

폐쇄형 묘생산 시스템의 수분 수지 분석¹⁾

김진국 · 김용현^{1*} · 최유화 · 이명규

전북대학교 대학원 농업기계공학과, ¹전북대학교 농업생명과학대학 생물자원시스템공학부(농업과학기술연구소)

Analysis of Water Balance in Closed Transplants Production System

Kim, J.K., Y.H. Kim^{1*}, Y.H. Choi, and M.G. Lee

Dept. of Agricultural Machinery Eng., Graduate School, Chonbuk National Univ., Jeonju 561-756, Korea

¹Division of Bioresource Systems Eng., Chonbuk National Univ., Jeonju 561-756, Korea

(The Institute of Agricultural Science & Technology)

Abstract. This study was conducted to analyze the water consumption in closed transplants production system (CTPS) for the production of quality transplants and to investigate the effect of relative humidity on the water balance in CTPS. Potato (*Solanum tuberosum* L. cv. *Dejima*) plug seedlings were grown for 15 days at air temperature of 20°C, relative humidity of 70%, photoperiod of 16/8 h, and photosynthetic photon flux (PPF) of 200 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ following rooting for 5 days in CTPS. Amount of humidified, dehumidified, irrigated and evapotranspired water were 67.9 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 196.9 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 44.3 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 33.5 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, respectively. Water content of media and plants were 1.2 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 6.9 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, respectively. Three relative humidity levels of 60, 70, and 80% were provided to analyze the effect of humidity on the water balance in CTPS. Amount of humidified, dehumidified, irrigated, evapotranspired water and water contents of media and plants increased with increasing relative humidity. Since the water consumption required to produce plug seedlings in CTPS decreased with decreasing relative humidity, the available water utilization efficiency of CTPS increased with decreasing relative humidity. CTPS showed high available water utilization efficiency of 0.92–0.97 if dehumidified water in CTPS was recycled. The development of CTPS with recycling system of dehumidified water will not only reduce the water consuming for the production of transplants but contribute to the establishment of plant production economizing in water consumption.

Key words : closed transplants production system, water balance, water utilization efficiency

*Corresponding author

¹⁾본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-000-00391-0)지원으로 수행되었음.

서 언

최근 들어 육묘시설의 양적 증가와 육묘 기술 수준의 향상에 힘입어 플러그묘의 보급이 확대되고 있다. 더구나 육묘와 재배의 분업화가 진행되고, 고품질 묘의 안정된 공급에 대한 관심이 늘어나면서 육묘 산업에 대한 비중이 점차 증가하고 있다(Kim and Park, 2002). 계절 또는 기후 변동에 상관없이 묘소질이 우수한 식물묘의 대량 생산과 계획적 생산을 위해서 개발된 폐쇄형 묘생산 시스템(이하 폐쇄형 시스템)은 자연광이 투과되지 않도록 단열재로 구성되어 있어 시스템 내부와 외부의 공기, 물, 열 등의 교환이 기본적으로

로 제한된다(Kim, 2000).

폐쇄형 시스템을 개발하고 실용성을 높이려면 묘생산과 관련한 에너지, 수분, 비료 등의 사용량을 줄여야 한다. 또한 폐쇄형 시스템 내의 기온, 상대습도, CO₂ 농도 등과 같은 물리적 환경요소의 제어 기술을 확립하기 위해서 시스템 내의 물질 및 에너지 수지에 관한 분석이 요구된다. 폐쇄형 시스템에서 식물묘의 생장이 이루어질 때 식물체, 배지 및 배지를 담고 있는 플러그트레이를 포함한 식물체 개체군의 증발산, 관수, 가습, 제습 등의 현상으로 수분 또는 수증기의 순환이 이루어진다. 이밖에 환기에 의해서 시스템 내부와 외부 사이에 수분이동이 이루어진다.

수도작 뿐만 아니라 양액재배를 포함한 시설원예는 재배 단계에서 많은 물을 필요로 하는 물 다소비형 형태의 농업에 해당한다. 우리나라는 UN에 의해서 2025년에 물부족국가로 분류되어 있는 가운데 수질마저 날로 악화되고 있다. 그러므로 식물체 생산에 필요한 물의 양적 부족 및 질적 하락에 따른 대책이 요구되는 가운데 많은 물을 소비하는 현재의 농업 형태를 물소비 절약형 농업 형태로 전환해야 할 것이다.

공조기구는 폐쇄형 시스템 내의 온도와 습도를 조절하는 필수 설비로서, 그 작동과정에서 제습이 이루어진다. 이때 제습된 물은 폐쇄형 시스템 내에서 소비되는 전체 물사용량의 적지 않은 부분을 차지하고 있으나, 대부분 이용되지 못하고 시스템 외부로 유출된다. 제습에 의해서 회수된 물을 관수나 가습에 재이용할 경우 폐쇄형 시스템내의 식물체 생육에 요구되는 물 사용량을 크게 절감하면서 물이용가능효율이 증대될 뿐만 아니라 시스템 외부로의 배출량이 감소되어 시스템 외부의 환경오염 방지에 기여할 것이다.

식물체의 생육에 적합하도록 묘생산 시스템내의 수분환경을 조절하면서, 식물체 생육에 필요한 물 소비량을 절감하는 대책을 수립하기 위해서는 시스템 내부 및 시스템 내부와 외부 사이의 수분 이동에 관한 해석이 이루어져야 한다. 이제까지 인공광하에서 플러그 묘 개체군 내외에서의 기온 분포(Kim et al., 1996), 기류속도가 묘개체군의 증발산속도에 미치는 영향(Chintakovid et al., 2002)과 같이 묘개체군과 주위 공기 사이의 수분이동에 관한 연구가 수행되었다. 또한 식물생산에 사용된 물을 회수하여 재이용하고자 식물생장모델을 이용하여 폐쇄생태계생명유지시스템(controlled ecological life support system)내의 수분수지를 추정하려는 시도(Goto and Takakura, 1995)가 있었으며, 폐쇄형 시스템 내의 수분수지에 관한 연구(Ohyama et al., 2000)는 고구마 플러그묘를 대상으로 최근에 시도되었다.

본 연구의 목적은 감자 플러그묘를 생산하고자 시작품으로 개발된 폐쇄형 시스템의 수분수지 해석을 위해 식물묘 생산에 필요한 관수량, 식물묘와 배지로부터의 증발산량, 가습기에 의한 가습량, 공조기구에 의한 제습량, 환기에 의한 수분손실 등을 정량적으로 분석함과 아울러 폐쇄형 시스템 내의 상대습도에 따른 수분수지와 물이용가능효율을 분석하는 데 있다.

재료 및 방법

1. 폐쇄형 묘생산 시스템의 제원 및 시스템 내의 환경요소 측정

본 연구의 시작품으로 제작된 폐쇄형 시스템은 광원부, 육묘용 선반, 시스템 제어부, 기류속도 제어부 및 공기조화부 등으로 구성된다. 폐쇄형 시스템의 내부 크기는 3400(W)×3200(D)×2500(H)이며, 벽체로서 폴리우레탄(열전도계수 $0.067 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}$)을 단열재로 충전한 두께 100 mm의 강판을 사용하였다. 시스템 내부에는 크기가 3100(W)×580(W)×2400(H)인 다단식 선반을 2조 설치하였다. 인공광원으로서 3파장형 광등(DULUXL55W/21-840, OSRAM)을 사용하였고, 조명효율을 높이기 위해 육묘용 선반의 각단 상부에 반사판을 설치하였다. 폐쇄형 시스템 내의 광합성유효 광양자속(photosynthetic photon flux, PPF)은 육묘용 선반의 각 단에서 최고 $500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 광량을 확보할 수 있다(김 등, 2002).

폐쇄형 시스템 내의 기온, 상대습도, 광주기를 제어하고자 PID 제어기(UP-750, Yokogawa)를 사용하였다. 또한 상대습도를 조절하기 위해서 2대의 초음파 가습기(HU-420, OHSUNG Co., Ltd)를 설치하였다. 가습기의 최대 분무량은 $2.0 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ 이며, 소비전력은 150 W이다. 난방에 사용된 가열기의 소비전력은 6kW이며, 시스템 외부에는 3 RT의 냉동능력을 갖는 공조용 컴프레서(AWG5519EXN, Tecumseh)를 설치하였다. 이 밖에 시스템내의 기류속도를 일정하게 제어하기 위해 가변전압 가변주파수 방식의 인버터(Starvert-iG, LG Industrial System co., Ltd)를 설치하였다. 폐쇄형 시스템 내부와 외부의 기온과 상대습도를 측정하고자 각각 coper-constantan 열전대, 박막식 습도센서(CHS-UGS, TDK)를 설치하였고, 인공광원의 PPF는 광량자 센서(LI-190SA, LI-COR)를 사용하여 측정하였다.

2. 수분 수지

플러그묘 개체군과 배지로부터의 증발산량, 가습기에 의해서 시스템 내부로 공급된 가습량 및 환기에 의한 시스템 내부와 외부 사이의 수분이동량은 공조기구에 의한 제습량, 벽면에 흡착 또는 벽면으로부터 방출된 수증기량의 합과 같다고 가정할 때 폐쇄형 시스템 내의 수분 수지는 식 (1)과 같다(Fig. 1). 이 때 폐쇄형

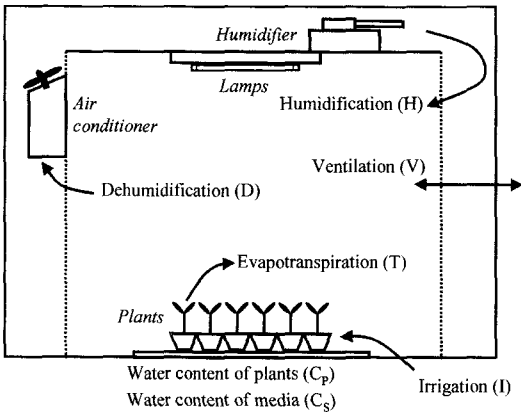


Fig. 1. Variables concerning the water balance in the closed transplants production system.

시스템 내의 공기중의 수분 변화량은 무시할 정도로 작다고 가정하였다(Ohyama et al., 2002).

$$T+H+V=D+B \quad (1)$$

여기에서 T : 플러그묘 개체군과 배지로부터의 증발산량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), H : 가습기에 의해서 시스템내부로 공급된가습량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), V : 환기에 의한 시스템 내부와 외부 사이의 수분이동량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), D : 공조기구에 의한 제습량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), B : 벽면으로부터 방출된 수증기량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)이다. 벽면으로부터 방출된 수증기량(B)는 무시할 수 있을 정도로 작으므로 0으로 가정하였고 환기에 의한 시스템 내부와 외부 사이의 수분이동량(V)는 1일 평균 4회를 기준으로 가정하였다.

폐쇄형 시스템 내의 플러그묘 개체군에 대한 관수량은 플러그묘 개체군과 배지로부터의 증발산량, 식물체가 갖고 있는 수분함량의 변화 및 플러그트레이의 배지가 갖고 있는 수분함량의 합과 같다고 가정할 때 다음과 같은 관계식이 성립한다.

$$I=T+C_p+C_s \quad (2)$$

여기에서 I : 플러그묘 개체군에 대한 관수량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), C_p : 식물체가 갖고 있는 수분함량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), C_s : 배지가 갖고 있는 수분함량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)이다.

식 (1)과 식 (2)에서 증발산량을 소거하면 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$I+H+V=D+B+C_p+C_s \quad (3)$$

플러그트레이에 갑자 경사를 실시한 후 t 일째의 1일

평균 단위면적당 관수량은 관수 전후의 플러그트레이 무게와 플러그트레이의 면적에 의해서 다음과 같이 표 시된다.

$$I_t = \frac{1}{A}(M_{at} - M_{bt}) \quad (4)$$

여기에서 I_t : t 일째의 1일 평균 관수량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), M_{bt} : 관수 전의 플러그트레이 무게(kg), M_{at} : 관수 후의 플러그트레이 무게(kg), A : 플러그트레이의 면적 (m^2)이다.

경사 후 t 일째의 1일 평균 증발산량은 식 (5)와 같 이 t 일째에 관수 후의 플러그트레이 무게와 $(t+1)$ 일째의 관수 전의 플러그트레이 무게의 차로부터 결정된 플러그트레이의 무게 변화를 재배면적으로 나누어 결 정하였다.

$$T_t = \frac{1}{A}(M_{at} - M_{bt+1}) \quad (5)$$

여기에서 T_t : t 일째의 1일 평균 증발산량($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), M_{at} : 관수 후의 플러그트레이 무게(kg), M_{bt+1} : $(t+1)$ 일째의 관수전의 플러그트레이 무게(kg), A : 플러그트 레이의 면적(m^2)이다.

측정 종료시 식물체의 수분함량(C_p)은 실험 완료시 1주당 생체중과 실험 개시 때의 1주당 생체중의 차이 즉, 실험기간 동안 증가한 1주당 생체중의 증가량에서 실험 완료시의 1주당 건물중과 실험 개시 때의 1주당 건물중의 차이 즉, 실험기간 동안 증가한 1주당 건물 중의 증가량을 뺀 값에 재식밀도를 곱하여 다음 식으 로 계산하였다.

$$C_p = P((F_f - F_s) - (D_f - D_s)) \quad (6)$$

여기에서 F_f : 실험 완료시 1주당 생체중(kg), F_s : 실험 개시후 0일째의 1주당 생체중(kg), D_f : 실험 완 료시의 1주당 건물중(kg), D_s : 실험 개시후 0일째의 1주당 건물중(kg), P : 재식밀도(m^{-2})이다.

측정 종료시의 배지의 수분함량(C_s)은 실험 종료시 의 플러그트레이의 무게, 실험에 사용된 플러그트레이 및 배지의 건물중 및 측정 종료시의 식물체의 생체중 에 의해 결정된다

$$C_s = \frac{M_f(M_d + F_f)}{A} \quad (7)$$

여기에서 M_f : 실험 종료시의 플러그트레이의 무게 (kg), M_d : 플러그트레이 및 배지의 건물중 (kg), F_f

: 측정 종료시의 식물체의 생체중(kg), A : 플러그트레이의 면적(m²)이다.

환기에 의한 시스템 내부와 외부의 수분이동량은 식물체개체군의 증발산량, 가습량, 제습량, 식물체와 배지의 수분함량에 기초하여 식 (3)으로부터 결정된다. 단, 폐쇄형 묘생산 시스템 내의 벽면에 흡착되거나 벽면으로부터 방출된 수증기량이 작기 때문에 본 연구에서는 무시하였다.

제습된 물을 관수용 또는 가습용으로 재이용하였을 경우 플러그묘의 생장에 관계된 물사용량은 폐쇄형 시스템 내로 공급된 물의 무게(관수량과 가습량)와 제습량의 차이에 의해서 결정된다.

$$U_{WR} = I + H - D \quad (8)$$

여기에서 U_{WR} : 플러그묘의 생장에 관계된 물사용량(kg·m⁻²)이다.

제습된 물을 회수하여 재이용할 경우 묘생산 시스템의 물이용가능효율은 제습량, 시스템 내로 공급된 물의 무게(관수량과 가습량)에 의해서 다음 식으로 정의된다 (Ohyama et al., 2002).

$$E_{WR} = \frac{D}{I + H} \quad (9)$$

여기에서 E_{WR} : 폐쇄형 시스템의 물이용가능효율이다.

3. 수분 소모량의 측정

폐쇄형 시스템 내부에서 감자 플러그묘의 생육이 이루어지는 동안 시스템 내의 플러그트레이에 담긴 식물체와 배지로의 관수량을 결정하고자 관수 전후의 무게를 전자저울(AD-05, CAS)을 측정하였다. 가습기에 의한 가습량과 공조기구에 의한 제습량을 각각 측정하기 위하여 시스템 외부에 체적 20 L 물통을 설치하여 가습량과 제습량을 결정하였다. 플러그트레이로부터의 증발산량은 명기 개시 전후의 무게를 측정하여 1일 평균 증발산량을 추정하였다. 실험 개시와 종료시에 배지와 식물체가 갖고 있는 수분함량을 측정하고자 전자저울(AB204-S, METTLER)을 이용하여 배지와 식물체의 생체중과 건물중을 측정하였다.

4. 공시 품종 및 실험 조건

본 실험에 사용된 공시재료는 조직 배양된 감자 (*Solanum tuberosum* L. cv. *Dejima*)묘로서 Kim et al.

(2002)이 개발한 폐쇄형 시스템에서 온도 20°C, 상대습도 70%, 광주기 16/8 h, PPF 50 μmol·m⁻²·s⁻¹에서 키워 플러그트레이에 옮겨 심은 후 경삽에 의한 삽수증식법으로 증식되었다. 50공 플러그트레이에 경삽된 감자묘는 실험 후 최초 24시간의 암조건을 거쳐 2일째부터 16/8 h의 광주기하에서 4일간 발근과정을 거쳤다. 이 때 기온, 상대습도, PPF는 각각 20°C, 90%, 50 μmol·m⁻²·s⁻¹로 조절되었다. 발근 후 15일간 실험을 수행하면서, 실험기간 동안 폐쇄형 시스템 내의 기온, 광주기 및 PPF를 각각 20°C, 16/8 h, 200 μmol·m⁻²·s⁻¹로 조절하였다. 상대습도에 따른 폐쇄형 시스템에서의 수분수지와 물이용가능효율을 분석하고자 3수준(60%, 70%, 80%)의 상대습도를 설정하였다.

결과 및 고찰

폐쇄형 시스템 내의 기온, 상대습도, 광주기 및 PPF가 각각 20°C, 70%, 16/8 h, 200 μmol·m⁻²·s⁻¹로 조절된 조건에서 시스템 내부로 공급된 가습량과 공조기구에 의한 제습량은 각각 167.9 kg·m⁻², 196.9 kg·m⁻²로 나타났다. 또한 플러그트레이에 관수된 관수량은 44.3 kg·m⁻²이었고, 플러그묘 개체군과 배지로부터의 증발산량은 33.5 kg·m⁻²로 나타났다. 이 때 식물체와 배지가 지닌 수분함량은 각각 1.2 kg·m⁻², 6.9 kg·m⁻²로 나타났다. 한편 환기에 의해서 시스템 내부와 외부 사이의 수분이동량은 4.5 kg·m⁻²로 나타났다 (Fig. 2).

폐쇄형 시스템 내의 상대습도를 각각 60%, 70%,

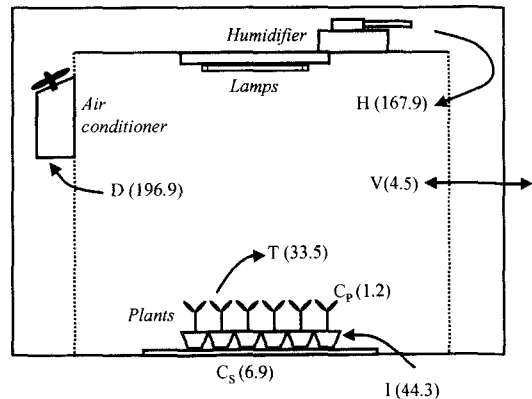


Fig. 2. Water balance in the closed transplants production system (unit: kg·m⁻²).

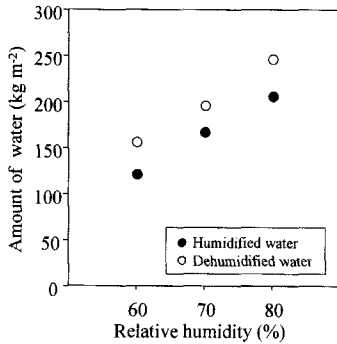


Fig. 3. Amount of humidified and dehumidified water as affected by relative humidity.

80%로 조절하였을 때 상대습도를 높게 설정할수록 가습량은 증가하였다. 즉, 시스템에 공급된 가습량은 습도 60%에서 122.0 kg·m⁻², 70%에서 167.9 kg·m⁻², 80%에서 206.8 kg·m⁻²로 나타났다(Fig. 3). 공조기구에 의한 제습량에 미치는 상대습도의 효과는 가습량의 경우와 유사하게 나타났다(Fig. 3). 상대습도가 60%, 70%, 80%를 유지할 때 제습량은 각각 157.0 kg·m⁻², 196.9 kg·m⁻², 247.1 kg·m⁻²로서 습도의 증가에 따라 거의 직선적인 변화를 이루며 증가하였다. 공조기구에 의해서 제습된 물은 폐쇄형 시스템 내의 관수 또는 가습에 필요한 물로 재이용할 수 있을 것이다. 물론 제습된 물에 먼지 또는 곰팡이가 포함될 수 있으나, 이 경우 여과 또는 멸균 처리에 의해서 제습된 물을 쉽게 재이용할 수 있을 것으로 판단된다.

플러그묘 개체군과 배지로부터의 증발산량은 60%, 70%, 80%의 상대습도에서 각각 31.7 kg·m⁻², 33.5 kg·m⁻², 37.2 kg·m⁻²로 나타난 가운데 상대습도가 높을수록 증발산량은 증가하였다(Fig. 4). 플러그묘 개체군에 공급된 관수량에 미치는 상대습도의 영향은 증발산량과 비슷하게 나타났으며, 상대습도가 60%, 70%, 80%로 제어될 때 관수량은 각각 39.7 kg·m⁻², 44.3 kg·m⁻², 49.3 kg·m⁻²로 나타났다(Fig. 4). 폐쇄형 시스템 내로 공급된 수분의 양, 즉 가습량과 관수량을 더한 것에 대하여 공조기구에 의한 제습량이 차지하는 비율은 92-98%로서 시스템내에 공급된 수분의 대부분이 제습에 의해서 외부로 유출되는 것으로 나타났다. 상기 결과는 본 연구에서와 같이 냉방시스템을 연속으로 가동하면서 가열기의 단속제어에 기인한 것으로서 이로 말미암아 제습이 과도하게 이루어졌다. 일반적인

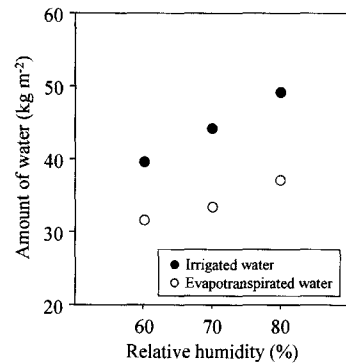


Fig. 4. Amount of irrigated and evapotranspired water as affected by relative humidity.

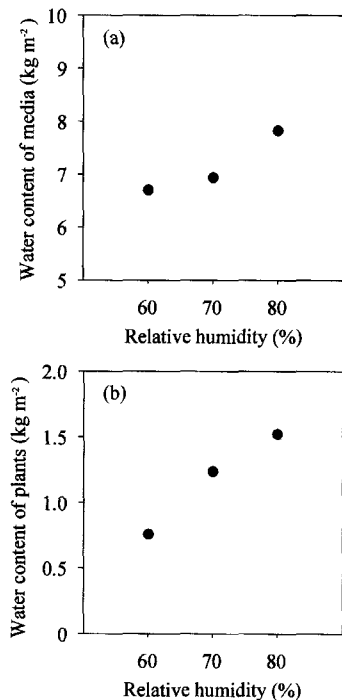


Fig. 5. Water contents of media and plants as affected by relative humidity.

로 제습량은 냉방 시스템의 제어 방법에 따라 다르게 나타나나 제습된 수분을 회수하여 재이용하면 폐쇄형 시스템의 물이용가능효율이 향상될 것이다. 그러므로 폐쇄형 시스템에서 제습된 물을 회수하여 재이용하는 방안이 강구되어야 한다.

상대습도가 60%, 70%, 80%로 제어될 때 측정 종료 시의 배지가 지닌 수분함량은 각각 6.7 kg·m⁻², 6.9 kg·m⁻², 7.8 kg·m⁻²로 나타났고, 상대습도의 증가에 따라 수분함량은 증가하였다(Fig. 5a). 식물체가 지

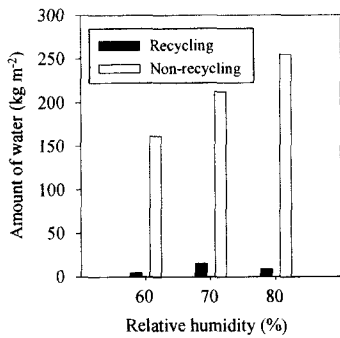


Fig. 6. Amount of total water used in recycling and non-recycling as affected by relative humidity.

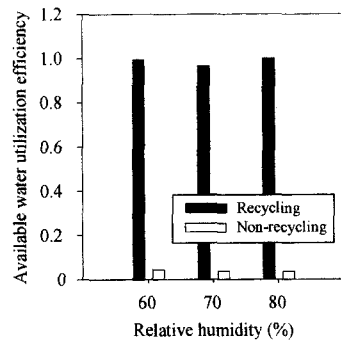


Fig. 7. Available water utilization efficiency in recycling and non-recycling as affected by relative humidity.

니고 있는 수분함량은 폐쇄형 시스템의 수분수지 가운데 가장 작은 값으로서 60%, 70%, 80%의 습도에서 수분함량은 각각 $0.8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $1.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $1.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 나타났다(Fig. 5b).

상기의 결과로 말미암아 재이용하지 않았을 경우 감자 플러그의 생장에 관련된 물사용량은 상대습도가 증가할수록 높게 나타난 가운데 60%, 70%, 80%의 상대습도에서 각각 $161.6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $212.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $253.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 나타났다(Fig. 6). 여기에서 제습된 물을 회수하여 폐쇄형 시스템에서 재이용할 경우 묘생산에 필요한 물사용량은 재이용하지 않은 경우에 비해서 크게 감소하여 60%, 70%, 80%의 상대습도에서 각각 $4.6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $15.3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $6.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 나타났다. 재이용하였을 경우 70%의 습도에서 물사용량이 가장 높게 나타난 이유는 현재로서 명확하지 않다.

폐쇄형 시스템 내로 투입된 관수량과 기습량에 대하여 식물체와 배지가 지니고 있는 수분함량의 비율로서 정의되는 물이용효율은 상대습도 60%에서 0.046, 70%에서 0.039, 80%에서 0.037로서, 상대습도가 낮아질수록 물이용가능효율은 증가하였다. 제습된 물을 재이용한다고 가정할 때 시스템의 물이용가능효율은 상대습도 처리에 따라 0.92~0.97로 나타났다(Fig. 7). 제습된 물을 회수하여 이용할 경우의 물이용가능효율은 재이용하지 않는 경우에 비해서 22~28배로 높게 나타났다. Ohyama et al.(2002)은 고구마 플러그 묘생산을 위한 폐쇄형 시스템에서 제습된 물을 회수하여 이용할 경우의 물이용가능효율을 0.93으로 제시한 바 있다. 이러한 결과는 폐쇄형 묘생산의 공조기에서 제습된 물을 회수하여 재이용할 경우 최초 시스템내의

환경조절과 식물체 생산에 필요한 수분이 필요할 뿐 기습 또는 관수를 위하여 추가적인 물의 공급이 거의 요구되지 않음을 의미하는 것이다. 그러므로 공조기에서 제습된 물을 회수하여 재이용할 수 있는 기술의 개발은 폐쇄형 시스템의 식물묘 생산에 요구되는 수분소모량을 절감시킬 뿐만 아니라 물소비 절약형 식물생산 방식의 확립에 크게 기여할 것이다.

적 요

본 연구에서는 감자 플러그를 생산하고자 개발된 폐쇄형 시스템에서 식물묘 생산에 필요한 관수량, 식물묘와 배지로부터의 증발산량, 기습기에 의한 기습량, 공조기구에 의한 제습량, 환기에 의한 수분손실 등을 정량적으로 분석하고, 수분수지에 미치는 상대습도의 영향을 검토하였다. 기온, 상대습도, 광주기 및 PPF를 각각 20°C , 70%, 16/8 h, $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 조절된 조건에서 묘생산 시스템에서의 기습량, 제습량, 관수량 및 증발산량은 각각 $167.9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $196.9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $44.3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $33.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 나타났다. 식물체와 배지가 지닌 수분함량은 각각 $1.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $6.9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 나타났다. 3수준(60%, 70%, 80%)의 상대습도 처리에 따른 묘생산 시스템내의 기습량, 제습량, 관수량, 증발산량, 배지와 식물체의 수분함량은 상대습도가 증가할수록 모두 증가하였다. 그러므로 상대습도가 낮아질수록 시스템내의 물사용량은 줄어들었으나, 물이용가능효율은 증가하였다. 제습된 물을 재이용할 경우 시스템의 물이용가능효율은 상대습도 처리에 따라 0.97~1.0으로 나타났다. 따라서 제습된 물을 회수하여 재이용할 수

있는 폐쇄형 시스템의 개발은 식물묘 생산에 요구되는 수분소모량을 절감시킬 뿐만 아니라 물소비 절약형 식물생산 방식의 확립에 크게 기여할 것이다.

주제어 : 폐쇄형 묘생산 시스템, 수분 수지, 물이용가능 효율

인 용 문 헌

1. Chintakovid, W., C. Kubota, W.M. Bostick, and T. Kozai. Effect of air current speed on evapotranspiration rate of transplant canopy under artificial light. J. of SHITA 14(1):25-31.
2. Goto, E. and T. Takakura. 1995. Application of plant growth modules to estimate the gas and water balance in a crop production module. CELSS 7(2):9-13.
3. Kim, Y.H. 2000. Application of biotechnology in the field of agricultural machinery engineering -Development of closed system for transplant production-. J. of the Korean Society for Agricultural Machinery 25(4): 311-326 (in Korean).
4. Kim, Y.H. and H.S. Park. 2002. Growth of cucumber plug seedlings as affected by photoperiod and photosynthetic photon flux. J. of Bio-Environment Control 11(1):40-44 (in Korean).
5. Kim, Y.H., J.K. Kim, S.H. Lee, Y.H. Choi, M.G. Lee, and H.J. Kim. 2002. Production of potato transplants under controlled environment. ASAE Paper No. 024114.
6. Kim, Y.H., T. Kozai, C. Kubota, and Y. Kitaya. 1996. Effects of air current speeds on the microclimate of plug stand under artificial lighting. Acta Horticulturae 440:354-359.
7. Ohyama, K., K. Yoshinaga, and T. Kozai. Energy and mass balance of a closed-type transplant production system (Part II) -Water balance-. J. of SHITA 12(4): 217-224 (in Japanese).