

식물바이오필터의 실내공기정화 효과

권계정* · 박봉주**

*충북대학교 대학원 원예학과 · **충북대학교 원예과학과

I. 서론

산업화, 도시화로 인해 실내 생활자가 80~90%에 이르며 (Robinson and Nelson, 1995), 에너지 저감을 위한 건물 밀폐화에 따른 환기 부족과 인공건축자재 등에서 발생하는 오염물질로 실내 공기질이 악화되고 있다(BéruBé *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2004). 오염된 실내 공기는 건강을 위협하고, 경제적인 측면에서 부정적인 영향을 끼치고 있으며(Fisk, 2000), 최근 우리나라에서 빈번히 발생하는 황사와 스모그로 인한 실외공기 오염은 실내공기질에도 악영향을 미치고 있다. 쾌적한 공기질을 위해 다양한 형태의 공기정화기를 복합적으로 사용하며, 식물이나 미생물 등을 이용한 친환경적인 소재를 이용한 지속 가능한 실내공기 오염 제거 방안의 필요성이 대두되고 있다(Lee, 2003).

기존의 많은 연구에서 식물에 의한 벤젠, 톨루엔 등 가스상 오염물질의 제거 효과를 구명하였으나, 입자상 오염 물질의 제거에 관한 연구가 거의 없었다. 실내 오염 물질 중 먼지는 입자의 크기에 따라 총부유분진(Total Suspended Particles, TSP), 지름이 10mm 이하인 미세먼지, 지름이 2.5mm 이하인 초미세먼지로 나뉘지며, 고체상·액체상의 입자상 물질을 총칭한다. 입자상 물질은 작은 입자로 점차 분절되고, 입경이 작을수록 더 멀리 퍼지므로, 초미세먼지에 의한 피해는 더 심각하다.

따라서 본 연구는 실내에서 식물을 이용한 바이오필터의 입자상 오염물질 중 초미세먼지(PM1, PM2.5) 제거 효과를 구명하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

실내생활공간을 모형화한 아크릴챔버, 공기정화시설인 바이오필터를 아크릴로 제작하였으며, 아크릴챔버와 바이오필터의 공기흐름을 유도하기 위한 에어펌프와 공기의 양을 조절하는 유량계를 실리콘 호스로 연결하였다. 외부 광에 의한 영향을 차단하기 위해 실험구 전체를 차광률 90%의 암막 커튼으로 감쌌으며, 식물의 광합성을 위해 바이오필터 상부 25cm 위치에 전등을 설치하였다. 펄라이트(Paraso, Kyungdong One., Korea)를 배지

로 사용하였으며, 식물재료는 인도고무나무(*Ficus elastica*), 아레카야자(*Chrysalidocarpus lutescens*), 스파티필럼(*Spathiphyllum* spp.), 안스리움(*Anthurium schott*) 4종을 이용하였다. 환경담배연기(Environmental Tobacco Smoke: ETS)를 실내공기 오염원으로 담배(THIS, KT&G, Korea)를 사용하였다. ETS 주입량을 일정하게 맞출 수 없어 초기 주입 농도를 100%로 하여 시간이 경과함에 따른 감소 비율로 표현하였다. 미세먼지측정기(GT-331, Sibata, Japan)를 이용하여 질량농도법($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)에 의거 PM1과 PM2.5를 6시간 동안 시간당 5회 측정하였다. 모든 실험은 3반복 실시하였으며, 데이터는 컴퓨터를 이용하여 자동 기록하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(SAS 9.2, SAS Institute Inc., USA)을 이용하여 던컨 분석을 하였다.

III. 결과 및 고찰

ETS 주입 초기 농도를 100%로 하여 대조구와 식물별 시간에 따른 변화 조사한 결과, 모든 식물에서 PM1의 농도가 대조구보다 낮게 나타나, 식물에 의한 초미세먼지 제거효과를 확인하였다. PM1을 비교하였을 때 최고농도는 대조구 692.1±54.7%로 가장 높았으며, 그 다음으로 스파티필럼 689.1±76.3%, 아레카야자 654.5±123.8%, 안스리움 636.9±122.7%, 인도고무나무 623.5±64.8% 순으로 나타났다. 4종 식물은 최고 농도일 때의 값이 대조구에 비해 낮아 미세먼지 확산 방지에 효과적이라고 할 수 있으며, 이는 식물이 대조구에 비해 흡착 면적이 높았고, 또한 식물 기작에 의한 흡수로 인한 결과로 판단된다.

PM2.5는 PM1과 마찬가지로 대조구에 비해 식물의 미세먼지 제거 효과가 크게 나타났다. 최고농도는 대조구가 213.5±54.1%로 가장 높았으며, 식물별로는 아레카야자 204.7±47.7%, 스파티필럼 197.1±9.5%, 인도고무나무 195.6±35.3%, 안스리움 194.5±35.6% 순이었다.

ETS와 관련된 부유 입자상 물질은 초미세 입자가 많으며, 이런 크기의 입자들은 중력 침강, 관성 충돌에 의해 효율적으로 제거되지 않고 오래 부유한다(Baek and Park, 2005). 초미세먼지는 직경이 큰 미세먼지가 더 작은 먼지들로 분해되는 특성 때문

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ008495042014)의 지원에 의해 이루어진 것임.

에 입경이 작을수록 제거시간이 길어지는 경향을 나타냈다. 최고치에 도달하는 시간과 다시 초기농도(100%)와 같아지는 시간이 PM1은 PM2.5에 비해 약 2배 시간이 소요되었으며, 초기농도와 같아진 이후로는 급격하게 감소하는 경향을 보였다. Lohr and Pearson-Mims(1996)는 실내의 20% 관엽식물을 투입하면 실내 수평면의 미세먼지 축적을 감소시킬 수 있다고 하였으며, Kim(2003)은 실내 20%의 식물이 있을 때가 10%이 식물이 있을 때보다 먼지제거율이 3배 더 증가한다고 하였다. 본 실험에서는 강제로 공기의 흐름을 주어 초미세먼지의 재부유 문제가 발생되었다. Wolverton *et al.*(1989)은 대체적으로 잎의 면적이 넓을수록 공기정화에 효과적이며, 야자과, 천남성과 등에 속하는 식물이 탁월한 효과가 있다고 하였는데, 본 실험에서는 총엽면적이 넓었던 스파티필럼보다 인도고무나무의 초미세먼지 제거 효과가 더 좋은 것으로 나타났다.

참고문헌

1. BéruBé, K. A., K. J. Sexton, T. P. Jones, T. Moreno, S. Anderson and R. J. Richards(2004) The spatial and temporal variations in PM10 mass from six UK homes. *Sci. Total Environ.*, 324: 41-53.
2. Baek, S. O. and S. Y. Park(2005) Chemical characteristics and indicators of environmental tobacco smoke. *J. Kor. Soc. Odor Res. Eng.* 4: 168-176.
3. Fisk, J. W.(2000) Review of health and productivity gains from better IEQ. *Proc. Health Buildings* 4: 23-24.
4. Kim, Y. J.(2003) Effect of Foliage Plants on Removal of Indoor Fine Particulate. MS Diss., Konkuk Univ., Seoul.
5. Lee, J. H.(2003) A study on the rate of indoor air purification by plants and gauging compared with air clean instrument. *J. Kor. Soc. Interior Landscape* 5: 1-12.
6. Lohr, V. I. and C. H. Pearson-mims(1996) Particulate matter accumulation on horizontal surfaces in interiors: Influence of foliage plants. *Atmos. Environ.*, 30: 2565-2568.
7. Robinson, J. and W. Nelson(1995) National Human Activity Pattern Survey Data Base. USEPA, Res. Triangle Park, NC.
8. Wolverton, B. C., A. Johnson and K. Bounds(1989) Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement. NASA, John C. Stennis Space Center, MS, USA.