Journal of Environmental Science International
25(5); 625~633; May 2016

pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
http://dx.doi.org/10.5322/JESI.2016.25.5.625

ORIGINAL ARTICLE

옥상 내 저관리 도시농업에서 친수성 중합체 배합비에 따른 가지(*Solanum melongena*)의 생육반응

주진희 · 김원태[1)] · 허혜[2)] · 윤용한 · 최은영[3)*]

건국대학교 녹색기술융합학과, [1)]천안연암대학교 환경조경과, [2)]건국대학교 산림과학과 대학원, [3)]한국방송통신대학교 농학과

Growth Responses of Eggplant (*Solanum melongena*) to Hydrophilic Polymer Mixture Ratio in Growing Medium for Lower Maintenance Urban Agriculture via Green Roofs

Jin-Hee Ju, Won-Tae Kim[1)], Hui Xu[2)], Young-Han Yoon, Eun-Young Choi[3)*]

Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University, Chungju 27478, Korea

[1)]Department of Environment and Landscape Architecture, Cheonan Yonam College, Cheonan 31005, Korea

[2)]Department of Forest Science, Graduate School, Konkuk University, Chungju 27478, Korea

[3)]Department of Agricultural Sciences, Korea National Open University, Seoul 03087, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the influence of hydrophilic polymer (HP) mixture ratio (Control, 1.0%, 2.5%, 5.0%, and 10.0%) on growth of eggplant (*Solanum melongena*) for lower maintenance urban agriculture via green roofs. Although it was not statistically significant ($p > 0.05$), substrate temperature was decreased as hydrophilic polymer mixture ratio were increased. High substrate water content (95%) was found consistently in growing media under elevated hydrophilic polymer mixture ratio at over 5% during the entire growing period. Substrate electronic conductivity was increased as hydrophilic polymer mixture ratio were increased. Growth index was decreased as hydrophilic polymer mixture ratio was increased. It was reduced about 1/3 and 1/5 compared to that of Control in HP5.0 and HP10.0 treatment plants, respectively. Number of leaves, leaf length, and leaf width were decreased in following order: Control> HP1.0> HP2.5> HP5.0> HP10.0 treatments. There numbers were significantly lower in HP5.0 and HP10.0 treatment plants. Dry weight of shoot and root were decreased as hydrophilic polymer mixture ratio was increased. They were reduced by 1/4 compared to those of Control treatment plants. In addition, visual value was decreased as hydrophilic polymer mixture ratio was increased. Plants grown in HP1.0, HP2.5, and HP5.0 treatments all survived. However, plants grown in the HP10.0 treatment had the lowest survival rate (56%) after 3 months of growing. These results indicate that the advantage of adding hydrophilic polymer to green roof growing media may greater during dry periods. However, the proper mixture proportion of hydrophilic polymer should be determined according to different characteristics of growing media and plant species.

Key words : Electronic conductivity, Growth index, Survival rate, Volumetric soil water content, Visual value

Received 18 January, 2016; **Revised** 6 April, 2016;
Accepted 7 April, 2016

***Corresponding author** : Eun-Young Choi, Department of Agricultural Science, Korea National Open University, Seoul 03087, Korea
Phone : +82-2-3668-4635
E-mail : ch0097@knou.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

최근 도시농업의 중요성이 부각됨에 따라, 옥상이라는 공간 또한 이러한 기술들을 적용시킬 수 있는 장소로 인식되고 있다(Whittinghill and Rowe, 2011). 이에 식재지반은 건축물의 안전성과 식물의 생육을 위해 방수층, 방근층, 배수층, 거름층, 식생토층 등의 다층의 구조로 조성하게 된다(Getter and Rowe, 2006). 특히, 식물의 뿌리가 직접 닿는 식생토층의 성분과 토심은 식물의 생존율에 결정적인 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Rowe et al., 2006). 식생토층의 주요 성분은 펄라이트, 피트모스, 코이어, 버미큘라이트, 화산토 등의 경량형 인공토양으로 이들 각각을 혼합하여 활용되고 있다. 하지만, 이중 피트모스, 코이어, 왕겨 등의 유기물질은 완전히 건조될 경우 소수성으로 변하여 수분을 보유하기가 어렵고 초기 습윤화 과정이 길어지는 문제점을 가지고 있다(Choi et al., 2000). 또한 옥상은 구조상 자연지반과 단절되어 있어 지하로부터 수분을 공급받을 수 없을 뿐 아니라 강한 햇빛과 건조한 바람 등 열악한 조건을 가지고 있다고 볼 때(Dunnett and Kingbury, 2013), 식재지반 내 소수성으로 인한 식물의 수분부족 발생 및 생장억제의 원인이 될 수 있다(Elliot, 1992). 일반적으로 옥상녹화에서의 부족한 수분은 토양개량제, 토심 또는 관수로 해결할 수 있으나(Whittinghill and Rowe, 2011), 낮은 토심과 무관수의 옥상에서 저관리로 도시농업을 유지해야 된다면, 빗물을 최대한 보유할 수 있는 보수성 토양개량제의 활용은 불가피하다고 하겠다.

친수성 중합체인 hydrophilic polymer는 백색분말상의 고분자 수지로 자체 중량의 수백 배에서 수천 배 물을 매우 빠르게 흡수하여 겔(gel)상으로 변화시킴과 동시에 압력을 가해도 탈수하지 않는 강력한 보수력을 가지고 있다(Kim et al., 1998). hydrophilic polymer는 1970년대 초부터 식물에 이용되기 시작하였으며, 토양의 보수력 증진효과가 규명되면서 토양구조 안정 및 보수력 증진에 활용되고 있다(Wallace and Abouzamzam, 1986). 특히, 건조한 사질토의 수분보유력을 높임으로써 식물의 활착과 성장을 촉진할 뿐 아니라(Taban and Movahedi, 2006), 생산량을 증가시키는 것으로 보고되었다(Ali, 2011). 하지만 대부분의 연구는 토양변화 자체에 집중되는 양상을 보이고 있어, 식물생육과 연계된 현장검증이 필요한 실정이다.

가지(*Solanum melongena*)는 감자, 고추, 담배, 토마토와 함께 가지과의 1년생 초본식물로서 원산지는 인도이며, 아시아에서 1,500년 이상 재배되고 있다(Roh, 2008). 또한, 전 세계에서 가장 많이 생산하는 채소 중 하나로(Giuseppe et al., 2010), 추후 옥상에서 여름철 도시농업 작물로 각광을 받을 것이라 본다. 가지의 안정적인 수확을 위해서는 영양생식과 생식생장의 균형이 이루어져야 하는데, 이를 위해서는 적정한 관수와 시비가 이루어져야 하는 것으로 알려져 있다(Kang et al., 2005).

이에 본 연구는 식생토층의 보수성을 높일 수 있는 친수성 중합체의 효용성을 가지의 생육반응을 통해 살펴봄으로써, 옥상에서 저관리 도시농업의 활성화를 위한 자료로 활용하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험은 2014년 6월부터 9월까지 건국대학교 글로벌캠퍼스 내 복합실습동 옥상에서 현장실험을 하였다. 실험기간 중 일평균 최고기온은 8월 2일 29.6℃이며, 최저기온은 9월 19일 17.7℃로 조사되었다. 강수량은 6월, 63.3 mm, 7월, 92.6 mm, 8월, 277.1 mm, 9월, 35.5 mm, 7월말에서 8월초까지 주로 집중되는 경향을 보였다.

옥상 위에 실험구는 1,000 mm(가로) × 1,000 mm(세로) × 300 mm(높이)의 크기로 방형구로 제작하였다. 실험구 안쪽 하단에 500 mm(가로) × 500 mm(세로) × 50 mm(높이)의 다공질 배수판으로 배수층을 설치한 후 그 위에 식재토양이 빠져나가지 않도록 부직포로 여과층을 조성하였다(Fig. 1).

2.1. 토양 및 식물재료

본 실험의 식생토층으로 사용된 혼합상토는 인공배합토(Sunshine mix#1, SunGro Horticulture, Canada)로, 가지의 생육을 위해 유기질비료(금정원, Korea)를 5%(부피비율)로 혼합하여 균일하게 조제하였다. 토양개량제로 사용된 친수성 중합체인 hydrophilic polymer (K-SAM, Kolon Chemical Co., Ltd., Korea)는 acrylic acid-sodium acrylate copolymer와 수분이 94 : 6로 구성된 고흡수성 수지이다(Kim and Park, 2011). 배합비

는 선행연구를 참고하여(Yang et al., 2014), 상토 부피를 기준으로 0%(Control), 1.0%, 2.5%, 5.0%, 10.0% 등 총 5가지로 균일하게 조제하여, 각 실험구별로 토심 200 mm까지 충전하였다.

가지는 2014년 5월에 초장 약 20 cm의 균일한 묘종을 청주에 위치한 농장에서 구입한 후, 옥상에서 1개월간 순화시켰다. 식재토층이 포설된 후 각 처리구별로 9본씩 15 cm 간격으로 정식하였다. 식물의 초기 활착을 위한 관수를 1회 수행한 후 자연강우로만 수분을 공급하였다.

Fig. 1. Overview of experimental green roofs test plot (Konkuk University, Chungju).

2.2. 분석항목 및 방법

토양은 토양온도, 토양수분함량, 토양전기전도도를 중심으로 생육측정 기간과 동일한 6월부터 9월까지 각 처리구별 표면에서 10 cm 깊이로 토양측정기(WT-1000N, MIRAE SENSOR, Korea)를 이용해 매달 1회 5반복씩을 측정하여 평균값을 냈다.

식물은 생육, 생산성, 시각적질, 생존율로 대별되며, 특히, 생육은 생장지수, 엽수, 엽장, 엽폭 등으로, 생산성은 착과수, 건물중 등으로 세분화하였다. 생장지수(GI; growth index)는 〔(초폭1)+(초폭2)〕/2+초장)/2의 산정식으로 계산하였다(Hammond et al., 2007). 초장은 지표면에서 식물의 정단부까지, 초폭 1과 초폭 2는 식물의 너비가 가장 큰 지점에 중심 줄기를 수직으로 통과한 길이를 측정하여 산정식에 적용하였다. 엽수는 전체 잎의 수를 세었으며, 엽장과 엽폭은 중앙부 잎을 엽의 길이와 폭을 쟀다. 건물중(dry weight)은 실험 종료 후 각 처리구에서 식물체를 채취한 후 각각 지상부와 지하부로 나누어 70℃의 열풍순환식 건조기(C-DF, CHANGSHIN Sci Co, Korea)에서 48시간 건조한 다음 조사하였다. 착과수는 길이 5 cm 이상의 착과수를 중심으로 육안으로 세었다. 시각적질은 시각적으로 보이는 외관적 활성도를 기준으로 1～5점 스케일로 평가하였다(Monterusso et al., 2005). 잎을 기준으로 1 = 완전히 고사, 2 = 30% 이하 3 = 50%를 유지, 4 = 70% 이상을 잎이, 5 = 모든 잎이 녹색을 유지하고 건강하게 보임을 기준으로 하여, 시각절질을 수치화하였다. 생존율은 각 처리구별 생존 식물수/전체 식물수 ×100(%)로 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 토양

3.1.1. 온도

옥상녹화 식재층의 hydrophilic polymer 배합비에 따른 토양 온도를 측정한 결과, 6월에는 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구가 각각 34.0, 33.6, 33.1, 31.1, 31.4℃인 반면, 7월에는 24.8, 25.1, 24.9, 24.6, 25.1℃로 약 6～9℃로 급감하였다. 8월은 처리구별로 큰 차이를 보이지 않은 반면, 9월은 hydrophilic polymer 배합비가 가장 높은 HP10.0 처리구에서 가장 낮은 토양 온도를 보였다(Fig. 2). 여름철 외부최대온도가 약 28℃인 경우, 비녹화된 지붕 온도는 약 45℃인데 비해 녹화된 경우 약 35～30℃로 낮아지는데 이는 식생의 유형보다는 식재층의 깊이, 특히 토양수분함량과 가장 관련성이 깊은 것으로 보고되고 있다(Andrea et al., 2012). 이러한 관점에서 볼 때, hydrophilic polymer 배합비가 높을수록 토양 온도가 다소 낮아지는 경향을 보인 것은 토양 수분함량의 차이라 해석되며, 특히, 강수량이 비교적 적은 6월과 9월에 좀 더 뚜렷한 경향을 나타냈다.

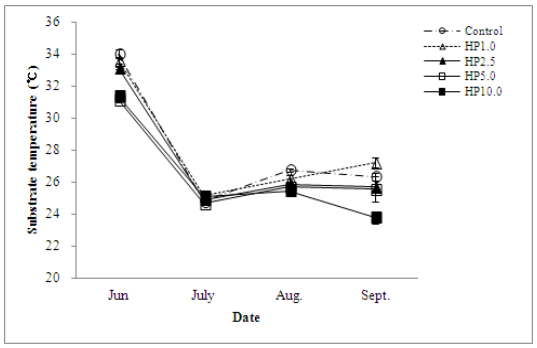

Fig. 2. Changes in substrate temperature for growing of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 5).

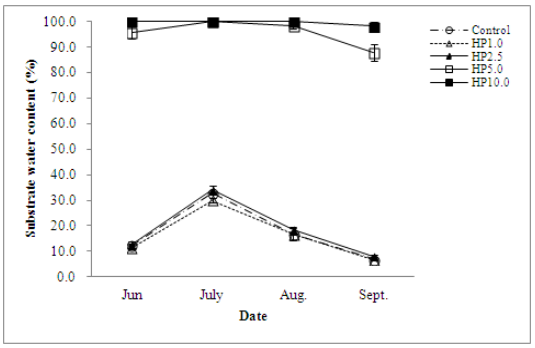

Fig. 3. Changes in substrate water content for growing of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 5).

3.1.2. 수분함량

6월의 토양 수분함량은 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구가 각각 12.5, 11.6, 12.7, 95.9, 99.9%로 hydrophilic polymer 배합비율이 2.5% 이하인 경우에는 토양 수분함량이 13% 이하인 반면, 5.0% 이상인 경우에는 95% 이상의 높은 토양 수분함량을 보였다. 강수량이 많아지는 7월에는 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP1.0 처리구가 각각 32.8, 29.9, 34.0, 99.9, 99.9%로, hydrophilic polymer 배합비율이 2.5% 이하에서는 34% 이하로 6월에 비해 약 3배정도 증수한 반면, 5.0% 이상으로 배합한 처리구에서는 95% 이상을 유지해, 6월과 큰 차이를 보이지 않았다. 8월과 9월은 7월보다 점차 감소하는 경향을 보였으나, hydrophilic polymer 배합비율이 2.5%를 기준으로 토양 수분함량의 차이는 매우 뚜렷하였다(Fig. 3). 이렇듯 토양의 보수성 측면에서 볼 때, 친수성 중합체인 hydrophilic polymers (hydrogel)은 자체중량의 몇 백배까지 수분을 저장할 수 있는 것으로 알려져 있어(Farrell et al., 2013), 건조가 장기간 지속될 경우 옥상에서 도시농업용 토양개량제로 광범위하게 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

3.1.3. 전기전도도

6월의 토양 전기전도도는 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구가 각각 0.2, 0.1, 0.2, 0.6, 1.3 dS/m 로 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 증가하는 경향을 보였다. 반면, 7월의 토양 전기전도도는 0.2, 0.1, 0.1, 0.4, 0.7 dS/m로, 특히, hydrophilic polymer 배합비율 10.0% 처리구에서 급감하였다. 8월과 9월은 HP1.0 처리구를 제외하고, 낮아지거나 큰 변화를 보이지 않았다(Fig. 4). 6월은 자연강우량이 적은 달로, hydrophilic polymer 배합비율이 높은 처리구일수록 무기성분의 용해도 또한 높아져, 일시적으로 증가하였으나, 7월부터는 자연강우량이 높아져 희석되었기 때문에, 다소 낮아진 것으로 해석된다. 하지만, 일반적으로 조경용 토양 전기전도도 평가기준은 상급은 0.2 dS/m이하, 중급은 0.2∼1.0 dS/m, 하급은 1.0∼1.5 dS/m라고 볼 때(The Korean Institute of Landscape Architecture,

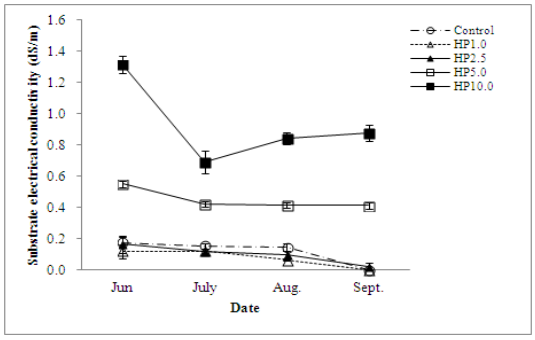

Fig. 4. Changes in substrate electrical conductivity for growing of *Solanum melongena* as affected by different mixture ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 5).

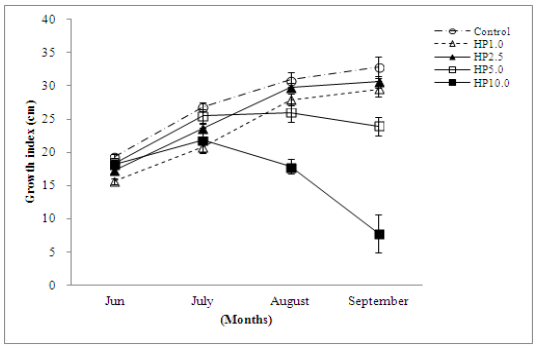

Fig. 5. Changes in growth index of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 9).

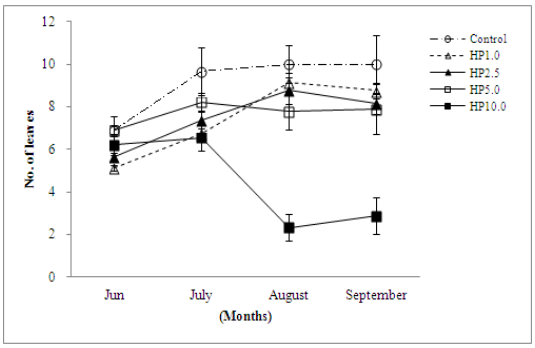

Fig. 6. Changes in number of leaves of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 9).

2013), hydrophilic polymer 배합비율 10.0%에서 하급으로 분류될 수 있어, 고농도의 배합은 초기 식물생육에 부적합한 것으로 생각된다.

3.2. 식물생장

3.2.1. 생장지수

가지의 생장지수는 6월에 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구에서 각각 19.4, 15.6, 17.3, 18.4, 18.2 cm, 7월에 26.9, 20.8, 23.7, 25.5, 21.8 cm, 8월에 30.9, 27.9, 29.8, 26.0, 17.9 cm, 9월에 32.8, 29.5, 30.6, 24.0, 7.8 cm로 조사되었다. 6월과 7월에는 hydrophilic polymer 배합비율에 따른 차이가 뚜렷하지 않았으나, 8월에는 대조구에 비해 점차 감소하는 경향을 보였다. 특히, 9월에는 hydrophilic polymer 배합비율 5%, 10% 처리구의 가지가 대조구에 비해 약 1/3∼1/5 이상 감소되어 뚜렷한 차이를 보였다(Fig. 5). 이는 고분자 중합체 3.0% 이상의 혼합비율은 잔디 생육에 불리한 영향을 준다는 기존 연구(Kim and Park, 2011)와 유사한 결과로서, 높은 보수제의 혼합비율이 반드시 식물의 생육에 긍정적인 영향을 주지는 않는다는 것을 보여준 결과라 하겠다. 반면, hydrophilic polymer 2.5% 이하의 배합비율에서는 대조구와 큰 차이를 보이지 않아, 수분 스트레스를 받는 토양조건일 경우, 옥상녹화의 식재층의 보수성 향상과 식물의 생육에 효과적일 것으로 본다.

3.2.2. 엽수

가지의 엽수는 6월에 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구에서 각각 6.9, 5.1, 5.6, 6.9, 6.2개, 7월에 9.7, 6.8, 7.4, 8.2, 6.6개, 8월에 10.0, 9.1, 8.8, 7.8, 2.3개, 9월에 10.0, 8.8, 8.1, 7.9, 2.9개로 조사되었다. 6월에는 처리구별 큰 차이를 보이지 않았으나, 7월부터 HP10.0 처리구의 가지의 엽수가 대조구에 비해 약 30% 감소하였다. 8월과 9월에는 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 대조구> HP1.0> HP2.5> HP5.0> HP10.0 처리구 순으로 감소하는 경향이 비교적 뚜렷하였다(Fig. 6).

3.2.3. 엽장

가지의 엽장은 6월에 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구에서 각각 6.8, 6.1, 6.8, 6.1, 6.2 cm, 7월에 7.6, 6.3, 7.2, 7.0, 6.2 cm로 대조구를 제외하고 큰 차이를 보이지 않았다. 반면, 8월에 7.7, 7.2, 7.8, 7.2, 4.3 cm 개, 9월에 10.0, 8.8, 8.1, 7.9, 2.9 cm로 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 엽장은 짧아졌으며, 특히, HP10.0 처리구의 엽장은 대조구의 약 1/3로 감소되었다(Fig. 7).

3.2.4. 엽폭

가지의 엽폭은 6월에 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구에서 각각 5.0, 4.8, 5.3, 4.6, 4.8 cm, 7월에 5.3, 4.6, 5.1, 4.8, 4.1 cm로 엽장의 변화와 유사한 경향을 보였다. 또한, 8월에 5.0, 5.1, 5.1, 4.5, 2.7 cm로 대조구에 비해 HP10.0 처리구에서 약 1/2로 감소되었으며, 9월에 4.5, 4.5, 4.9, 4.0, 1.2 cm로 약 1/3로 감소되었다.

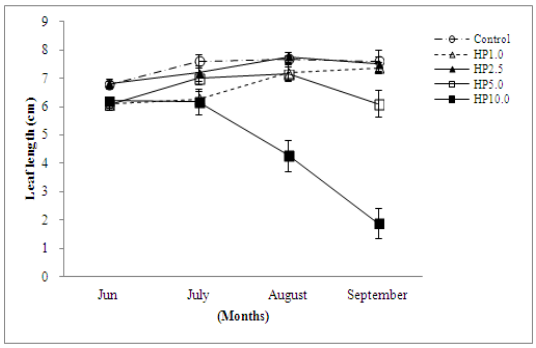

Fig. 7. Changes in leaf length of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 9).

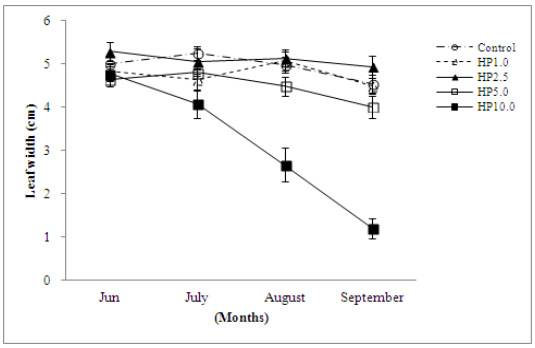

Fig. 8. Changes in leaf width of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 9).

전반적으로 hydrophilic polymer 배합비율 2.5% 이하에서는 큰 차이를 보이지 않은 반면, 5.0% 이상에서는 엽폭이 좁아지는 경향을 보였다(Fig. 8).

3.3. 생산성

3.3.1. 착과수

hydrophilic polymer 배합비율에 따른 착과수는 6월에 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구에서 각각 0,0, 0.0, 0.0, 0.1, 0.3개, 7월에 0.2, 0.0, 0.0, 0.4, 0.6개로 대조구를 제외하고, hydrophilic polymer 배합비율이 높을수록 증가하였다. 8월과 9월 또한 이와 유사한 경향을 보여주고 있다(Fig. 9). 이는 가지가 낮 동안의 수분관리가 생산성 유지에 중요하기 때문이며(Um, 2000), hydrophilic polymer의 배합비와 수분흡수량의 비례관계로 인해 착과수가 증가한 것으로 해석된다. 하지만 가지수확에 있어 지속적인 양분공급이 요구되기 때문에, 토양의 물리성 개량과 아울러 시비관리가 필요하다(Um, 2000)고 하겠다. 처리구별 평균 착과수가 1.0개 이하로 수확량이 매우 적었을 뿐 아니라 오차범위가 넓어 안정적인 수확은 한계가 있어, 추후 식재토층 내 친수성 중합체 및 영양분과의 관계 또한 구명할 필요가 있다고 본다.

3.3.2. 건물중

가지의 지상부 건물중은 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구에서 각각 5.16, 4.93, 4.56,

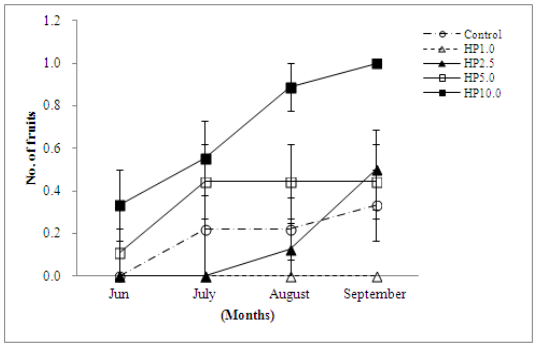

Fig. 9. Changes in number of fruits of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 9).

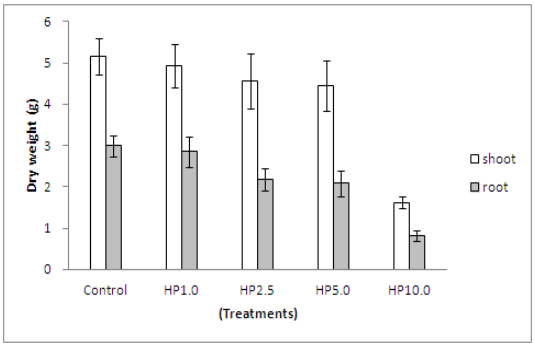

Fig. 10. Dry weight of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 9).

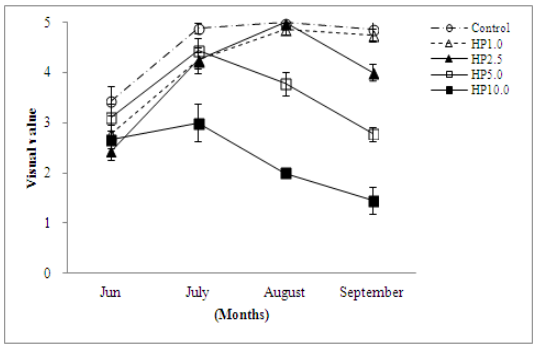

Fig. 11. Changes in visual value of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs. Vertical bars represent the mean ± S.E. (n = 9).

Fig. 12. Growth stages of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs.

4.45, 1.62 g, 지하부 건물중은 2.99, 2.85, 2.18, 2.08, 0.82 g으로, 지상부가 지하부 건물중 보다 약 2배 정도 더 무거웠다. 처리구별로 살펴보면, 지상부와 지하부 모두 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 감소되는 경향을 보였으며, 특히 HP10.0 처리구는 대조구에 비해 약 1/4로 감소되었음을 알 수 있다(Fig. 10). 가지는 토심이 깊고 물 빠짐이 좋은 충적토가 적합한 작물로 알려져 있는 바(Um, 2000), hydrophilic polymer 2.5% 이하로 배합하는 것이 건물중을 높이는데 바람직할 것으로 본다.

3.4. 시각적질

가지의 시각적질은 6월에 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0, HP10.0 처리구에서 각각 3.4, 2.8, 2.4, 3.1, 2.7로 큰 차이를 보이지 않았으나, 7월에 4.9, 4.3, 4.3, 4.4, 3.0로 대조구에 비해 HP10.0 처리구가 낮았다. 또한, 8월에 5.0, 4.9, 5.0, 3.8, 2.0, 9월에 4.9, 4.8, 4.0, 2.8, 1.4로 시간이 경과됨에 따라 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 점점 낮아졌다(Fig. 11, 12). 가지의 특성상 수분요구도가 높은 특성을 가지고 있는 것은 사실이나(Um, 2000), 2.5% 이상의 hydrophilic polymer 배합은 오히려 생육에 부정적인 영향을 줄 수 있음을 보여준 결과라 하겠다.

3.5. 생존율

가지의 생존율은 6월, 7월, 8월까지 hydrophilic polymer 배합비율에 상관없이 100%로 조사되었다. 반면, 9월에는 대조구, HP1.0, HP2.5, HP5.0에서 100%인데 비해, HP10.0 처리구에서는 56%의 낮은 생존율을 보였다(Fig. 13). 이러한 결과는 토양수분의 관점에서 볼 때, 자연강우만으로 식재층 내 13% 이상의 수분함량을 유지한다면, hydrophilic polymer의 배합비율을 높인다고 생존율을 높이는 것이 아니라는 사실을 보여주고 있다. 오히려, 고농도의 hydrophilic polymer의 배합은 과습으로 인한 식물생육 억제현상을 유도할 수 있음을 알 수 있다. 사실상, hydrophilic polymer의 배합이 생존율과 건물중을 높인다는 연구가 있으나 수분스트레스를 받는다는 전제조건하의 결과로(Lawrence et al., 2013), 기존 토양환경을 고려한 hydrophilic polymer 적용이 가지의 생육과 경제성 측면에서 바람직할 것으로 사료된다.

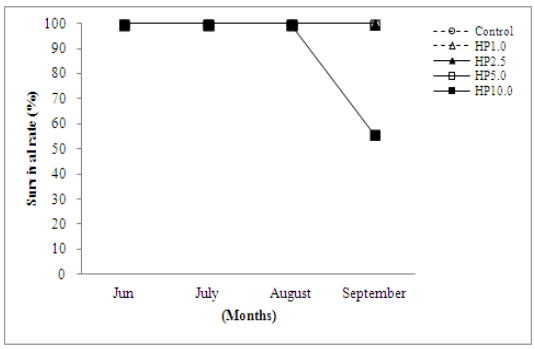

Fig. 13. Changes in survival rate of *Solanum melongena* as affected by different ratios of hydrophilic polymer to substrate in green roofs.

4. 결 론

본 연구는 무관수의 옥상 도시농업을 위해 친수성 중합체인 hydrophilic polymer의 배합비(대조구, 1.0%, 2.5%, 5.0%, 10.0%)에 따른 토양 및 가지의 생육을 살펴보고, 현장적용 시 친수성 토양개량제의 효용성을 검증하고자 하였다. 토양 온도는 hydrophilic polymer 배합비율이 높을수록 낮아졌으나 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 토양 수분함량은 hydrophilic polymer 배합비율이 5.0% 이상일 경우, 95% 이상을 지속적으로 유지하였다. 토양 전기전도도는 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 증가하는 경향을 보였다. 가지의 생장지수는 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 점차 감소하였으며, 특히 HP5.0와 HP10.0 처리구의 가지가 대조구에 비해 약 1/3∼1/5 이상 감소되었다. 엽수, 엽장, 엽폭은 시간이 경과됨에 따라, 대조구> HP1.0> HP2.5> HP5.0> HP10.0 처리구 순으로 감소하였으며, 특히, HP5.0와 HP10.0 처리구에서 그 양상이 뚜렷하였다. 건물중은 지상부와 지하부 모두 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 감소되는 경향을 보였으며, 특히 HP10.0 처리구에서 대조구와 비교해 볼 때, 약 1/4로 감소되었다. 시각적질 또한 hydrophilic polymer 배합비율이 높아질수록 점점 낮아졌다. 생존율은 HP1.0, HP2.5, HP5.0에서 각각 100%인데 비해, HP10.0 처리구에서는 56%의 낮은 생존율을 보였다.

따라서, 친수성 중합체인 hydrophilic polymer는 장기간의 건조에 식재토양의 수분함량을 높여줄 수 있는 매우 유용한 토양개량제인 것은 사실이나 식재토양 내 토양수분함량을 13% 이상을 유지할 수 있다면, hydrophilic polymer 2.5% 이상의 배합은 오히려 가지의 생육에 부정적인 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었다. 이에, 추후 봄철 건조기나 장기적인 무강우의 조건에서의 지속적인 모니터링은 물론 영양분과 hydrophilic polymer의 상승효과에 따른 가지의 품질과 관상평가 등 정성적인 측면에서의 세밀한 연구가 필요하다고 본다.

REFERENCES

Andrea, N., Sergio, A., Maurizio, C., 2012, Influence of substrate depth and vegetation type on temperature and water runoff mitigation by extensive green roofs: Shrubs versus herbaceous plants, Urban Ecosystem, 15, 697-708.

Ali, L. K. M., 2011, Significance of applied cellulose polymer and organic manure for ameliorating hydro-physico-chemical properties of sandy soil and maize yield, Australian Journal of Basic and Applied Science, 5, 23-35.

Choi, J. M., Min, K. R., Choi, J. S., 2000, Soil residual activity of surfactant mixtures containing polyoxyethylene octylphenyl ether and their effect on initial wetting and water movement in container media, Korean Journal of Horticultural Science & Technology, 18(5), 612-620.

Dunnett, N. P., Kingsbury, N., 2013, Planting green roofs and living walls, 3rd ed., Timber Press, Portland, 125-147.

Elliott, G. C., 1992, Imbibition of water by rockwool -peat container media amended with hydrophilic gel or wetting agent, Journal of the American Society for Horticultural Science, 117, 757-761.

Farrell, C., Ang, X. Q., Rayner, J. P., 2013, Water -retention additives increase plant available water in green roof substrate, Ecological Engineering, 52, 112-118.

Getter, K. L., Rowe, D. B., 2006, The Role of extensive green roofs in sustainable development, HortScience, 45(5), 1276-1285.

Giuseppe, M., Giuseppe, L. R., Marta, F., Antonietta, D. A., Gianluca, F., Laura, T., Federica, C., Nazzareno, A., Roverto, L., 2010, Characterization of health-related compounds in eggplant (*Solanum melongena* L.) lines derived from introgression of allied species, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58, 7597-7603.

Hammond, H. E., Norcini, J. G., Wilson, S. B., Schoellhorn, R. K., Miller, D. L., 2007, Growth, flowering, and survival of fire wheel gaillardia pulchella foug based on seed source and growing location, Native Plants Journal, 8, 25-39.

Kang, K. H., Kwon, J. K., Lee, J. H., Kang, N. J., 2005, Effect of automatic irrigation by soil moisture tension meter to growth and yield of eggplant, Korean Journal of Horticultural Science and Technology, 23, 63.

Kim, H. J., Kang, S. L., Lee, S. B., Hong, I. K., Kim, S.

C., 1998, A Study on swelling of high absorptive resin-polymer blends, Applied Chemistry, 2(2), 596-599.

Kim, K. N., Park, S. H., 2011, Effect of high water-swelling polymer rate on seedling survival of major turfgrasses grown on soil organic amendment mixtures, Journal of the Korea Society of Environ -mental Restoration Technology, 14(2), 21-32.

Lawrence, J. B., Hillary, O., Gerald, A., John, D. K., Martin, W., Alovs, H., 2013, Effects of hydrogels on tree seedling performance in temperature soils before and after water stress, Journal of Environment Protection, 4, 713-721.

Monterusso, M. A., Rowe, D., Rugh, C. L., 2005, Establishment and persistence of sedum spp. and native taxa for green roof applications, HortScience, 40(2), 391-396.

Taban, M., Movahedi, N. S., 2006, Effect of aquasorb and organic compost amendments on soil water retention and evaporation with different evaporation potentials and soil texture, Communication in Soil Science and Plant Analysis, 37, 13-14.

The Korean Institute of Landscape Architecture, 2013, Standard of Landscape Architecture Design, 4th ed., Munundang, Seoul, 436-437.

Roh, K. S., 2008, Biochemical properties of eggplant fruit lectin, Journal of Life Science, 18(3), 350-356.

Rowe, D. B., Monterusso, M. A., Rugh, C. L., 2006, Assessment of hat-expanded slate and fertility require -ments in green roof substrates, Hort Technology, 16(3), 471-477.

Um, Y. C., 2000, Techniques on the forcing culture of eggplant in Japan, Protected Horticulture and Plant Factory, 13(1), 94-104.

Wallace, A., Abouzamzam, A. M., 1986, Interactions of soil conditioner with other limitation factors to achieve high crop yieids, Soil Science, 141, 343-345.

Whittinghill, L. J., Rowe, D. W., 2011, The Role of green roof technology in urban agriculture, Renewable Agriculture and Food System, 27(4), 314-322.

Yang, J., Yoon, Y. H., Ju, J. H., 2014, Evaluation of hydrophilic polymer on the growth of plants in the extensive green roofs, Korean Journal of Environ -ment and Ecology, 28(3), 357-364.