

포화가습식 발아장치의 성능평가

Performance Test of A Saturation Humidification Type Germination System

장유섭* 김동억* 김중구* 김현환* 이동현*
정회원 정회원 정회원 정회원 정회원
Y. S. Chang D. E. Kim C. G. Kim H. H. Kim D. H. Lee

1. 서론

식물의 공장적 생산에 있어서 재배적인 측면에서 중요한 요소 중의 하나는 환경조절과 양액제어 그리고 종자발아기술, 녹화기술일 것이다. 그 중에서도 종자를 파종한 후의 발아기간이 일정하지 않거나 조절이 어려우면 업체류의 공장적 생산에서 중요한 매일 정식, 매일 수확이 어렵게 된다. 일반적으로 상추의 발아적온은 18~25℃이다. 그러나 작물생육에 중점을 두어 환경을 조절하는 현재의 제어온실내에서는 발아적온을 맞추기가 어렵다. 따라서 별도의 발아장치가 필요하다.

상추는 다른 작물에 비하여 발아적온 범위가 상당히 좁아 약간의 온도범위를 벗어나도 발아율이 0에 가깝게 급격히 떨어진다. 상추종자의 발아촉진을 위한 물질로 GA와 Cytokinin이 효과가 있으며, 발아온도 20, 25, 30℃ 수준에서 실험한 결과 높은 온도로 갈수록 보정상관관계수의 수치가 증가하였으나 발아력에 있어서는 25℃에서는 유의성은 없었으나 30℃수준에서는 유의성이 인정되었다.¹⁾³⁾⁴⁾

종자는 적당한 수분과 온도 및 산소를 공급해 주면 발아하게 된다. 종자 중에는 옥수수, 호박 등과 같이 수중에서는 전혀 발아하지 않는 종자와 토마토, 담배 등과 같이 수중에서 발아율이 떨어지는 종자 그리고 상추와 당근 등과 같이 수중에서도 잘 발아되는 종자가 있다.²⁾ 상추는 수중에서도 잘 발아되는 종자이기 때문에 발아실내 상대습도를 100%로 유지함으로써 발아를 촉진함과 동시에 발아실에 투입후 별도의 수분공급이 필요가 없게 된다.

본 연구에서는 초음파 가습기를 이용하여 상대습도 100%를 유지시킬 수 있는 가습식 발아장치를 개발하고 원하는 시기에 발아를 시키기 위한 적정 투입시간을 결정하기 위해서 중요한 발아장치의 성능시험과 온도별 발아율, 발아시간을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가. 포화가습식 발아장치

포화가습식 발아장치는 그림 1에서 보는 바와 같이 내부공기순환형으로 후면으로 공기가 유입되어 상부로 배출 순환하는 선반식으로 제작하였으며, 온도조절은 히터(kW)로 난방하고

* 농촌진흥청 농업기계화연구소

냉각시스템으로 생각하면서 설정온도를 맞추도록 되어있다. 냉동기가 자주 ON/OFF하게 되면 장치에 무리가 가기 때문에 냉각시스템이 켜진 상태에서 히터가 ON/OFF되면서 온도조절이 이루어지도록 프로그램되어 있으며, 가습은 발아실 하부에 히터를 설치하여 물을 가열함으로써 증기를 발생시키고, 초음파 가습기를 설치하여 발아실 측면으로 유입되도록 하여 습도 100%를 유지하도록 하였다.

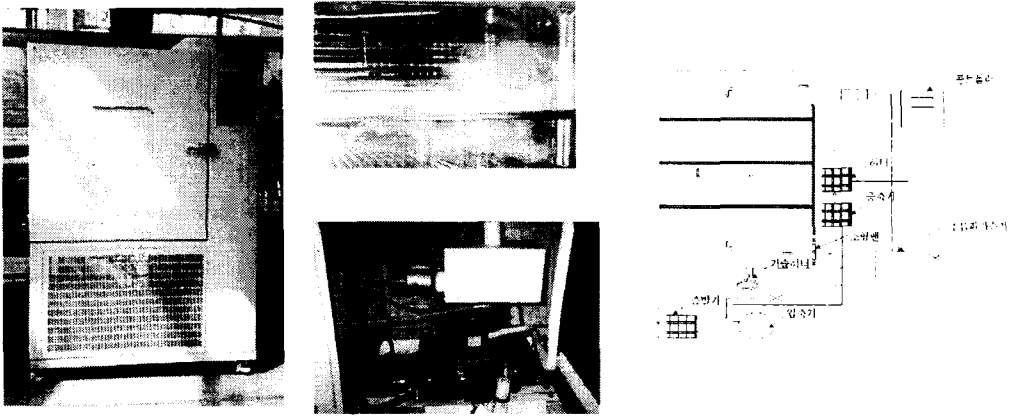


Fig. 1. View and schematic diagram of Saturation Humidification Type Germination System

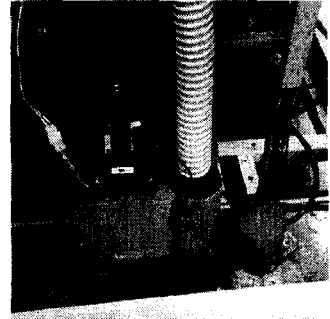
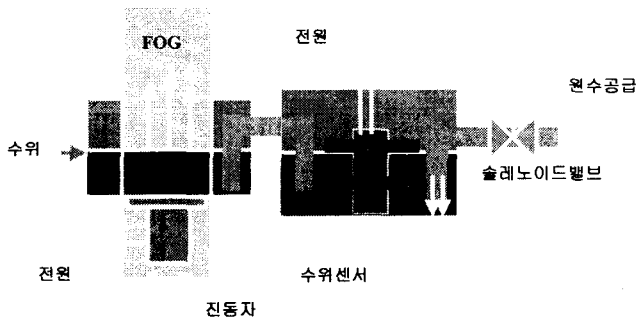
표 1은 발아장치의 제원으로 온도조절범위는 10~50℃이고 습도조절범위는 50~100%이다. 온·습도 제어 및 설정은 터치스크린의 화면이 탑재된 PID제어가 가능한 컨트롤러를 사용하여 설정치 변경이 용이하도록 제작하였다.

Table 1. Specification of Germination System

크기 (W×D×H,cm)	온도조절 (℃)	습도조절 (RH,%)	냉방용 압축기(kW)	난방용 히터(kW)	수분공급용 펌프(kW)
110×90×180	10~50	50~100	0.75	0.4	0.4

나. 초음파 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.



초음파가습기의 구조

Fig. 2. Humidification System for Saturation in chamber

다. 시험방법

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

3. 결과 및 고찰

가. 목표값에 도달하는 시간

본 발아장치를 off 상태에서 온도 24, 26, 28℃로, 습도를 100%로 설정한 후 on시켰을 때 온, 습도의 변화를 분석한 결과를 그림 3에서 보는 바와 같이 온도가 높아질수록 목표온도에 도달하는 시간이 늦어졌을 뿐만아니라 설정습도에 도달하는 시간도 늦어졌다.

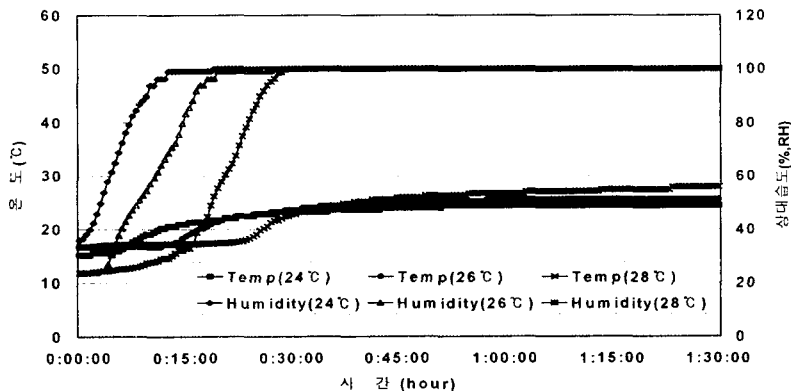


Fig. 3. Change of temperature and humidity in chamber

100% 습도에 도달하는 시간은 설정온도가 24, 26, 28℃일 때 발아장치 가동 후 각각 12, 20, 30분 걸렸다. 이것은 온도를 우선하여 제어하기 때문에 가열식 가습기가 설정온도에 도달한 후에 뒤늦게 작동하기 시작하기 때문이다.

나. 발아실의 온·습도 변화

발아실내 설정 온·습도 유지여부를 조사한 결과를 그림 4에서 보는 바와 같이 습도는 거의 100%가 유지되었으며, 온도는 각 설정온도를 중심으로 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 오차를 보였다. 온도조절성능은 PID제어에 의한 온도제어방식으로 계측기의 오차범위내에서 단순 ON-OFF로 조절되는 제어방식보다 제어성능이 뛰어난 것으로 나타났다.

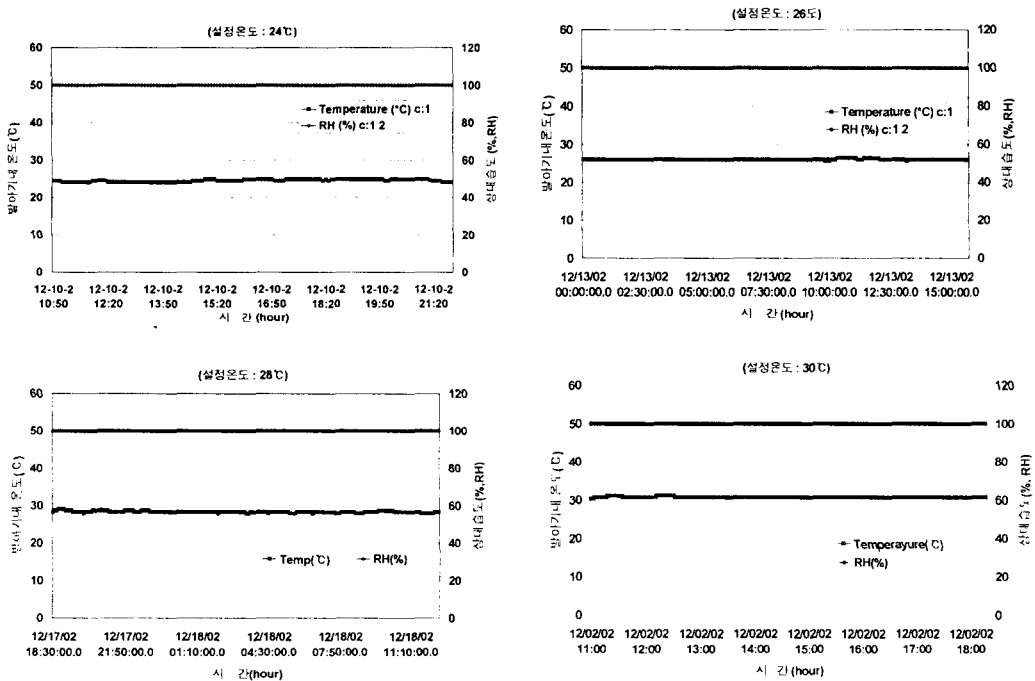


Fig. 4. Change of temperature and humidity in chamber

다. 발아율

설정온도에 따른 발아율은 표 2에서 보는 바와 같이 24℃, 26℃, 28℃에서 100.0%를 나타내었다. 이는 종자관리소에 시험의뢰한 상추종자의 발아율 99.5%보다 높았다.

Table 2. Germination percentage by temperature in chamber

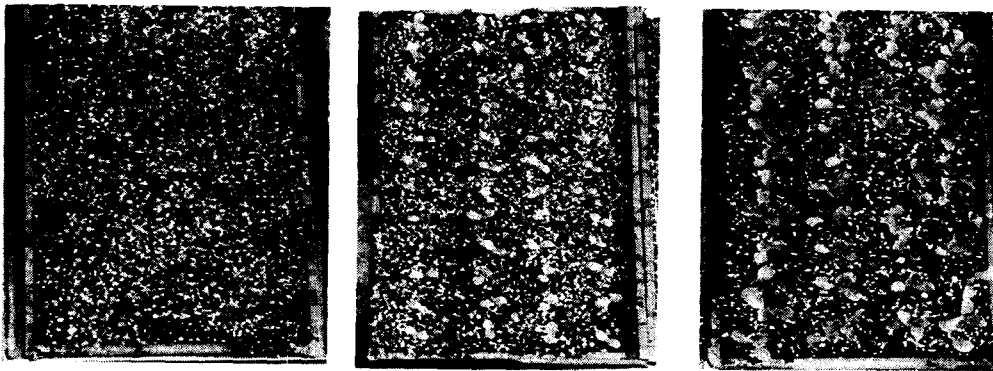
발 아 기 설정온도(℃)	24	26	28
발아율(%)	100.0	100.0	100.0

라. 치상후 발아상태

발아장치에서 꺼낸 후의 발아상태는 표 3에서 보는 바와 같이 발아장치를 24℃로 설정한 상태에서 발아시켜 꺼낸 후 1일 에는 엽장 0.84cm, 엽폭 0.6cm, 엽수 1.4매에서, 3일에는 2.16cm, 엽폭 1.58cm, 엽수 2매, 5일 후에는 엽장 3.68cm, 엽폭 2.18cm, 엽수 3매이었으며 7일 후에는 엽장 4.74cm, 엽폭 2.62cm, 엽수 3매로 성장하였다. 여기서 엽수는 경과일 수에 따라서 직선적으로 증가하지는 않는 것으로 나타났다. 또한 그림 5에서 보는 바와 같이 양호한 성장을 보이며, 발아세도 균일한 것으로 나타났다.

Table 3. Growth of nursery plant after germination(24℃)

발아후일수	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일
엽장(cm)	0.84	1.74	2.16	3.6	3.68	4.04	4.74
엽폭(cm)	0.6	1.22	1.58	2.18	2.18	2.46	2.62
엽수(매)	1.4	2	2	3	3	3	3



치상후 1일

치상후 3일

치상후 5일

Fig. 5. Growing status of nursery plant after germination

4. 요약 및 결론

본 연구는 상대습도 100%를 유지시킬 수 있도록 하기 위한 발아장치로 가열히터식 가습과 초음파가습기를 이용한 포화가습식 발아장치를 개발하고 발아장치의 성능평가와 개발한 발아장치를 이용하여 온도변화에 따른 상추의 발아율과 발아시간을 조사하기 위해 수행되었으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 발아장치는 난방용 히터 1개, 가습·난방용 1개, 냉각시스템, 그리고 초음파가습기로 구성되어 있으며, 터치스크린 탑재형의 컨트롤러로 설정치변경과 온·습도 조절이 가능하도록 제작하였다. 내부의 공기는 후면 하부로 유입되어 후면 상부로 배출됨으로써 순환되도록 하였다.
2. 발아실내 설정온도, 습도에 도달하는 시간은 설정온도가 높을수록 늦어졌으며, 발아실내 온도유지는 각 설정온도를 중심으로 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 차로 나타났으며, 특히 습도에 있어서는 거의 100%를 유지하였다.
3. 상추의 발아율은 24°C , 26°C , 28°C 모든 조건에서 100% 가까운 발아율을 나타내었으며, 발아후 양호한 성장을 보였으며, 발아세 또한 균일하였다.

5. 참고문헌

1. 禹永澮 등. 1995. 상추種子 發芽時 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.