

# 냉·온수에 의한 온도조절 및 가습식 발아장치 개발

## Development of Humidification Type Germination System Controlled Water Temperature by the Cooler and Heater

장유섭\* · 김동익 · 김종구 · 김현환 · 이동현

Chang, Y. S. · Kim, D. E. · Kim, C. G. · Kim, H. H. · Lee, D. H.

National of Agricultural Mechanization Research Institute, RDA, Suwon 441 440, Korea

### 서 론

채소의 공장적 생산에 있어서 재배적인 측면에서 육묘 관리 재배관리, 환경제어 등은 매우 중요하다. 그 중에서도 육묘 관리가 잘못되면 엽채류의 공장적 생산에서 중요한 1일 정식, 1일 수확이 어렵게 된다. 상추의 발아적온은 18~25℃이다. 그러나 작물재배 관리에 중점을 둔 환경인 조절하는 온실 내에서는 쉽게 발아적온을 맞추기 어렵다. 따라서 별도의 발아장치가 필요하게 된다.

종자는 적당한 수분과 온도 및 산소를 공급해 주면 발아하게 된다. 종자 중에는 옥수수, 호박 등과 같이 수중에서는 전혀 발아하지 않는 종자, 토마토, 담배 등과 같이 수중에서 발아율이 떨어지는 종자 그리고 상추와 당근 등과 같이 수중에서도 잘 발아하는 종자가 있다. 상추는 수중에서도 발아가 잘되기 때문에 발아실내 상대습도를 100%로 유지함으로써 발아를 촉진되고 발아실에 투입된 후에는 별도의 수분공급이 필요 없다.

본 연구에서는 초음파 가습기를 이용하여 상대습도 100%를 유지시키고 온수 냉·난방을 하는 가습식 발아장치를 개발하고 원하는 시기에 발아를 시키기 위한 적정 조건을 구명하기 위하여 성능시험을 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 가. 가습식 발아 장치

가습식 발아장치는 그림 1에서 보는 바와 같이 온도·습도 조절형으로 제작하였으며, 발아실 온도는 히터와 냉동기에 의해 조절된다. 발아장치의 좌우 벽면에 히터나 냉동기에 의해 온도가 조절된 물이 흐르도록 하여 발아실 온도가 조절되며, 습도는 발아실 측면에 초음파가습기가 설치되어 발아실 상부에서 증기가 아래로 낙하하여 하부 물탱크로 순환하도록 제작되었다. 온도는 0~50℃, 습도조절은 50~100 % 범위에서 조절 가능하도록 제작하였다.



Fig. 1. View of Germination System

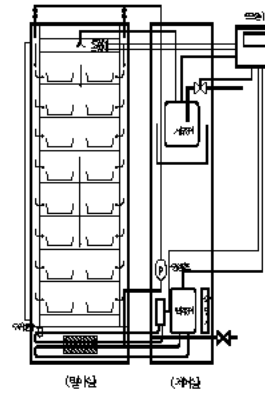


Fig. 2. Schematic Diagram of Germination System

표1 은 발아장치의 제원으로 온도조절범위는 10~50℃이고 습도조절범위는 50~100%이다. 온·습도 제어 및 설정은 터치스크린의 화면이 탑재된 PID제어가 가능한 컨트롤러를 사용하여 설정치 변경이 용이하도록 제작하였다.

Table 1. Specification of Germination System

Size (W×D×H,cm)	Range of temperature control (℃)	Range of humidity control (RH,%)	Cooling capacity (kW)	Heating capacity (kW)	Pump capacity for Water circulation (kW)
110×90×180	10~50	50~100	0.75	0.4	0.4

#### 나. 가습장치

초음파 가습장치는 그림 2에서 보는 바와 같이 시판용 초음파 가습기에 외부에서 자동으로 연속급수가 가능하도록 솔레노이드밸브, 수위센서 그리고 레벨스위치의 조합으로 제작하였다. 물이 부족해지면 수위감지에 의해 자동으로 채워지도록 하였다.

#### 다. 시험방법

발아장치의 성능은 세팅온도를 다르게 설정한 다음, 발아장치를 가동후 설정온도에 도달하는 시간과 설정습도에 도달하는 시간을 조사하였으며, 시간경과에 따른 발아실내 설정온·습도 유지여부를 조사하였다. 온습도는 HOBO센서를 사용하여 측정하였다. 발아실내 온도에 따른 상추종자의 발아율과 발아시간을 조사하여 발아효과를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 가. 목표값에 도달하는 시간

본 발아장치를 off 상태에서 온도를 24, 26, 28℃로, 습도를 100%로 설정한 후 가동 시켰을 때 온, 습도의 경시적 변화를 분석한 결과를 그림 3에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 온도가 높아질수록 목표온도에 도달하는 시간이 늦어졌을 뿐만 아니라 목표 습도에 도달하는 시간도 늦어졌다. 표2에서 보는 바와 같이 목표 온도에 도달하는 시간은 설정 온도가 24, 26, 28℃일 때, 각각 43, 57.5, 83.5분이 소요되었고, 설정 습도 값에 도달하는 시간은 각각 19.0, 27.5, 30.0분이 소요되었다. 따라서 초기에 발아 장치를 가동시킬 경우에는 2시간이상 충분한 안정화 시간이 필요하다.

Table 2. Adjusting time to target temperature by setting temperature.

Item	Temperature		
	24℃	26℃	28℃
Adjusting time to target temperature (min)	43.0	57.5	83.5
Adjusting time to target humidity (min)	19.0	27.5	30.0

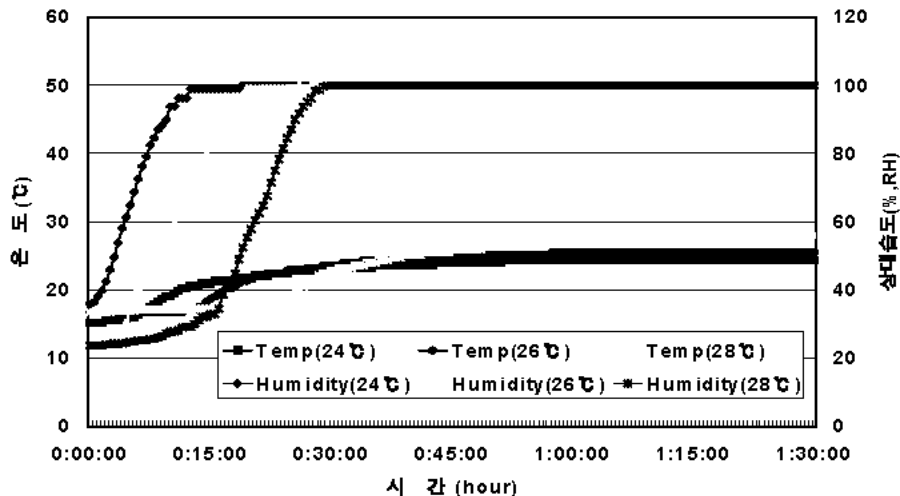


Fig. 3. Range of temperature and humidity in chamber

### 나. 발아실의 온·습도 조절성

발아실내 설정온도를 24, 26, 28, 30℃로 설정하고 습도를 100%로 하며 온·습도 조절 성능을 조사한 결과를 그림 4에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 습도는 거의 100%를 유지하였으며, 온도는 각 설정온도를 중심으로 +0.25℃ 오차를 두고 파형을 형성하며 조절되었다. 온도조절의 경우 계측기의 오차범위 내에서 온도와 습도조절이 잘 되는 것으로 나타났다.

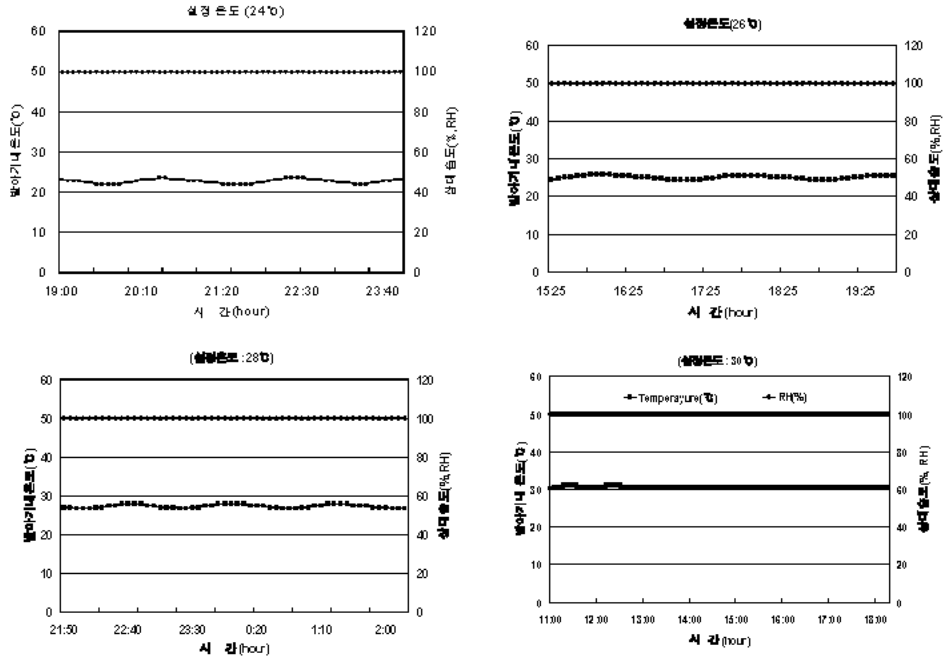


Fig. 4. Change of temperature and humidity in chamber

#### 다. 발아율 및 발아시간

설정온도에 따른 발아율은 표 3에서 보는 바와 같이 18~30°C 온도조절 범위에서 상추의 발아가 거의 대부분 발아는 잘되는 것으로 나타났다. 청치마 상추를 공시종자로 하여 종자가 100% 수준으로 발아 될때까지 발아기에 넣어둔 후에 조사한 결과 온도 18°C에서 상추의 도장이 심하였고 발아 상태가 고르지 못하였으며 온도가 28°C 이상이면 발아시간은 짧으나 다소 도장하는 경향이 나타났다.

Table 3. Germination time by temperature in chamber

Item	Temperature(°C)						
	18	20	22	24	26	28	30
Germination percentage(%)	99.5	100	100	100	100	100	99.5
Germination time(hr)	58.5	49.5	47.5	47.5	45.1	45.1	45.5

#### 라. 치상후 발아상태

발아장치에서 꺼낸 후의 24°C에서 조사한 발아상태는 그림 5에서 보는 바와 같이 양호한 성장을 보였다. 발아장치에서 꺼낸 후 3일 후에는 2엽의 전개가 보이며 5일 후에는 3엽이 전개된다. 또한 발아세도 균일한 모습이었으며 100% 발아하였다.

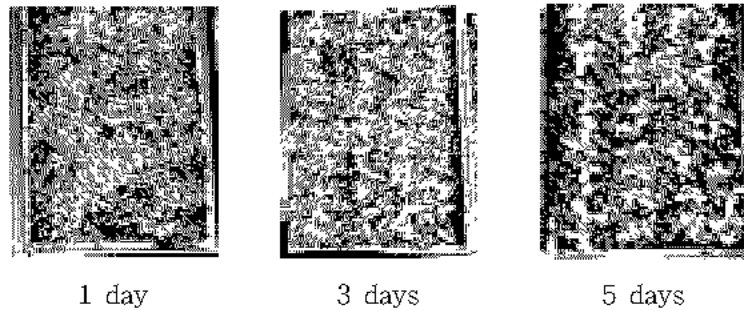


Fig. 5. Growing status of nursery plant after germination

#### 4. 요약 및 결론

본 연구는 상대습도 100%를 유지시킬 수 있도록 하기 위한 발아장치로 온수 냉·난방과 가습기를 이용한 발아장치를 개발하고 발아장치의 성능을 평가한 결과는 다음과 같다.

1. 발아장치는 난방용 히터, 냉각기 그리고 초음파가습기로 구성되었으며, 터치스크린 탑재형의 컨트롤러로 설정치변경과 온·습도 조절이 가능하도록 제작하였다.

2. 발아실내 설정온도, 습도에 도달하는 시간은 설정온도가 높을수록 늦어졌으며, 발아실내 온도유지는 각 설정온도를 중심으로  $+0.25^{\circ}\text{C}$ 차로 나타났으며, 특히 습도에 있어서는 거의 100%를 유지하였다.

3. 상추의 발아율은  $22\sim 28^{\circ}\text{C}$ 에서 가장 좋았으며,  $18, 20^{\circ}\text{C}$ 에서는 대부분이 발아하는데 소요되는 시간이 길어 상추모가 도장하였다.

4. 아편로 성능평가를 좀더 세분화하여 발아자릿의 성능향상과 기보급된 발아장치의 개량에 필요한 자료도 제공될 것으로 기대된다.

#### 5. 참고문헌

1. 禹永滄 등. 1995. 상추種子 發芽時  $\text{CO}_2$ 生成과 種子活力과의 關係. 農業論文集 37(1) : 193~199.
2. 池泳麟. 1986. 栽培學汎論 p399~408. 향문사.
3. Guedes, A. Cd. and D.J.Canliffe. 1980. Germination of lettuce seeds at high temperature after seed priming. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(6) : 777~781.
4. Hargurdeep, S. S., E. D. Coonsolacion, P. K. Bassi, and M. S. Spencer. 1986. Requirement for ethylene synthesis and action during relief of thermoinhibition of lettuce seed germination by combinations of gibberellic acid, kinetin, and carbon dioxide. Plant Physiol. 81 : 950 ~953.