

도시형 식물공장 시스템의 탄산가스 변화 및 유해가스 거동분석

Analysis of Carbon Dioxide Exchange and Toxic Gas Behavior in the Urban-Type Plant Factory System

박종석¹ · 손정익¹ · 박한영²

¹서울대 원예학과, ²건국대 원예학과

J. S. Park¹ · J. E. Son¹ · H. Y. Park²

¹Department of Horticulture, Seoul National University, Suwon 441-744

²Department of Horticulture, Kon-Kuk University, Seoul 133-701

1. 서론

도시환경은 다양한 형태로 발생하는 공해로 인해 악화되고 있으며 이러한 환경은 인간의 건강을 위협하며, 도시뿐 아니라 주변지역으로의 환경파괴를 가속시키고 있다. 도시내에서 발생하는 탄산가스, 폐열 등의 인간에게 유해한 물질을 농업으로 전환시켜 농업생산에 이용하는 것은 필요하다고 할 수 있다. 도시내의 잉여 이산화탄소를 이용하여 식물을 생산하고 식물재배공간으로부터 나오는 신선한 공기를 인간이 이용하는 도시형 식물공장의 개념은 환경과 생산의 두가지 측면을 가지고 있다.

본 실험은 도시내의 잉여 이산화탄소를 이용한 도시적응형 식물공장의 구축과 탄산가스 변화특성 및 시스템 내부에서 발생하는 유해가스의 거동 분석을 목적으로 하였다.

2. 실험재료 및 방법

도시적응형 식물공장의 실제 제작을 위하여 컨테이너(3X6m) 2동을 설치하여 거주모듈과 작물모듈로 구성하였다. 또한, 각각의 모듈에 히트펌프(만도 msc-121h, mph-714g)를 설치하여 내부 온습도를 제어하였으며, 내부환경 계측을 위하여 탄산가스 센서(Viasala GMW20), 온습도 센서(themer couple K, 마포 산업전자-습도발신기) 와 양쪽모듈의 공기순환을 위해 환기팬(만승전기 8m³/min)을 이용하여 주기적으로 순환시키는 시스템을 설계했다.

공시작물은 잎상추(*Lactuca sativa*) 150주를 정식하였다. 탄산가스의 변화 양상을 파악하기 위해 작물의 유무에 따른 인간이 거주할 때의 탄산가스 변화를 파악하였으며, 유해가스 발생은 상추의 유해가스에 의한 피해를 전 실험에서 확인 후 외부와의 강제환기 주기를 4시간에 10분씩 하였을 때, 2시간에 10분씩 하였을 때와 전혀 하지 않았을 때 상추의 증상여부를 비교하였다. 환기제어는 야간의 탄

산가스 축적이 거의 관찰되지 않아 유해가스의 축적을 최대한 줄이는 방법으로 제어를 하였다.

3. 결과 및 고찰

본 실험에서 인간이 직접 거주모듈에서 생활을 할 때(2명) 탄산가스의 농도변화는 식물이 없는 상태에서 식물모듈의 탄산가스농도는 $900\text{--}1400\ \mu\text{mol mol}^{-1}$ 을 나타냈으며 식물이 있는 상태에서는 $800\text{--}1200\ \mu\text{mol mol}^{-1}$ 을 나타내었다. 식물에 의한 탄산가스의 소비가 $100\text{--}200\ \mu\text{mol mol}^{-1}$ 정도 되었으며, 도시내의 인간거주 공간은 식물생산에 필요한 탄산가스의 공급원의 가능성을 나타냈다. 이러한 개념은 식물공장에서의 탄산가스부하 감소 또는 대체의 효과를 거두며 도시내의 탄산가스 축적을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

문헌에 의하면 유해가스의 발생은 본 실험을 위해 설치한 컨테이너의 내부재료 중 합판과 식물재배 베드로 사용한 폴리스틸렌(스치로폼)에서 발생이 되었으며, 주요물질은 포름알데히드로 나타났다. 상추의 유해가스에 대한 증상은 외부와의 강제환기를 하지 않을 때(A)와 4시간에 10분(B), 2시간에 10씩 하였을 때(C)의 상추의 증상을 살펴본 결과 A는 매우 큰 피해를 나타냈고, B도 정식후 5일 쯤부터 흑갈색 반점을 나타냈으나, C는 정식후 14일 동안 전혀 증상을 보이지 않다가 14일 이후 몇 개체의 하위엽에서 미소한 반점을 나타냈다. 이것은 생육의 진전에 따른 하위엽의 체내 산물의 감소에 따른 저항성의 결여에서 나타난 것으로 판단된다. 따라서 2시간을 전후해서 10분씩 $8\text{m}^3/\text{min}$ 의 풍량으로 외부와의 강제환기를 하는 것이 탄산가스의 손실을 최대한 줄이면서 상추의 생육에 영향을 주지 않는 내부 유해가스농도로 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

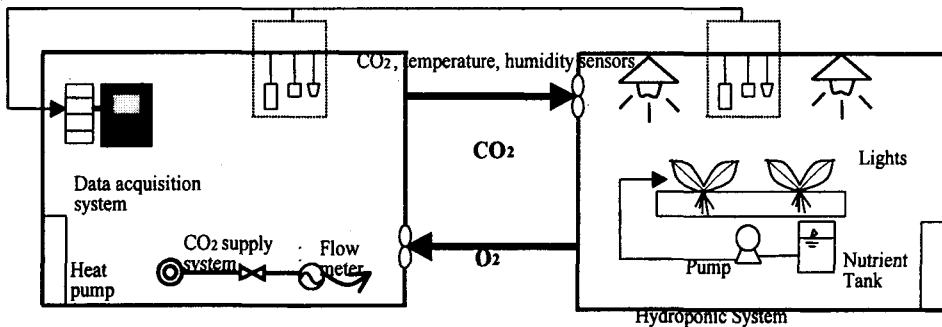


Fig. 1. Schematic diagram of the plant factory system constructed for the experiment.

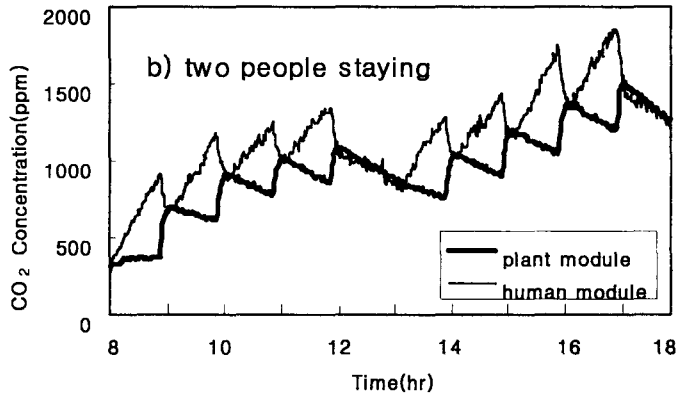


Fig. 2. Changes of CO₂ concentrations in the plant module without plants and the human module with two people.

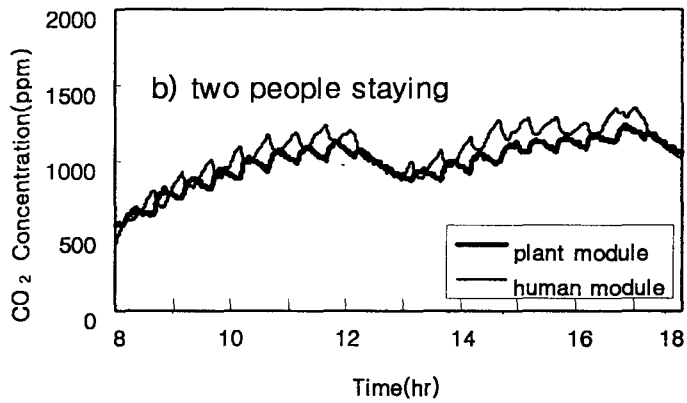


Fig. 3. Changes of CO₂ concentration in the plant module with plants and the human module with two people.

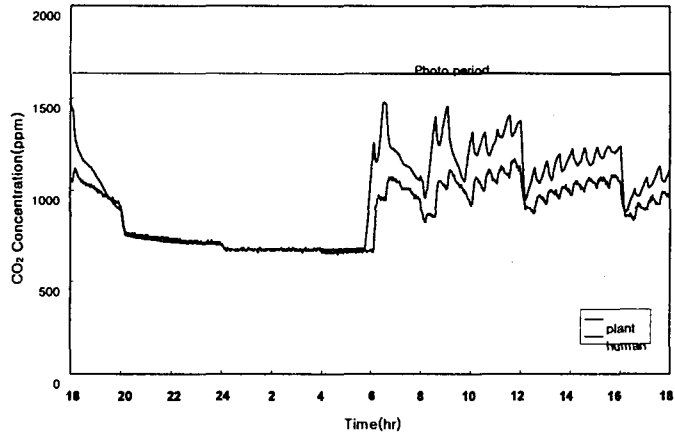


Fig. 4. Changes of CO₂ accumulation in the plant module at night.

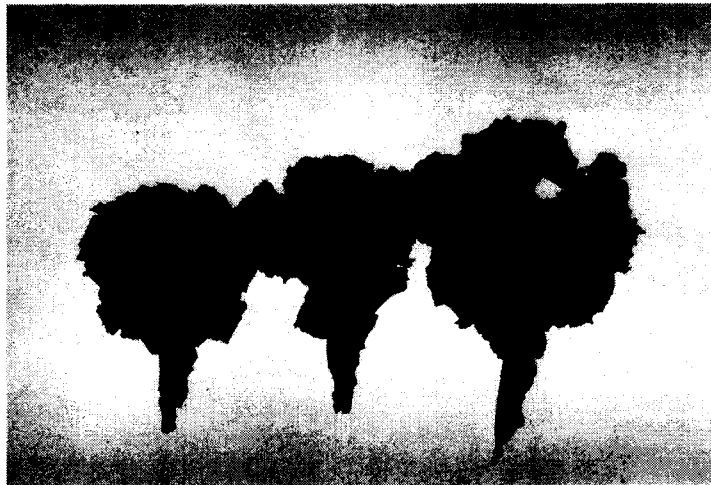


Fig. 5. Foliar injury of lettuce occurred at 10 min's ventilation during 4 hours.