

하이드로컬처 부피비와 화분용토에 따른 스킨답서스, 싱고늄의 실내습도 개선효과

주진희

건국대학교 산림과학과

Effect of *Scindapsus aureus* and *Syngonium podophyllum* on the Improvement in Indoor Humidity by a Difference of Hydroculture Volume Ratio and Pot Media

Ju, Jin-Hee

Dept. of Forest Science, Kunkook University

ABSTRACT

The purpose of this study was to utilize hydroculture by the vital means of the improvement of indoor relative humidity. This experiment employed a search of the effect of *Scindapsus aureus* and *Syngonium podophyllum* that are generalized for hydroculture foliage plant by a difference of volume ratio, pot media and plants species.

In the case of *Scindapsus aureus*, relative humidity was high for growth chamber in which plants presented as opposed to control growth chambers in which there were no plants. Although relative humidity was 25% in control chamber, there was an increase of 40% at a 2% volume ratio, 45% at a 3% volume ratio and 50% at a 5% volume ratio.

The relative humidity of *Syngonium podophyllum* was 40% at a 2% volume ratio, 44% at a 3% volume ratio and 46% at a 5% volume ratio, while the control treatment was 25% relative humidity in hydroculture. Both the control treatment and hydroball pot in a hydroball container were high at first. As time progressed, artificial soil pots in water containers was similar when housed within the control chamber by about 45% relative humidity. Hydroball pots in water container had about 30% relative humidity. *Ardisia pusilla* of hydroball pot in hydroball container had about 38% relative humidity.

Key Words: Interior Landscape, Microclimate, Indoor Plants, Artificial Soil

국문초록

본 연구는 하이드로컬처 실내녹화방법을 실내습도 개선의 중요한 수단으로 활용하기 위해, 관엽식물로 매우 보편화된 스킨답서스(*Scindapsus aureus*)와 싱고늄(*Syngonium podophyllum*)을 대상으로 하이드로컬처 식재 부피비율인 2%, 3%, 5% 차이와 3%의 동일한 하이드로컬처 식재대에서의 화분용토, 식물종의 차이에 따른 실내습도 변화를 실측하였으며, 그

Corresponding author: Jin-Hee Ju, Dept. of Forest Science, Kunkook University, Chungcheongbuk-Do 380-701, Korea, Tel.: +82-43-840-3536, E-mail: jjhkcc@kku.ac.kr

결과는 다음과 같다.

하이드로컬처 부피비율에 따른 습도 변화에 있어서 스킨답서스의 경우, 식물이 투입하지 않았던 대조구에 비해 식물이 있는 성장상 내 상대습도가 높았다. 특히, 식물과 식재대의 용적비율이 높아질수록 습도가 높아졌다. 상대습도 25%인 대조구에 비해, 2%는 40%를, 3%는 45%를, 5%는 50%로 측정되었다.

싱고늄은 하이드로컬처 부피비율 2%는 40%를, 3%는 44%를, 5%는 46%로 각각 나타내어 대조구인 25%의 상대습도보다는 높았으나 부피비율에 따른 상대습도 차이는 확연하지 않았다. 하이드로컬처 식재대 내의 화분용토와 식물종에 따른 상대습도 변화를 살펴보면, 대조구인 하이드로볼 식재대 내의 하이드로볼 처리구에서 초기 상대습도가 다소 높았으나, 시간이 지남에 따라 물 식재대 내의 흙화분 처리구와 유사한 약 45%의 상대습도를 유지하였다. 물 식재대 내의 하이드로볼 처리구에서 상대습도가 약 30%로 나타났으며, 하이드로볼 식재대 내의 하이드로볼 처리한 산호수는 상대습도 약 38%로 측정되었다.

주제어: 실내조경, 미기후, 실내식물, 인공토

1. 서론

과밀화된 도시환경에서는 다양한 인공적 공간이 많아지게 되고, 이러한 공간은 대부분 재래의 녹화기술 기법만으로 양호한 녹화공간을 조성하기 어려운 특수녹화공간이라 하겠다. 실내녹화는 이러한 특수녹화기법 중 하나로 지반불연속성, 하중, 위생 등과 같은 건축적인 면과 광도, 온도, 습도 등의 환경적인 제한조건을 가지고 있다(이중석 등, 2005). 이에 실내녹화에 활용되는 토양은 인공토양이나 개량토양을 사용하는 것이 일반적인데, 최근에는 하이드로컬처(hydroculture)를 이용한 실내녹화의 도입이 주목되고 있다. 하이드로컬처는 하이드로볼(hydroball)이라고 불리는 발포연석과 배양액을 사용해 실내에서 깨끗하고, 손쉽게 녹화하는 방법으로서 발포연석은 경량으로 하중 제한이 있는 경우에 특히 유효하다. 하이드로볼은 입자가 매우 크기 때문에 토양 공극 내에 항상 공기가 많이 들어가 뿌리썩음을 방지할 뿐 아니라 먼지가 발생하지 않아 외국에서는 이미 오래전부터 사용되고 있다. 또한 배수공이 없는 용기에 하이드로볼을 넣고 아래 부분에 물을 일정하게 넣어주면 뿌리의 일부는 물 속에 잠기고 일부는 공기 중에 노출되어 식물이 생육하는 데 지장이 없게 되며, 수위계로 확인할 수 있어 물관리가 편리하다는 장점이 있다(손기철, 2004). 하지만, 하이드로컬처는 지금까지 소규모의 용기재배에 국한되어 있으며, 수중 선정과 환경적 실효성이 검증되어 있지 않기 때문에 효과적인 실내녹화에 적용하는데 한계가 있다.

우리나라는 사계절이 뚜렷한 대륙성 기후로 여름에는 상대습도가 80%까지 올라가 대부분의 사람이 불쾌감을 느끼는 반면, 겨울에는 50% 이하로 내려가 상대적으로 건조해진다. 지나친 습도의 저하는 피부의 장벽 기능의 저하로 미세입자의 피부 침투가 많아져 접촉피부염이나 아토피피부염 같은 알레르기성 질환의 유병률을 높일 뿐만 아니라 피부의 비만세포와 히스타민의 분비를 증가시켜 기존의 피부질환을 악화시키게 된다(서

성준, 2006). 실내는 장마기를 제외하고 대부분 건조하나(이월희, 1995), 최근 냉방기 사용이 늘어나면서 여름철 또한 낮은 습도에 노출되어 있다. 무엇보다도 현대인의 하루 24시간 중 80% 이상을 실내에서 생활하기 때문에(김윤신, 2005), 낮은 습도로 인한 호흡기질환이 더욱 악화될 수 있다(조수현과 김현, 1990). 한편, 도심 속의 녹지는 상대습도 상승효과를 주는 것으로 보고되고 있으며(윤용한, 2002). 마찬가지로 실내녹화는 가습기나 공기청정기와 같은 공학적 제품으로 인한 부작용을 개선할 뿐 아니라 오히려 장식적·정서적 효과를 부가적으로 얻을 수 있어, 그 중요성이 크게 부각되고 있다(손기철과 김미경, 1998).

건조하기 쉬운 실내공기에 대한 습도개선 효과는 식물체의 증산작용과 관련성이 높으나(Snyder, 1990), 환경요인과 식물체의 반응관계는 매우 복잡해 창문의 위치에 따라서도 그 영향이 달라질 수 있으며, 온도, 습도 및 광도뿐만 아니라 심지어 소리도 식물체의 증산작용에 관여한다고 하였다(Kimura et al., 1991). 이와 같이 실내에 배치된 식물체는 생리작용을 통해 실내 환경에 영향을 미치게 되지만, 반대로 식물체의 증산 및 광합성 작용은 실내 환경에 의해 결정되며, 지금까지의 연구는 대부분 환경조건에 대한 식물의 생육반응에 대해 주로 연구되어 왔다(Reddy et al., 1995; 방광자와 주진희, 2002). 또한, 광, 습도, 온도, CO₂ 농도 등의 환경변화에 따른 파키라(*Pachira aquatica*)의 실내개선 효과에 관한 연구가 진행된 바 있으나, 광합성측정기의 엽상(leaf chamber)내에서 측정된 것으로(손기철과 김미경, 1998), 실제 실내 공간에 적용하기에는 미흡한 점이 있다. 식물이 실내 환경에 미치는 영향을 거리, 엽량, 방향별로 나누어 조사한 결과, 식물로부터 거리가 가까울수록, 식물의 엽량이 많을수록, 식물의 측면보다는 식물의 윗면에서 온도 하강 및 습도 상승 효과가 높은 것으로 조사되었다(정연승과 박인환, 1999). 하지만 일반적인 화분식재이기 때문에 하이드로컬처 도입시 필요한 식재부피비와 환경변화를 예측할 수 없다는 한계가 있다.

이에 본 연구는 최근 효과적인 실내녹화 방법으로 주목받고

있는 하이드로컬처를 실내습도 개선의 중요한 수단으로 활용하기 위해, 실내 수경재배 관엽식물로 매우 보편화된 스킨답서스와 싱고늄을 대상으로 부피비율과 화분용도에 따른 실내습도 변화를 실측하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 2008년 7월 9일부터 9월 9일까지 약 3개월간 상명대학교 환경조경학과 실험온실에서 수행하였다. 실험재료는 하이드로컬처 관엽식물인 스킨답서스와 싱고늄, 산호수(*Ardisia pusilla*) 4치 화분을 구입한 후 하이드로볼을 화분용토로 재식하여 온실에서 1개월 정도 순화하였다. 스킨답서스와 싱고늄은 내음성이 강한 아열대성 덩굴식물로 줄기에서 기근이 나오기 때문에 나무의 줄기에 부착되어 자라는 성질이 있다. 실내식물로는 주로 지피용이나 걸이용, 하이드로컬처용으로 활용되며, 환경적응성이 높고, 생장속도가 빠른 특징을 가지고 있다. 산호수는 제주도가 원산지인 상록소교목으로 키가 5~8cm로 줄기가 땅을 기며, 주로 붉은 열매를 감상한다. 내음성이 강해, 지피용이나 걸이용으로 실내에서 활용된다(이종석 등, 2005). 모든 실험은 환경설정이 자동제어되는 성장상(비전, 1996)내에서 수행하였으며, 내부 크기는 가로 0.6m×세로 0.6m×높이 1.1m로 용적은 약 0.4m³이었다. 4개의 성장상은 모두 광도는 약 1,000 lux, 온도는 25±2℃, 상대습도는 겨울철 건축물 내 습도인 25±3%로 설정하였다(그림 1 참조).

1. 하이드로컬처 식재대 부피비율에 따른 습도 변화

하이드로컬처 식재대의 부피비율은 실내에 식물도입의 적합한 수준으로 제시된 2~5%(손기철 등, 2006)를 기준으로, 성장상 내 전체 용적에 대한 0%, 2%, 3%, 5%의 부피비율로 하이드로컬처 식재대를 자체 제작하여 하였다. 화분용토와 식재대 용토는 실내조경에서 일반적으로 사용되는 하이드로볼을 사용

하였다. 식재대 안의 수경재배전용 수위계가 최대(max)를 표시할 때까지 물을 넣어 실험을 시작하였고, 수위계가 최소(min) 부분까지 내려갔을 때 종료하였다. 성장상내 습도변화를 보기 위해, 디지털온습도계(Kiwi-LTH, 2008)를 내부에 장착하여 1시간마다 계기판에 표시된 습도를 기록하여 정리하였다. 이러한 실험을 총 3반복으로 측정하였다.

2. 하이드로컬처 식재대 내 화분용토와 식물종에 따른 습도 변화

식재대를 성장상 부피비율의 3%로 동일한 식재대에 하이드로볼 화분용토를 대조구로 하여 물 식재대 안의 하이드로볼 화분, 물 식재대 안의 인공배합토 화분으로 구성하여 실내습도 변화를 살펴보았다. 또한 온대산 실내식물과 열대산 관엽식물과의 습도 변화 차이를 보기 위해 하이드로컬처 식재대에 온대산 실내지피식물인 산호수를 식재한 후 성장상에 투입하였다. 동일한 실험을 총 3반복으로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 하이드로컬처 식재 부피비율에 따른 습도 변화

스킨답서스가 투입되지 않은 대조구에 비해, 투입한 성장상의 상대습도가 높았다. 특히, 식물과 식재대의 부피비율이 높아질수록 습도가 높아졌다. 즉, 대조구의 실내습도 25%와 비교했을 때, 부피비율 2%의 경우 약 40%의 상대습도를, 부피비율 3%의 경우 약 45%의 상대습도를, 부피비율 5%의 경우 50%까지 상대습도를 올려주고 있다(그림 2 참조). 기존의 실내실험에서는 파키라(*Pachira aquatica*)가 실내공간의 2.4% 정도를 차지했을 경우, 약 3~5%의 습도조절이 가능했던 것에 비해(손기철 등, 1998), 본 연구에서는 하이드로컬처 녹화부피비율이 2~5%만으로도, 실내습도를 15~25%까지 상승시켰다. 이



그림 1. 하이드로컬처 부피비율과 화분용토에 따른 스킨답서스, 싱고늄의 성장상 실험
자료: 필자 촬영

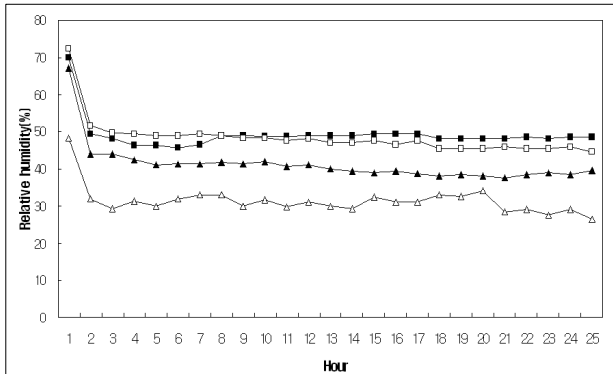


그림 2. 스킨답서스의 부피비에 따른 생장상내 습도변화
 범례: ■ 5% Volume ratio, □ 3% Volume ratio,
 ▲ 2% Volume ratio, △ Control

는 파키라의 경우 순수한 식물잎의 증산량에 의한 환경변화를 비교하기 위해 화분전체를 밀폐했으나(손기철과 김미경, 1998), 본 실험에서는 식재대와 화분을 밀폐하지 않아 상대적으로 식물증산과 수분증발이 상대습도 증가에 상승효과를 준 것으로 본다. 또한, 다공질의 하이드로볼을 식재토양으로 사용함으로써, 공기중의 수분증발이 원활한 것도 한 요인으로 작용한 것으로 판단된다.

수위계가 최대(max)에서 최소(min)까지 가는데 걸리는 시간은 대략 25시간으로 나타났으나, 30시간 이상이 되어도 습도가 계속 유지되었다. 이는 식물 자체가 건조에 의해 고사하지 않는 한 습도는 떨어지지 않을 것이라 예측된다. 따라서, 생장상내 습도 환경이 25%로 매우 건조한 상태라는 것을 감안할 때, 이러한 하이드로컬처로 실내녹화를 조성한다면, 관수주기를 겨울철에는 2회/주, 여름철에는 1회/주로 조절이 가능할 것으로 본다.

싱고늄의 경우에도 스킨답서스와 마찬가지로, 식물을 투입한 생장상의 습도가 그렇지 않은 대조구보다 높았다. 하이드로컬처 부피비율 2%의 경우 약 40%의 상대습도를, 부피비율 3%의 경우 약 44%의 상대습도를, 부피비율 5%의 경우 46%의 상대습도를 나타내어(그림 3 참조), 대조구인 25%에 비해 습도는 높았으나 녹화부피비에 따른 습도변화는 확인하지 않은 것으로 나타났다. 이는 싱고늄이 스킨답서스에 비해 증산율이 높다는 것을 나타내고 있으며, 적은 양의 녹화로도 습도상승을 유도할 수 있는 식물임을 나타낸 결과라 하겠다. 실내볼륨의 약 8~10% 정도의 식물만 두면, 겨울철에 습도를 15%까지 높일 수 있다고 할 때(Ishino et al., 1994), 2~5%의 더 낮은 녹화부피비율을 통해서도 습도가 15~20%까지 높아진 결과는, 이러한 하이드로컬처가 겨울철 건축물 내 습도를 조절할 수 있는 효과적인 녹화방법임을 보여주고 있다. 한편, 싱고늄의 경우 수위계가 최대(max)에서 최소(min)까지 가는데 걸리는 시간은 약 30시간으로, 스킨답서스에 비해 관수주기 간격이 긴 것

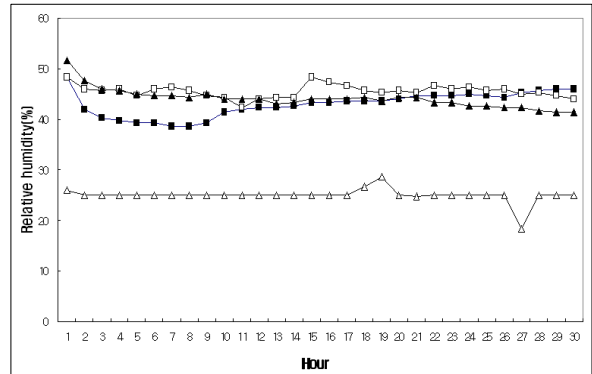


그림 3. 싱고늄의 부피비에 따른 습도 변화
 범례: ■ 5% Volume ratio, □ 3% Volume ratio,
 ▲ 2% Volume ratio, △ Control

으로 나타나 물관리가 수월한 식물임을 알 수 있었다.

식물은 뿌리로 흡수한 물의 약 1% 정도만 자신의 생명을 유지하기 위하여 사용하고, 나머지는 기공을 통하여 대기로 순수한 물을 배출시킴으로 실내습도를 증가시킨다. 비록 식물에 의해 방출된 수분량이 가습기에 의한 보습처럼 정확하게 조절되지 않는다고 하더라도 증산물의 자연적 변화는 자기조절(self-control)적이다. 즉, 상대습도가 높을 때 증산력은 감소되며, 낮은 상대습도에서는 반대로 증가된다(손기철 등, 2006). 이렇듯, 실내습도는 식물증산력에 따라 다르나, 매우 건조한 습도조건 일지라도 보수성 있는 화분용토를 이용했을 경우 식물생육이 좋았다는 결과(방광자와 주진희, 1999)와 같이 식물의 부피비율뿐 아니라 용토 선정 또한 실내습도 변화의 한 요인으로 작용한 것으로 본다.

2. 하이드로컬처 식재대 내 화분용토와 식물종에 따른 습도 변화

3%의 동일한 하이드로컬처 식재대 내의 화분용토와 식물종에 따른 습도 변화를 살펴보면, 하이드로볼 식재대 내 하이드로볼 화분인 대조구가 실험 초반에는 가장 높았으나 시간이 경과됨에 따라 물 식재대 내 인공배합토 화분과 비슷한 습도인 45%로 유지되었다. 산호수는 약 38%의 상대습도를 나타내었고, 물 식재대 내의 하이드로볼 화분의 스킨답서스는 상대습도 약 30%로 나타나(그림 3 참조), 용토와 수중에 따라 습도개선 효과가 다르다는 것을 알 수 있었다.

식재대에 하이드로볼을 채운 것과 물로만 채운 것을 비교해보면, 약 15%의 차이가 난다. 이는 식재대를 하이드로볼 대신 물로 채웠음에도 불구하고 상대습도효과는 비교적 낮다는 것을 알 수 있다. 반면, 화분용토를 하이드로볼 대신 인공배합토로 채웠을 경우 유사한 습도변화를 보여주고 있다. 이러한 결과들은 동일한 용적비율의 실내녹화 시, 보수성 있는 용토의

역할이 중요함을 보여준 것이라 하겠다. 하지만, 배수공이 없는 식재대에서의 녹화에서는 식물의 뿌리호흡 저하와 토양오염을 방지하기 위해서는 일반토나 인공배합토보다는 다공질 하이드로볼을 사용하는 것이 바람직하다고 본다.

수위계의 변화에 있어 흥미로운 사실은, 25시간 경과 후 다른 3가지 처리가 최대(max)에서 최소(min)까지 도달한 반면, 무늬산호수의 수위계는 최대(max)에서 중간(opt)를 가리켰다. 이는 식재대의 물이 그만큼 소모량이 적었다는 것과 식물에 따라 습도제어능력이 다르다는 것을 보여준 결과이다. 특히, 산호수와 같이 잎이 작고 왁스층이 발달한 온대산식물은 비록 내음성이 높다고 할지라도 증산속도가 비교적 느려 실내습도제어능이 열대관엽식물에 비해 소극적인 것으로 판단된다.

실내에 식물을 배치할 경우, 습도변화는 식물의 증산량 차이에 따라 영향을 받는데, 예를 들면, 대표적인 8종 관엽식물의 증산량과 차광율을 측정하여 홍콩쉐프렐라(*Schefflera arboricola* "Hong Kong")와 대만고무나무(*Ficus retusa*)는 증산이 활발한 것으로, 행운목(*Dracaena fragrans* "Massangeana")은 거의 증산하지 않는 것으로 구분해 식물마다 증산량이 다름을 밝혔다(Asaumi et al., 1993). 또한, 식물의 증산량은 온도, 습도, 조도변화에 따라 변화하는데, 식물의 종류에 상관없이 상대습도가 낮을수록 증산량이 증가하고, 광도가 증가할수록 증산량도 증가한다. 반면에 온도가 증산량에 미치는 영향은 식물의 종류에 따라 달랐으며, 고무나무나 파키라는 온도가 높을수록 증산량이 적어지는 경향을 나타내었다(Ishino et al., 1994). 또한, 27종의 실내식물을 대상으로 실내습도 향상 효과를 본 결과 전체적으로 15.5%의 실내습도 향상효과를 나타냈으며, 습도 향상 효과는 엽면적보다는 식물이 가지는 증산능력에 크게 영향을 받는 것으로 보고되었다. 즉, 엽두께가 작아질수록 습도 향상 효과가 떨어지는 경향을 나타내었고, 왁스층의 정도에 따른 경향은 뚜렷하지 않은 것으로 나타났다(정순진 등, 2007). 이렇듯 식물종류와 용도에 따라 실내습도 제어능력이 다르다

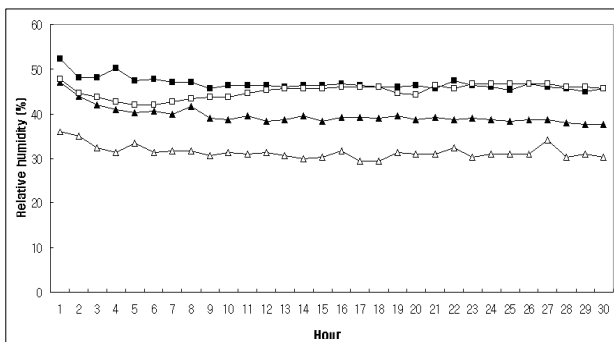


그림 4. 화분용토와 온대산 산호수 변화에 따른 생장상내 습도변화
 범례: ■ 산호수(hydroball+hydroball), □ 스킨답서스(hydroball+hydroball),
 ▲ 스킨답서스(water+hydroball), △ 스킨답서스(water+soil)

는 것을 보여주고 있어, 추후 이에 대한 세세한 검증이 필요하다고 하겠다.

IV. 결론

본 연구는 하이드로컬처 실내녹화방법을 실내습도 개선의 중요한 수단으로 활용하기 위해, 관엽식물로 매우 보편화된 스킨답서스와 싱고늄을 대상으로 하이드로컬처 식재 부피비율인 2%, 3%, 5% 차이와 3%의 동일한 하이드로컬처 식재대에서의 화분용토, 식물종에 따른 실내습도 변화를 실측하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 하이드로컬처 부피비율에 따른 습도 변화

스킨답서스의 경우, 식물이 투입하지 않았던 대조구에 비해 식물이 있는 생장상내 상대습도가 높았다. 특히, 식물과 식재대의 용적비율이 높아질수록 상대습도가 높아졌다. 대조구는 상대습도가 25%인 대조구에 비해, 2%는 40%를, 3%는 45%를, 5%는 50%의 상대습도를 나타냈다. 싱고늄은 하이드로컬처 부피비율 2%는 40%를, 3%는 44%를, 5%는 46%로 각각 나타내어 대조구인 25%의 습도보다는 높았으나, 부피비율에 따른 습도 차이가 확연하지 않았다.

2. 하이드로컬처 식재대 안의 화분용토와 식물종에 따른 습도변화

대조구인 하이드로볼 식재대 내 하이드로볼 처리구에서 초기 습도가 다소 높았으나, 시간이 지남에 따라 물 식재대 내 흡수화분 처리구와 유사한 약 45%의 상대습도를 유지하였다. 물 식재대 내 하이드로볼 처리구의 경우 상대습도가 약 30%로 나타났으며, 하이드로볼 식재대 내 하이드로볼 처리구인 산호수는 상대습도 약 38%로 측정되었다.

하이드로컬처 2~5%의 녹화부피비율을 통해서도 습도가 15~20%까지 상승시킨 결과는 하이드로컬처가 겨울철 건축물 내 습도를 조절할 수 있는 효과적인 녹화방법임을 보여주고 있다. 하이드로컬처에 의한 실내 상대습도는 식물의 부피비율이 높아질수록 증가하였으나, 식물종마다 차이를 보였다. 또한, 식재대 안의 화분용토가 보수성이 높을수록 실내 상대습도가 높아지나, 장기적인 식물의 뿌리생육을 고려할 때는 다공질성 용토가 필요하다고 본다.

인용문헌

1. 김윤신(2005) 생활환경속의 실내공기질 관리. 한국공학교육학회지 12(4): 61-65.

2. 방광자, 주진희(1999) 분화식물의 실내배치가 적절한 실내공기습도의 유지에 미치는 영향. 상명대학교 산업과학연구지 7: 57-63.
3. 방광자, 주진희(2002) 실내 습도조건이 가는쇠고사리와 석위의 생육에 미치는 영향. 한국복원녹화기술학회지 5(2): 34-38.
4. 서성준(2006) 습도와 피부건강. 대한피부과학회 추계학술발표대회지 58(2): 101.
5. 손기철, 김미경(1998) 실내 광, 온도, 절대습도 및 이산화탄소의 변화가 파키라(*Pachira aquatica*)의 증산 및 광합성량에 미치는 영향과 통계적 모델링. 한국원예학회지 39(5): 605-609.
6. 손기철, 김미경, 박소홍, 장명갑(1998) 관엽식물 파키라가 실내 온·습도 변화에 미치는 영향. 한국원예과학기술지 16(3): 377-380.
7. 손기철, 송중은, 유명화(2006) 인간 건강 증진 측면에서 화훼의 기능성 연구. 한국원예과학기술지 24: 77-95.
8. 손기철(2004) 실내식물이 사람을 살린다. 서울: 중앙생활사.
9. 윤용환(2002) 녹지가 14시 상대습도에 미치는 실증적 연구. 한국산림휴양학회지 6(2): 1-6.
10. 이월희(1995) 대형건물 실내조경식물의 하자 원인에 관한 연구. 고려대학교 대학원 석사학위논문.
11. 이종석, 방광자, 김순자(2005) 신실내조경학. 파주: 도서출판 조경.
12. 정순진, 송정섭, 김원순, 이동우, 김형득, 김광진, 유은하, 조정건(2007) 실내식물에 의한 실내습도 개선효과. 한국원예기술지 25(1): 122.
13. 정연승, 박인환(1999) 실내에서 식물과 수경시설이 온열환경에 미치는 영향. 한국조경학회지 27(1): 19-25.
14. 조수현, 김현(1990) Office Building에서 실내습도가 근무자의 건강에 미치는 영향. 대한산업의학회지 2(2): 123-133.
15. Asaumi, H., H. Nishina, and Y. Hahimoto(1993) Measurement of transpiration rate, stomatal resistance and shading ratio of amenit plants. J. Shita 4: 131-138.
16. Ishino, H., J. Tanimoto, and M. Yanagi(1994) Study on the evaporation from foliage plant in indoor environment. J. Archit. Plann. Environ. Engng. 457: 9-17.
17. Kimura, K., H. Ishino, J. Tanimoto, and S. Kato(1991) Experimental study on the effects of evaporation from foliage on the indoor moisture environment. Part 1. Experimental method and results of orthogonal experiment. Summaries of Tchnical Papers of Annual Meeting Architectural Institute of Japan pp. 787-788.
18. Reddy, V. R., K. R. Reddy, and H. F. Hodges(1995) Carbondioxide enrichment and temperature effects on cotton canopy photosynthesis, transpiration and water-use efficiency. Field Crops Research 4: 13-23.
19. Snyder, S. D.(1990) Building Interiors, Plants and Automation, New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
20. Won, J. H.(1997) Interior Landscape Design, Seoul: Jokyong.

원 고 접 수 일: 2009년 7월 2일
 심 사 일: 2009년 8월 11일
 계 재 확 정 일: 2009년 9월 27일
 4 인 의 명 심 사 필