

지하수를 이용한 양액냉각시스템 개발에 관한 기초적 연구

남 상운* · 김 문기 · 손 정익
(서울대학교 농업생명과학대학 농공학과)

A Fundamental Study on the Development of Nutrient Solution Cooling System Utilizing Ground Water

Nam, Sang Woon* · Kim, Moon Ki · Son, Jung Eek
(Dept. of Agr. Eng., Coll. of Agr. & Life Sciences, Seoul Nat'l Univ.)

1. 연구목적

우리나라의 기상입지 특성상 여름철 온실내에서 작물의 정상생육을 기대하는 것은 곤란하므로, 주년재배를 위한 여름철 온실내 환경의 호적화는 온실재배 당면의 연구과제라 할 것이다. 더우기 막대한 일사부하로 인하여 온실냉방은 경제적으로 불가능한 실정이므로 다른 방법을 강구해야 한다. 그런데 수경재배에 있어서는 비교적 근권부 환경의 조절이 쉬우므로, 온실의 충분한 환기 및 차광과 더불어 양액의 냉각을 통하여 작물의 고온스트레스를 줄임으로써 안정생산을 가능하게 할 수 있을 것으로 생각한다.

따라서 본 연구에서는 여름철 수경재배 온실의 효율적인 온도환경 조절 방법 개발의 일환으로, 양액 냉각 시스템 개발을 위한 기초자료 제공을 목적으로, 지하수를 이용한 양액냉각시스템을 구성하여 실험 및 이론적 해석에 의하여 열교환 특성을 분석하고, 그 적용성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

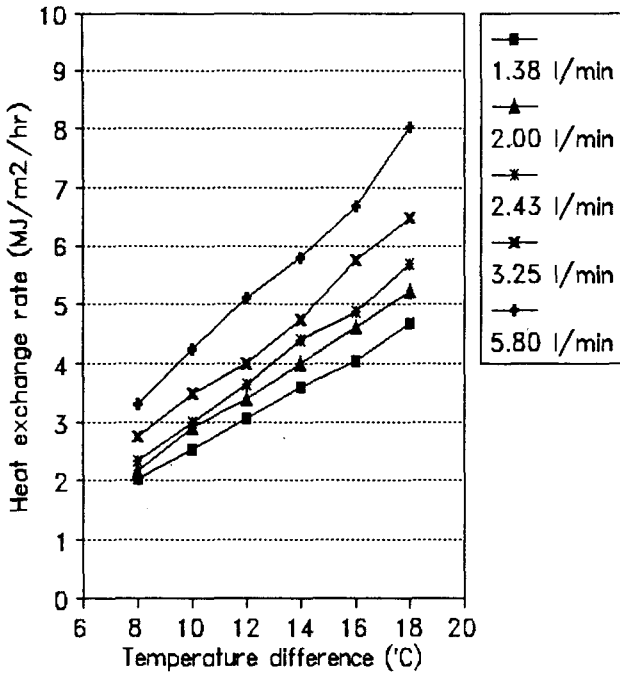
실험장치는 두께 1mm의 철판으로 600mm×600mm×600mm의 양액 탱크를 만들고 그 둘레에 두께 100mm의 styrofoam판으로 단열을 실시한 후, 양액 탱크내에 PE튜브를 설치하고 튜브내에 지하수를 흘려서 열교환을 시키는 방식으로 하였다.

양액과 지하수와의 온도차, 지하수 유량 및 튜브의 직경 변화에 따른 열교환율의 변화를 실측하고 이론적인 해석을 통하여 열교환 특성을 분석하였으며, 실용온실 규모로 확장하여 지하수 가채량 등을 고려한 적용성 검토를 실시하였다.

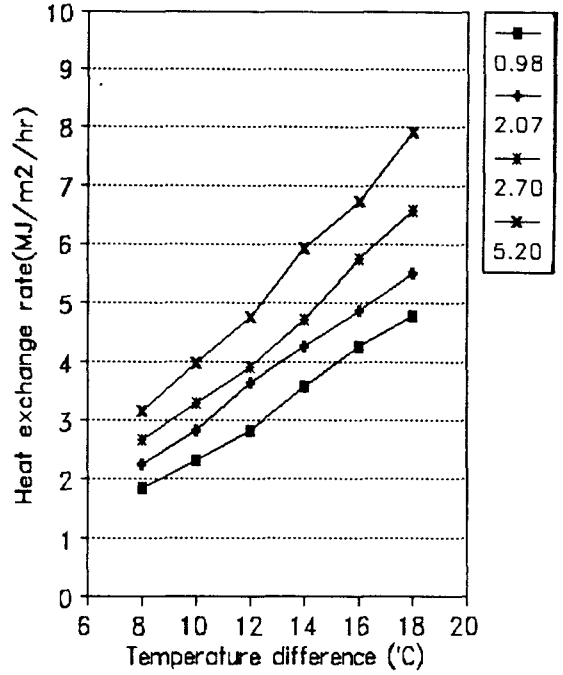
3. 결과 및 고찰

열교환 튜브의 직경 9mm 및 19mm에 대하여 지하수와 양액의 온도차 8~18℃, 지하수 유량 1.0~6.0 l/min의 범위에서 실험을 실시하고, 단위면적당 열교환량, 총합열전달계수, 열교환효율 등을 분석하였다. (그림1~그림3)

300평 규모의 수경온실(양액탱크 30ton)에 대한 적용성을 검토하였으며, 이때 이용 가능한 최대 지하수량은 약 2m³/hr였고, 25mm 튜브를 사용할 경우의 열교환율이 가장 크게 나타났으며, 여름철 최대 양액냉각부하(25℃를 냉각온도로 할 경우의 추정값)의 55~70%정도를 냉각할 수 있는 것으로 나타났다.



(a) tube dia.19mm



(b) tube dia.9mm

Fig.1 Heat exchange rate of cooling system according to ground water-solution temperature difference and flow rate of ground water.

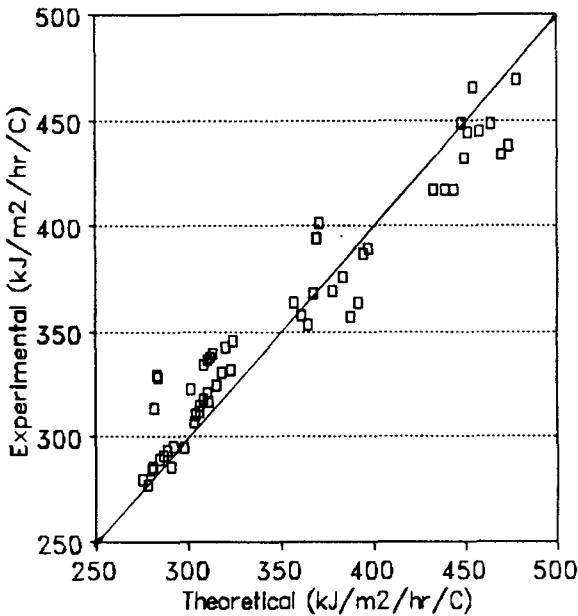


Fig.2 Experimental and theoretical overall heat transfer coefficient.

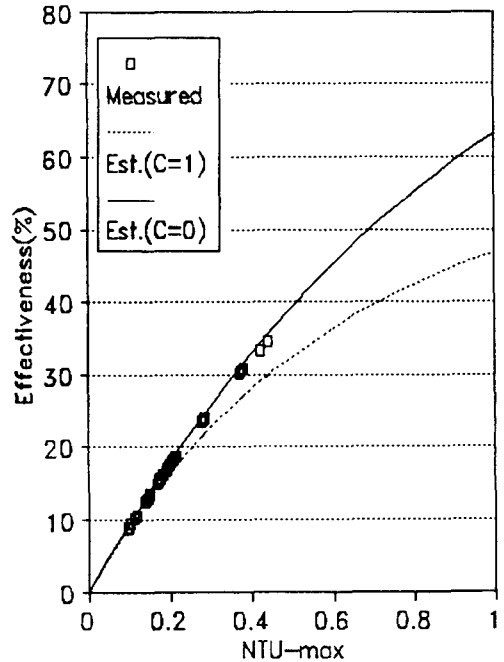


Fig.3 Effectiveness of the cooling system according to the number of transfer units.