

광주기와 상대습도 처리에 따른 폐쇄형 묘생산 시스템의 전력 소모 분석⁺

Analysis of Electric Energy Consumption in Closed Transplants Production System as affected by Photoperiod and Relative Humidity

김진국* 김용현** 이명규* 최유화* 이상현*

정희원

J.K. Kim Y.H. Kim M.G. Lee Y.H. Choi S.H. Lee

1. 서론

최근 육묘 시설의 양적 증가와 육묘 기술 수준의 향상에 힘입어 플러그 묘의 보급이 확대되고 있다. 더구나 육묘와 재배의 분업화가 진행되고, 고품질 묘의 안정된 수급에 대한 관심이 늘어나면서 육묘 산업에 대한 비중이 점차 증가하고 있다. 현재 국내에 설치되어 있는 온실, 터널 등의 모든 육묘 시설은 개방형 묘생산 시스템으로 자연광을 이용한 장점을 지니고 있으나, 여름철의 냉방과 겨울철의 난방에 소요되는 비용은 상당한 수준에 이르고 있다. 더구나 외부 기상조건과 밀접한 관계를 이루며 변화하는 특성을 가지고 있어 효율적인 환경 제어를 위하여 차광과 보온 등의 시설이 필요하며(이 등, 1995), 관리노력이 적지 않게 요구되고 있다.

따라서 앞으로 외부 기상 변화에 상관없이 묘소질이 균일한 묘를 대량으로 생산하려면 자연광에 의존한 현재의 플러그묘 생산 방식이 인공광을 이용한 식물묘 생산시스템으로 전환되어야 한다. 김(2000)은 외부 기상 변화에 상관없이 묘소질이 일정한 접목묘를 생산할 수 있는 인공광형 접목묘 활착촉진장치의 시작품을 개발한 바 있다. 또한 김 등(2002)은 국내의 종별요금체계에 따라 인공광을 이용한 접목묘 활착촉진 장치에서 소비된 전기에너지와 전력 요금을 비교한 바 있다. 폐쇄형 묘생산 시스템에서 식물생육에 필요한 온도, 습도, 광주기, 광량 등의 내부 환경 변화에 따라 폐쇄형 묘생산 시스템을 구성하는 각각의 기기들의 전력 소모량에 대한 비교 분석이 요구되나 이에 대한 연구결과가 제시되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 감자 플러그묘의 육묘 기간 동안 폐쇄형 묘생산 시스템을 구성하는 공조기구, 인공광원, 가습기, 팬 등의 각각의 기기들의 소비전력량을 측정하고 광주기와 상대습도 처리에 따른 전력소모량을 분석하였다.

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

* 전북대학교 대학원 농업기계공학과

** 전북대학교 생물자원시스템공학부(농업과학기술연구소)

2. 재료 및 방법

가. 공시품종

본 실험에 사용된 공시재료는 감자 조직배양묘(*Solanum tuberosum* L. cv. *Dejima*)로서 발근 과정 동안 폐쇄형 묘생산 시스템에서 온도 20℃, 상대습도 70%, 광주기 16/8 h, 광량 50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 키워 플러그트레이에 옮겨 심은 후 경삼에 의해 묘를 조달하였다(Kim 등, 2002).

나. 실험방법

광주기와 상대습도의 차이에 따른 폐쇄형 묘생산 시스템을 구성하는 공조기구, 인공광원, 가습기, 팬 등의 기기들의 감자 플러그묘의 육묘 기간 동안 소비된 전력량을 측정하고자 각 기기에 적산전력계를 이용하여 전력 소모량을 측정하였다.

상대습도는 60%, 70%, 80%의 3 수준을 두었으며, 광주기는 16/8 h, 12/12 h, 8/16 h의 3 수준을 두었다. 온도는 20℃, 광합성유효광양자속은 트레이 표면에서 9점의 측정값의 평균값으로 $100 \pm 20 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $150 \pm 35 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $200 \pm 49 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $250 \pm 81 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 4수준을 두었으며 각 처리당 4개의 육묘베드 위에 50공 플러그트레이를 6개씩 올려 놓아 총 24개의 플러그트레이에 대하여 실험을 수행하였다.

다. 전력요금 산정방법

국내의 요금 체계는 주택용, 일반용, 교육용, 산업용, 농사용, 심야전력용 등으로 구분된다. 본 연구에서는 육묘 또는 전조재배에 사용되는 전력인 농업용 전력(Ⅱ)의 요금 산정 기준에 근거하여 전기요금을 계산하였다. 표 1은 농업용 전력의 부과기준을 나타낸 것이다.

Table 1. The electric energy charge for agricultural use.

Item	Unit cost (Won/kW)	Electric energy charge (Won/kWh)
Case I	360	21.40
Case II	960	27.20
Case III	1100	37.80
Lamp	19.80 Won per Watt (Monthly minimum electric charge : 660 Won)	

3. 결과 및 고찰

가. 광주기와 상대습도 처리에 따른 전기에너지 소모량

광주기와 상대습도 처리에 따른 폐쇄형 묘생산 시스템을 구성하는 각각의 기기들의 전력 소모량을 검토하고자 본 연구에서는 컴프레서와 히터로 구성된 공조기구, 인공광원, 가습기, 팬에 각각 적산전력계를 설치하여 감자 플러그묘의 육묘 기간 동안 소모된 전력량을 측정한 후 육묘 기간 동안의 전기에너지 소모량을 분석하였다. 상대습도 3처리에서의 온도와 광주기는 각각 20℃, 16/8 h이며, 광주기 3처리에서는 온도와 습도는 각각 20℃, 70%이다.

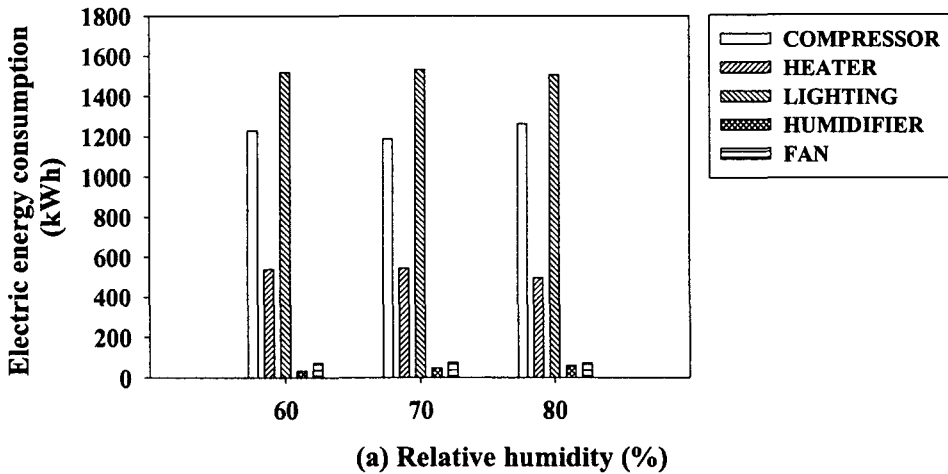


Fig. 1. Comparison of electric energy consumption as affected by different relative humidity.

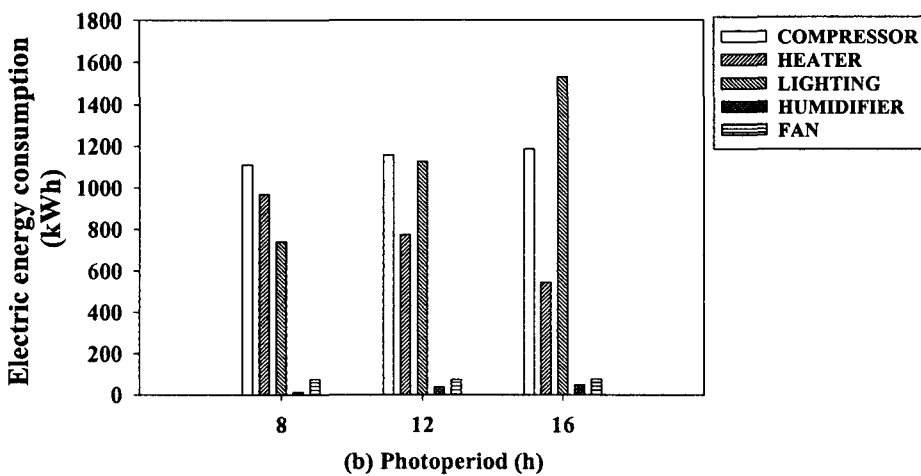


Fig. 2. Comparison of electric energy consumption as affected by different photoperiod.

그림 1, 2는 폐쇄형 묘생산 시스템을 구성하는 컴프레서, 히터, 인공광원, 가습기, 팬 등으로 구성된 각각의 기기들이 육묘 기간에 해당하는 15일 동안에 소모한 전기에너지를 나타낸 것이다. 소모된 전기에너지의 절감 효과는 상대습도에 비해 광주기 처리에서 높게 나타났다. 한편 광주기 처리에서 광주기가 짧아짐에 따라 인공광원에 의한 전기에너지 소모량은 감소하였으나, 히터에 의해 소모된 전기에너지량은 증가하였다.

표 2는 감자 플러그묘의 육묘 기간 동안 소모된 1일 평균 전기에너지 소모량을 나타낸 것이다. 1일 평균 전기에너지 소모량은 상대습도 3수준 60%, 70%, 80%에서 각각 226.2 kWh, 225.8 kWh, 226.5 kWh로 유사하게 나타났다. 그러나 광주기가 8/16 h, 12/12 h, 16/8 h 일 때 전기에너지 소모량은 각각 193.8 kWh, 211.2 kWh, 226.5 kWh로서 광주기 8/16 h에서 전기에너지가 가장 적게 소모된 가운데 전체 전기에너지 사용량에 비해서 약 14.2%가 감소하였다. 그러므로 광주기 처리에 의해서 전기에너지 사용량의 감소 효과가 나타남을 알 수 있다. 한편 광주기가 짧아짐에 따라 인공광원에 의한 전기에너지 소모가 줄어드는 대신에 히터의 전기에너지 소모량은 증가하였다. 이것은 인공광원이 하나의 발열체로 작용하였음을 의미하는 것이다.

Table 2. Average electric energy consumed for the production of potato transplants per day

Item		Compressor (kWh)	Heater (kWh)	Lighting (kWh)	Humidifier (kWh)	Fan (kWh)	Total (kWh/day)
Relative Humidity	60%	81.96	35.99	101.26	2.23	4.76	226.195
	70%	79.20	36.30	102.07	3.12	5.08	225.841
	80%	84.20	32.95	100.41	4.03	4.87	226.467
Photoperiod	8/16h	74.01	64.56	49.39	0.92	4.96	193.831
	12/12h	77.19	51.57	75.06	2.46	4.93	211.217
	16/8h	79.20	36.30	102.07	3.12	5.08	226.467

나. 광주기와 상대습도 처리에 따른 육묘 기간 동안의 전력요금 계산

그림 3에서 폐쇄형 묘생산 시스템을 1개월 간 운용하였을 경우 광주기와 상대습도의 차이에 의한 전력요금은 175,387~204,669원이었다. 상대습도 3처리에서는 60%에서 204,425원, 70%에서 204,108원, 80%에서 204,669원으로 비슷하였다. 그러나 광주기 처리에서는 16/8 h에서 204,108원, 12/12 h에서 190,986원 8/16 h에서 175,387원으로 전기요금이 상대적으로 습도 3처리에 비해 작게 나타났다. 특히 광주기 8/16 h에서 전기요금이 약 14% 정도 낮게 나타났다.

또한 폐쇄형 묘생산 시스템에서 감자 플러그묘를 한달 간 운용한 경우, 1 주당 생산단가는 습도 3수준에서는 약 85원으로 비슷하였고, 광주기 3수준에서 16/8h에서 85원, 12/12h에서 80원, 8/16h에서 73원으로 약 73~85원을 나타내었다.

본 연구에서는 육묘베드 위에 6개의 플러그트레이를 올려놓았는데, 만일 10개를 올려놓는 것으로 가정하면 생산단가를 더 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 앞으로 육묘베드용 선반의 단수, 플러그 트레이의 수 및 작물의 재식밀도를 증가시키면 감자 플러그묘의 생산단가를 크게 절감할 수 있을 것이다.

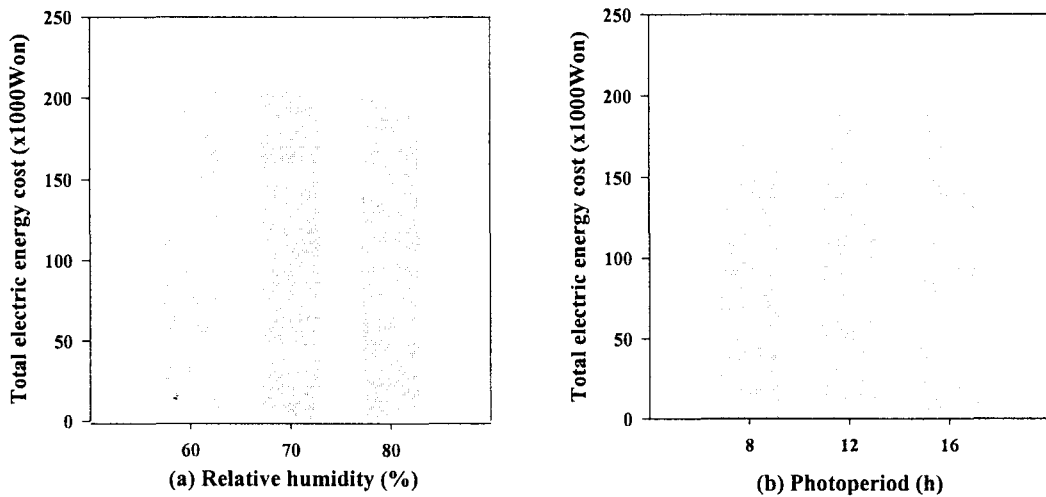


Fig. 3. Total electric energy cost as affected by different (a) relative humidity and (b) photoperiod.

4. 요약 및 결론

본 연구는 광주기와 상대습도 처리에 따른 폐쇄형 묘생산 시스템을 구성하는 각각의 기기들의 전력소모량과 전력요금을 비교하고자 수행되었다. 그 결과 1개월 동안 소모된 총 소모전력량은 상대습도 3처리에서는 약 6775.2-6794.0 kWh로 비슷하였다. 광주기 처리의 소모전력량은 16/8 h > 12/12 h > 8/16 h의 순서로 나타났다. 그러나 광주기 8/16 h에서 5814.9 kWh로 상대습도 처리에 비해 전력소모량이 약 14.2% 감소하였다. 전력요금은 광주기와 상대습도 처리에서 175,387~204,669원이었으며 광주기 처리 8/16h에서 가장 적은 175,387원으로 나타났다.

본 연구 결과 상대습도 처리에 비해 광주기 처리에서 소모된 전기에너지의 절감 효과가 높게 나타났다. 또한 상대습도 처리에 비해 광주기 변화에 의해 폐쇄형 묘생산 시스템의 전력소모량에 영향이 크게 나타난 바, 적절한 운용 방법과 생육환경에 대한 연구가 뒤따라야

할 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 김용현. 2000. 인공광을 이용한 접목묘 활착촉진 시스템의 시작품 설계- 활착촉진시스템 내의 기온과 상대습도 분포에 미치는 기류속도의 효과. 한국농업기계학회지 25(3):232-236.
2. 김용현, 김진국, 이상현. 2002. 접목묘 활착 과정의 소비전력 및 전력요금 분석. 한국농업기계학회 2002년 동계 학술대회 논문집 7(1):204-209.
3. 이정명, 우영희, 김형준, 권영삼. 1995. 여름철 유리온실의 상승가능 최고기온과 냉방부하. 한국원예학회지 13(2):180-181.
4. 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.