | 80.7   | 2.9        | 4.4        |
| Mean of priming duration    |                          |        |        |            |            |
|                             | 2                        | 62.9   | 82.9   | 2.9        | 3.4        |
|                             | 4                        | 47.3   | 84.3   | 2.9        | 4.4        |
|                             | 6                        | 64.0   | 87.9   | 3.1        | 3.2        |
|                             | 8                        | 46.2   | 78.3   | 2.7        | 4.4        |
| Mean of priming temperature |                          |        |        |            |            |
|                             | 10                       | 57.3   | 87.1   | 3.0        | 3.8        |
|                             | 15                       | 58.9   | 79.8   | 2.8        | 3.8        |
|                             | 20                       | 49.1   | 83.1   | 3.0        | 4.0        |
| Significance                |                          |        |        |            |            |
|                             | Priming duration (D)     | 8.97   | 3.35   | 0.22       | 0.67       |
|                             | Priming temperature (T)  | 7.77   | 2.90   | 0.19       | NS         |
|                             | D×T                      | NS     | **     | NS         | NS         |

GE = germinative energy, PG = percent germination, MDG = mean daily germination, T50 = number of hours to 50% of the final germination percentage.

\*\* Means with significant at 1% level.

NS = not significant.

알팔파의 priming 처리시간과 온도에 따른 발아특성은 Table 3에서 보는바와 같이 발아세 및 T50은 처리간에 유의성이 있었으나, 발아율과 평균발아소요일수는 처리간에 유의적인 차

이가 없었다. Priming 처리시간에서는 알팔파의 발아세 및 T50은 화분과 목초와 다르게 2일 처리가 다른 처리구보다 높았다. 한편 priming 처리온도에서는 발아세와 T50은 화분과 목초와

Table 2. Effects of priming temperature and duration on the germination of orchardgrass

| Priming duration (days)     | Priming temperature (°C) | GE (%) | PG (%) | MDG (days) | T50 (days) |
|-----------------------------|--------------------------|--------|--------|------------|------------|
| 2                           | 10                       | 50.8   | 79.5   | 2.6        | 4.7        |
|                             | 15                       | 56.3   | 77.4   | 2.8        | 4.5        |
|                             | 20                       | 50.8   | 74.6   | 2.3        | 5.0        |
| 4                           | 10                       | 62.0   | 83.3   | 3.0        | 3.7        |
|                             | 15                       | 36.2   | 82.6   | 3.1        | 4.9        |
|                             | 20                       | 53.8   | 82.7   | 2.7        | 4.3        |
| 6                           | 10                       | 64.2   | 81.5   | 2.9        | 3.6        |
|                             | 15                       | 58.9   | 85.2   | 3.0        | 3.8        |
|                             | 20                       | 66.4   | 83.1   | 2.8        | 3.4        |
| 8                           | 10                       | 47.1   | 79.2   | 2.7        | 4.4        |
|                             | 15                       | 38.0   | 77.9   | 2.6        | 5.1        |
|                             | 20                       | 44.0   | 70.8   | 2.5        | 5.2        |
| Mean of priming duration    |                          |        |        |            |            |
|                             | 2                        | 52.6   | 77.2   | 2.6        | 4.7        |
|                             | 4                        | 50.7   | 82.9   | 2.9        | 4.3        |
|                             | 6                        | 63.2   | 83.3   | 2.9        | 3.6        |
|                             | 8                        | 43.0   | 76.0   | 2.6        | 4.9        |
| Mean of priming temperature |                          |        |        |            |            |
|                             | 10                       | 56.0   | 80.9   | 2.8        | 4.1        |
|                             | 15                       | 47.4   | 80.8   | 2.9        | 4.6        |
|                             | 20                       | 53.8   | 77.8   | 2.6        | 4.5        |
| Significance                |                          |        |        |            |            |
|                             | Priming duration (D)     | 9.72   | 5.44   | NS         | 0.25       |
|                             | Priming temperature (T)  | 8.42   | NS     | NS         | NS         |
|                             | D×T                      | *      | NS     | NS         | NS         |

GE = germinative energy, PG = percent germination, MDG = mean daily germination, T50 = number of hours to 50% of the final germination percentage.

\* Means with significant at 5% level.

NS=not significant.

다르게 온도가 높은 20°C가 다른 처리보다 우수하였다.

Priming 처리시간과 온도가 화이트 클로버의 발아 특성은 Table 4에서 보는 바와 같이 발아

세, 발아율 및 T50에서 처리간에 유의적인 차이가 있었으나, 평균발아소요일수는 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 먼저 priming 처리시간의 비교에서는 알팔파와 마찬가지로 2일 처

Table 3. Effects of priming temperature and duration on the germination of alfalfa

| Priming duration (days)     | Priming temperature (°C) | GE (%) | PG (%) | MDG (days) | T50 (days) |
|-----------------------------|--------------------------|--------|--------|------------|------------|
| 1                           | 10                       | 26.7   | 96.7   | 6.9        | 5.0        |
|                             | 15                       | 47.5   | 97.2   | 6.9        | 4.0        |
|                             | 20                       | 58.7   | 96.0   | 6.9        | 3.7        |
| 2                           | 10                       | 58.5   | 97.3   | 6.9        | 3.6        |
|                             | 15                       | 57.3   | 98.0   | 7.0        | 3.7        |
|                             | 20                       | 58.7   | 98.0   | 7.0        | 3.7        |
| 3                           | 10                       | 58.7   | 97.3   | 7.0        | 3.7        |
|                             | 15                       | 36.0   | 98.0   | 7.0        | 4.6        |
|                             | 20                       | 58.0   | 97.3   | 7.0        | 4.0        |
| 4                           | 10                       | 31.3   | 96.7   | 6.9        | 4.8        |
|                             | 15                       | 46.7   | 95.3   | 6.8        | 4.1        |
|                             | 20                       | 50.7   | 97.3   | 7.0        | 4.0        |
| Mean of priming duration    |                          |        |        |            |            |
|                             | 1                        | 44.3   | 96.6   | 6.9        | 4.2        |
|                             | 2                        | 58.2   | 97.8   | 7.0        | 3.7        |
|                             | 3                        | 50.9   | 97.5   | 7.0        | 4.1        |
|                             | 4                        | 42.9   | 96.4   | 6.9        | 4.3        |
| Mean of priming temperature |                          |        |        |            |            |
|                             | 10                       | 43.8   | 97.0   | 6.9        | 4.3        |
|                             | 15                       | 46.9   | 97.1   | 6.9        | 4.1        |
|                             | 20                       | 56.5   | 97.2   | 7.0        | 3.9        |
| Significance                |                          |        |        |            |            |
| Priming duration (D)        |                          | 5.24   | NS     | NS         | 0.25       |
| Priming temperature (T)     |                          | 3.62   | NS     | NS         | 0.22       |
| D×T                         |                          | *      | NS     | NS         | **         |

GE = germinative energy, PG = percent germination, MDG = mean daily germination, T50 = number of hours to 50% of the final germination percentage.

\* Means with significant at 5% level, \*\* Means with significant at 1% level.

NS=not significant.

리가 다른 처리보다 화이트 클로버의 발아세와 발아율이 높았고, T50은 짧았다 ( $p < 0.05$ ). Priming 처리온도에는 알팔파와 마찬가지로 온도가 높은 20°C가 다른 처리구보다 발아세와 발아율이 높고 T50은 짧게 소요되었다.

Alvarado 및 Bradford (1988)의 보고에 의하면 토마토 및 양파의 priming 처리시 PEG를 이용할 경우 처리일수에서는 차이가 없었으나 T50은 7일이 가장 빨랐으며, 다음은 5일, 4일, 2일 순이었다.  $K_2HPO_4 + KNO_3$ 를 혼용한 시험에서

Table 4. Effects of priming temperature and duration on the germination of white clover

| Priming duration (days)     | Priming temperature (°C) | GE (%) | PG (%) | MDG (days) | T50 (days) |
|-----------------------------|--------------------------|--------|--------|------------|------------|
| 1                           | 10                       | 65.6   | 94.5   | 6.5        | 3.3        |
|                             | 15                       | 59.6   | 96.7   | 7.0        | 3.7        |
|                             | 20                       | 79.3   | 97.3   | 7.0        | 3.1        |
| 2                           | 10                       | 74.7   | 94.0   | 6.8        | 3.2        |
|                             | 15                       | 75.8   | 96.5   | 6.4        | 3.1        |
|                             | 20                       | 82.0   | 96.0   | 6.9        | 3.1        |
| 3                           | 10                       | 59.6   | 93.2   | 6.8        | 3.7        |
|                             | 15                       | 56.0   | 91.3   | 6.8        | 3.9        |
|                             | 20                       | 83.0   | 96.7   | 7.0        | 2.7        |
| 4                           | 10                       | 58.0   | 95.3   | 7.0        | 3.7        |
|                             | 15                       | 60.1   | 96.6   | 6.8        | 3.7        |
|                             | 20                       | 57.0   | 98.0   | 7.0        | 3.8        |
| Mean of priming duration    |                          |        |        |            |            |
|                             | 1                        | 68.2   | 96.2   | 6.8        | 4.3        |
|                             | 2                        | 77.5   | 95.5   | 6.7        | 3.1        |
|                             | 3                        | 66.2   | 93.7   | 6.9        | 3.4        |
|                             | 4                        | 58.4   | 96.6   | 6.9        | 3.7        |
| Mean of priming temperature |                          |        |        |            |            |
|                             | 10                       | 64.5   | 94.3   | 6.8        | 3.5        |
|                             | 15                       | 62.9   | 95.3   | 6.8        | 3.6        |
|                             | 20                       | 75.3   | 97.0   | 7.0        | 3.2        |
| Significance                |                          |        |        |            |            |
| Priming duration (D)        |                          | 2.86   | 1.76   | NS         | 0.20       |
| Priming temperature (T)     |                          | 2.27   | 1.52   | NS         | 0.17       |
| D×T                         |                          | *      | NS     | NS         | **         |

GE = germinative energy, PG = percent germination, MDG = mean daily germination, T50 = number of hours to 50% of the final germination percentage.

\* Means with significant at 5% level, \*\* Means with significant at 1% level.

NS=not significant..

도 (Agrerich 등, 1990)는 5일 처리가 초기발아율과 발아소요일수를 단축하여 유묘출현을 향상에 효과가 있다고 하여 본 시험의 화본과 목초의 T50 결과와 비슷한 경향을 보였다. 한편

토마토와 양파의 priming 온도에 따른 효과는 처리간에 효과가 없다고 하여 (Argerich 등, 1990; Haigh 등, 1986) 본 시험의 오차드그라스 시험과 같은 경향을 보였으나 다른 초종과는

달랐다.

Suzuki 등(1989)와 Cantliffe 등(1987)의 당근 시험에서는 priming 처리시 온도를 증가함에 따라 발아소요일수가 증가한다고 하여 본 시험과 두과목초와 비슷한 경향을 보였다.

이와 같이 priming 최적시간은 작물에 따라 6시간에서 28일까지 보고되었으며(조, 1998), priming 온도는 발아를 억제할 수 있는 15~25℃ 범위가 적합하며(Bradford, 1986; Khan 등, 1980/1981; Khan, 1991), 연구자와 작물에 따라 10℃ 및 20℃ 등에서 발아 및 유모출현소요일수 단축에 효과적이라고 하였다(조 1998; 2001; 김 등, 2006). 동일작물의 경우에도 연구자에 따라 priming 기간과 온도가 다르게 나타나는 경우가 많은 것은 공시재료의 품종과 발아율 및 T50 등의 판단기준이 다소 다른 것이 원인이 될 수 있을 것으로 추측되었다.

이상의 목초 priming에서 약제의 처리시간과 온도에 따른 종자의 발아특성 비교에서는 초종에 따라 priming 처리시간과 온도가 달랐다. 특히 화분과목초의 priming 처리시간은 6시간이 발아특성이 우수한 반면 두과목초는 2시간이 다른 처리구보다 우수하였다. 발아온도에서는 화분과 목초는 낮은 온도에서 두과목초는 높은 온도에서 발아특성이 우수한 경향을 보였다. 따라서 목초의 priming에서는 각 초종에 적합한 처리시간과 온도를 선택하여 처리하는 것이 중요할 것으로 판단되었다.

#### IV. 요약

종자의 priming은 종자의 발아율 향상과 유식물의 초기정착에 중요한 기술 중의 하나이다. 본 시험에서는 목초의 주요 초종인 tall fescue, orchardgrass, alfalfa 및 white clover의 발아율 향상과 발아 균일도를 증가시키기 위하여 priming 처리기간과 처리온도에 따라서 목초의 발아율을 조사하였다. 본 시험은 분할구 배치법으로 주구는 priming 처리시간으로 화분

과 목초는 2일, 4일, 6일 및 8일을 두었으며, 두과목초는 1일, 2일, 3일 및 4일을 두었다. 세구는 priming 온도로 화분과 두과 목초 모두 10, 15 및 20℃를 두었다. Priming후 발아율, 발아율, 평균발아소요일수 및 T50은 초종과 priming 처리기간 및 온도에 따라 다르게 나타났다. Priming 처리기간에서는 화분과 목초인 톨 페스큐와 오차드그라스는 6일에 발아율이 높았으나, 두과목초인 알팔파와 화이트 클로버는 2일에 발아율이 높았다. 한편 priming 처리 온도에서는 오차드그라스는 온도가 낮아짐에 따라 발아율이 증가하였으나, 두과목초인 알팔파와 화이트 클로버는 온도가 10℃에서 20℃로 증가함에 따라 발아율이 증가하였다. 이상의 결과를 종합해 보면 목초의 priming은 초종에 따라 적정 처리시간 및 온도가 달랐다.

#### V. 사 사

본 연구는 농림수산식품부 농림기술관리센터의 연구비 지원의 일부에 의해 수행된 것으로, 이에 감사를 드립니다.

#### VI. 인 용 문 헌

1. 김종덕, 권찬호, 채상헌, 허삼남, 김종근. 2006. Priming 약제의 종류와 농도가 목초종자의 발아에 미치는 영향. 한초지 26(4):277-284.
2. 조정래. 1998. 채소 및 화훼종자의 고품질화 기술 개발을 위한 priming 및 coating에 관한 연구. 농림부, 농림기술관리센터 보고서.
3. 조정래. 2001. 당근의 종차처리와 기계파종 기술 개발. 농림부, 농림기술관리센터 보고서.
4. Alvarado, A.D. and K.J. Bradford. 1988. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seed. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability. Seed Sci. & Technol. 16:601-612.
5. Argerich, C.A., K.J. Bradford and F.M. Ashton. 1990. Influence of seed vigor and preplant herbicides on emergence, growth, and yield of

- tomato. HortScience 25:288-291.
6. Association of official seed analysis. 1983. Rules for testing seeds. Proc. Assoc. Seed Anal. 54:1-112.
  7. Atherton, J.G. and A.M. Farooque. 1983. High temperature and germination in spinach. II. Effect of osmotic priming. Scientia Horticulture 19:221-227.
  8. Bodsworth, S. and J.D. Bewley. 1981. Osmotic priming of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperature. Can. J. Bot. 59:672-676.
  9. Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress condition. HortScience 26:1105-1112.
  10. Cantliffe, D.J., M. Elballa, A. Guedes, G.B. Odell, P. Perkins-Veazie, Jr. Schultheis, D.N. Seale, K. D. Shuler, I.T. Tanne and J.T. Watkins. 1987. Improving stand establishment of direct seeded vegetables in florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100:213-216.
  11. Coolbear, P., A. Francis and D. Grierson. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. J. Exp. Bot. 35:1609-1617.
  12. Haigh, A.M., E.W.R. Barlow, F.L. Miltrope and P.J. Sinclair. 1986. Field emergence of tomato (*Lycopersicon esculentum*), carrot (*Daucus carota*) and onion (*Allium cepa*) seeds primed in an aerated salt solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:660-665.
  13. Khan, A.A. 1980/81. Hormonal regulation of primary and secondary seed dormancy. Isr. J. Bot. 29:207-224.
  14. Khan, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev. 13:131-181.
  15. O'sullivan, J. and W.J. Bouw. 1984. Pepper seed treatment for low temperature germination. Can. J. Plant. Sci. 64:387-393.
  16. Smith, P.T. and B.G. Cobb. 1991. Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solution and water. HortScience 26:417-419.
  17. Suzuki, H., S. Obayashi and H. Luo. 1989. Effects of salt solutions on the priming of cereal vegetable seeds. J. Japan Soc. Hort. Sci. 58:131-138.
  18. Suzuki, H., S. Obayash, J. Yamagish and S. Inanaga. 1990. Effect of pH of tertiary phosphates solutions on radicals protrusion during priming of carrot seeds. J. Japan Soc. Hort. Sci. 62:143-148.
- (접수일: 2008년 10월 6일, 수정일 1차: 2008년 11월 10일, 수정일 2차: 11월 28일, 게재확정일: 2008년 12월 8일)