

옥상녹화에서 혼합식재에 따른 블루페스큐와 지피초화류의 생육 반응

윤용한¹⁾ · 서수현¹⁾ · 이선영²⁾ · 오득균¹⁾ · 주진희¹⁾

¹⁾ 건국대학교 녹색기술융합학과 교수 · ²⁾ 건국대학교 대학원 녹색기술융합학과 학생

Effect of Companion Planting on Growth of *Festuca glauca* 'Elijah Blue' and Flowering Ground-cover Plants on Green Roofs

Yoon, Yong-Han¹⁾ · Suh, Soo-Hyun²⁾ · Lee, Sun-Yeong²⁾ · Oh, Deuk-Kyun²⁾ and Ju, Jin-Hee¹⁾

¹⁾ Dept. of Green Technology Convergence, Konkuk University, Professor,

²⁾ Dept. of Green Technology Convergence Graduate School, Konkuk University, Student.

ABSTRACT

This study was carried out to suggest an appropriate plant combination by evaluating the growth of flowering ground-cover plants planted with *Festuca glauca* 'Elijah Blue' on the roof-top environment. As for the plant materials, *Allium senescens* and *Chrysanthemum coreanum* which are shorter than *Festuca glauca* 'Elijah Blue' and *Sedum takesimense* and *Agastache rugosa* which are taller than *Festuca glauca* 'Elijah Blue' were selected. *Festuca glauca* 'Elijah Blue' was planted on Control, and *Festuca glauca* 'Elijah Blue' with *Allium senescens* (T1), *Festuca glauca* 'Elijah Blue' with *Sedum takesimense* (T2), *Festuca glauca* 'Elijah Blue' with *Agastache rugosa* (T3), and *Festuca glauca* 'Elijah Blue' with *Chrysanthemum coreanum* (T4) were planted in each experimental plot. Plant height and covering rate were measured to evaluate the growth of *Festuca glauca* 'Elijah Blue'. Also, relative growth rate (RGR) of plant height, RGR of plant width, and mortality rate of the flowering ground-cover plants were estimated. Plant height and cover rate of *Festuca glauca* 'Elijah Blue' was greatest in T3. RGR of plant height was greater in the order of *Agastache rugosa*, *Allium senescens*, *Chrysanthemum coreanum*, and *Sedum takesimense*. In particular, RGR of plant width was also greatest for *Agastache rugosa*. Mortality rates of *Agastache rugosa* and *Allium senescens* were lowest at 11%. Therefore, based on good growth of *Festuca glauca* 'Elijah Blue' planted with *Agastache rugosa*, these results were suggested

First author : Yoon, Yong-Han, Dept. of Green Technology Convergence, Konkuk University, Professor, Chungju, 27478, South Korea,

Tel : +82-43-840-3538, Email : yonghan7204@kku.ac.kr

Corresponding author : Ju, Jin-Hee, Dept. of Green Technology Convergence, Konkuk University, Professor, Chungju, 27478, South Korea,

Tel : +82-43-840-3541, Email : jjhkcc@kku.ac.kr

Received : 5 July, 2021. **Revised** : 18 October, 2021. **Accepted** : 6 September, 2021.

as a desirable combination of plant species for rooftop gardening.

Key Words : *Plant combination, Allium senescens, Sedum takesimensis, Agastache rugosa, Chrysanthemum coreanum*

I. 서 론

열섬현상 및 우수유출 완화, 생물다양성 증진, 심미적 가치 제고 등 다양한 옥상녹화의 기능에 있어 식물은 중요한 구성요소이다(Graceson *et al.*, 2014). 하지만 낮은 토심과 미기후에 따른 고온, 건조한 옥상이라는 공간상의 한계로 인해 식재 수종 선택 제한에 따른 종 다양성 감소가 발생할 수 있다(Kim *et al.*, 2015). 이에 옥상 공간에 적용이 가능한 수종 탐색을 위한 다양한 연구가 진행되었는데 Lee *et al.*(2007)은 자생초화류 100종을 대상으로 관리조방적 옥상녹화에 적합한 식물재료를 제시하고자 하였으며, 51종의 초화류와 6종의 허브 등을 적합한 식재종으로 제시하였다. Ju *et al.*(2011)은 자생 숙근초인 한라구절초의 옥상녹화 식재 가능성을 파악하기 위해 토심 및 토양배합비를 다르게 하여 생육변화를 모니터링 하였으며 Shin and Lee(2014)는 수수꽃다리, 사철나무, 쥐똥나무, 남천을 적용하여 내건성 정도를 파악하였다. 또한, Kim *et al.*(2018)은 허브식물을 옥상녹화용 재료로 이용하기 위해 관수 여부에 따른 생장을 조사하였다. 이처럼 다양한 수종을 대상으로 옥상녹화 적용 가능성을 탐색했으나 단일식재에 의한 생육을 살펴본 결과가 대부분이다.

식물을 혼합식재 할 경우 단일식재 했을 때보다 특히 건조한 환경에서 생물총량(biomass production), 식물생장, 그리고 탄소저장(carbon sequestration) 증가 등의 다양한 이점을 가지고 있을 뿐만 아니라(Hicks *et al.*, 2018), 식재된 식물의 생존율을 높이는 결과를 가지고 올 수 있다고 보고되고 있다(Mulder *et al.*, 2001). Nagase and

Dunnett(2010)은 Sedum류와 같은 CAM식물을 다육식물이 아닌 식물종과 혼합하여 옥상공간에 식재할 경우 혼식한 식물종의 생육에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 밝혔으며, Ahmed *et al.*(2017)가 옥상녹화 시 세덤류를 다년생초본류와 혼식하였을 때 특히 배초향의 생육이 좋은 것으로 나타났다. 이와 같이 서로 다른 식물종을 혼합하여 식재하는 방식은 옥상녹화에 적용 및 연구되어 왔다. 그러나 기존의 녹화조성은 주로 계획가의 주관적 판단으로 이루어져 온 것이 대부분이며(Kim and Park, 2006) 식재에 대한 이해 없이 서로 다른 수종을 인접하여 혼식할 경우 토양 내 제한된 수분에 대한 경쟁이 발생할 가능성이 있다(Zegada-Lizarazu and Iijima, 2005). 이에 따라 식물의 생육저하 및 고사가 유발될 수 있는데 이런 경우 식물의 교체가 불가피해 결과적으로 추가적인 비용을 발생하게 하여 지속가능한 옥상의 녹화 공간조성에 있어 장애물로 작용 될 수 있다. 또한, 혼합식재는 임관밀도(canopy density) 및 생태계 기능에 영향을 미칠 수 있는데 이에 따른 식물생육은 식물 고유의 특성 및 조합에 따라 달라질 수 있어 관련 연구가 필요하다(Matsuoka *et al.*, 2020).

특유의 부드러운 질감으로 공원의 장식적 요소, 도시녹화, 실내장식, 골프코스의 녹화, 가로녹화 등으로 사용되어 왔던(Li *et al.*, 2010) 블루페스큐 ‘엘리야 블루’(Festuca glauca ‘Elijah Blue’; 이하, 블루페스큐는 뚜렷한 푸른빛의 엽색을 지닌 한지형 잔디류로 비교적 낮은 관리 요구도를 가지며 다른 한지형 잔디류에 비해 높은 내건성을 가지는 것으로 알려져 있다(Abeyo *et al.*, 2009). 이에 적박한 옥상의 녹화재료로 적용이 가

능하다고 판단되어지나 관련 연구가 부족하며 특히 다른 식물과 함께 식재할 경우 생육을 평가하여 연구한 사례는 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 블루페스큐와 평균 초장이 다른 4종의 지피초화류를 각각 혼합하여 식재했을 때 그에 따른 식물별 생육을 살펴봄으로써 블루페스큐의 옥상녹화 적용가능성을 평가하고 옥상이라는 특수한 환경에서 블루페스큐와 함께 식재하기에 적절한 수종을 파악하여 지속가능한 옥상녹화 식재조합을 제안하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구범위 및 환경조건

본 연구는 2017년 5월부터 8월까지 교내 복합실습동 옥상에서 수행하였으며(Figure 1) 실험기간 중 대상지의 환경은 기상청 자료를 참고하였다. 평균기온은 26.3℃로 7월에 가장 높았으며 상대습도는 78.6%로 평균기상 환경과 크게 다르지 않았다. 강수의 경우 7월 한 달간 22일 동안 이어졌으며 464.3 mm를 기록해 집중된 양상을 보였고 풍속은 4.3-6.0 km/h 수준으로 대체적으로 평이었다.



Figure 1. Overall view of the experiment site

2. 연구재료

본 실험의 연구재료로 옥상의 극단적인 기후에서 생존하기 위해 내건성, 내한성, 내습성은 물론 강한 일사와 바람에 적응할 수 있는 특성을 포함하여 관상가치가 높은 블루페스큐(Grimshaw *et*

al., 2018)를 기준식물로 선정하였다. 블루페스큐와 혼합식재 할 4종의 지피초화류는 기존 연구(Kang and Lee, 2005; Ko and Lee, 2010; Ju *et al.*, 2011)를 통해 옥상환경에 적용이 가능하다고 평가된 식물종을 대상으로 블루페스큐와 평균 초장의 차이가 있어 장식적인 측면에서 조화로운 모습을 연출할 가능성이 높은 식물을 위주로 선발하였다. 이에 평균 초장이 40 cm인 블루페스큐보다 낮은 20-30 cm의 두메부추(*Allium senescens*)와 20 cm의 한라구절초(*Chrysanthemum coreanum*), 블루페스큐보다 평균 초장이 높은 50 cm의 섬기린초(*Sedum takesimense*), 40-100cm인 배초향(*Agastache rugosa*)을 실험재료로 선정하였다(Table 1). 두메부추는 백합과의 다년생 초본으로 꽃은 연한 홍자색이며 햇빛이 잘드는 아파트의 베란다나 정원에서 재배된다(Suh *et al.*, 2005). 한라구절초는 국화과에 속하는 숙근초로 꽃과 잎의 관상가치가 높으며 햇볕이 잘드는 척박한 토양에서 주로 자라는 내건성 고산식물이다(Ju *et al.*, 2011). 섬기린초는 세덤속 식물 중에서 짧은 기간 내 생육 상태가 좋고 황색 꽃이 피어 관상가치가 높다(Kang *et al.*, 2011). 배초향은 꿀풀과에 속하는 다년생 초본으로 주로 아시아 지역에 서식하고(Kim and Hong, 2021) 별이 좋은 초지에서 자란다.

Table 1. Plants of experiment

Plant	Plant height (cm)
<i>Festuca glauca</i> 'Elijah Blue'	40
<i>Allium senescens</i>	20~30
<i>Chrysanthemum coreanum</i>	20
<i>Sedum takesimense</i>	50
<i>Agastache rugosa</i>	40~100

3. 연구방법

1) 실험구 설치

본 연구의 실험구는 적벽돌을 이용하여 가로 50 cm, 세로 50 cm, 높이 25 cm로 자체 제작하였으며 배수판을 설치하여 배수가 원활하게 한

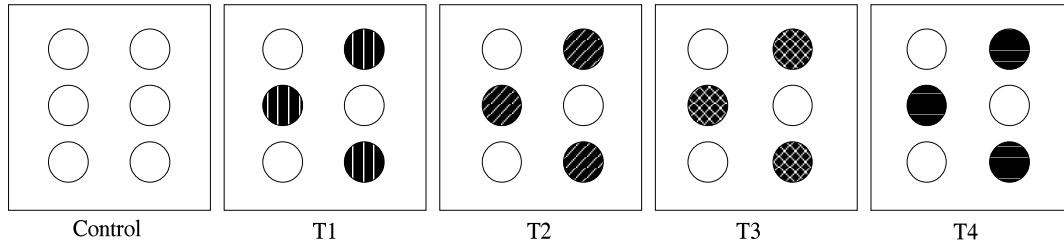


Figure 2. Plot design layout of the experiment

Control: *Festuca glauca* 'Elijah Blue', T1: *Festuca glauca* 'Elijah Blue' + *Allium senescens*, T2: *Festuca glauca* 'Elijah Blue' + *Sedum takesimense*, T3: *Festuca glauca* 'Elijah Blue' + *Agastache rugosa*, T4: *Festuca glauca* 'Elijah Blue' + *Chrysanthemum coreanum*.

후 토양의 유실을 막기 위해 부직포를 깔아주었다. 토심은 환경부(2011)에서 제시한 '생태면적률 적용 지침 개정(안)' 경량형 옥상녹화시스템을 기준으로 모든 실험구에 인공토양(Hanpanseung, Samhwa Greentech Co., Ltd, Korea)을 20 cm로 포설하였다.

5가지 공시식물은 충남 병천면에 위치한 산내식물원에서 포트지름 8 cm의 동일한 크기로 구입하여 1주일의 순화과정을 거친 후에 식재하였다.

블루페스큐가 100% 식재된 대조구(Control)를 기준으로 블루페스큐 + 두메부추(T1), 블루페스큐 + 섬기린초(T2), 블루페스큐 + 배초향(T3), 블루페스큐 + 한라구절초(T4)를 각각 1:1의 비율로 식물별 3개체씩 실험구별 9반복하여 식재하였다(Figure 2).

2) 생육측정

블루페스큐의 생육을 보기 위해 실험기간 중 매달 30 cm 스테인리스 자(Stainless steel ruler, SB, Korea)를 이용하여 초장을 측정하였으며 실험구 내 피복률(Youn *et al.*, 2010)은 지피초화류를 제외한 블루페스큐의 피복률을 측정하였다. 지피초화류의 초장, 초폭을 측정하였으며 식재 후 1주일 뒤의 초기값과 실험종료시의 최종값을 기준으로 식물별 상대생장율(RGR)을 도출하였다. 또한, 조경공사 표준시방서(Ministry of

Land, Infrastructure and Transport, 2019)를 참고하여 식물체의 2/3가 황변한 것을 고사한 것으로 보고 식물별 고사율을 산정하였다.

- Relative growth rate (RGR, %) = $(M2 - M1) / (T2 - T1) \times 100$ (M1 : First measurement, M2 : Last measurement, T1 : First day of measurement, T2 : Last day of measurement)

- Mortality rate (%) = $DP / TP \times 100$ (DP: The number of dead plants, TP : Total number of plants)

3) 통계처리

처리구와 대조구의 평균간 비교는 SPSS 통계 프로그램(IBM SPSS Statistics, version 20, USA)을 이용하여 던컨(Duncan)의 다중검정(MRT: Multiple range test)으로 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 블루페스큐의 생육

지피초화류와 혼합하여 식재할 경우 블루페스큐의 초장은 섬기린초와 혼합하여 식재한 T2에서 26.7 cm로 가장 컸으며 한라구절초와 혼합하여 식재한 T4에서 19.1 cm로 가장 낮았다. T2 다음으로 높은 초장을 가진 T3와 대조구간의 평균 초장의 차이는 약 4.5 cm였으며, 대조구, T1, T4와 T2, T3 간의 블루페스큐 초장 평균간의 유의적 차이가 있는 것으로 나타났으며, 특히 T2,

Table 3. Relative growth rate of plant height and width and mortality rate of *Allium senescens*, *Sedum takesimense*, *Agastache rugosa*, *Chrysanthemum coreanum* planted each with *Festuca glauca* ‘Elijah Blue’ on T1, T2, T3, and T4

	^y Growth rate of plant height (%)	Growth rate of plant width (%)	^z Mortality rate (%)
<i>Allium senescens</i>	1.5	9.4	11.0
<i>Sedum takesimense</i>	0.6	28.4	44.0
<i>Agastache rugosa</i>	61.3	29.3	11.0
<i>Chrysanthemum coreanum</i>	1.1	1.0	33.0

^yRGR = $(M2-M1)/(T2-T1) \times 100$ (M1 : First measurement, M2 : Last measurement, T1 : First day, T2 : Last day)

^zMR = $(DP/TP) \times 100$ (DP : The number of dead plant, TP : Total number of plant)

T3처리구에서 $p < 0.01$ 의 유의미한 차이를 보였다(Figure 3). 한지형 잔디류 특히 블루 페스큐(blue fescue)는 여름철 일사가 강한 환경에서는 하계휴면(summer dormancy)상태로 들어가 식물의 생육이 중지될 수 있으며 생육환경에 따라 하계휴면상태가 지속될 경우 함께 식재된 다른

것으로 나타났다(Table 2). 일반적으로 블루페스큐는 건조한 환경에서 잘 적응하나 강한 일사에는 생육이 불량한 것으로 알려져 있어(Severmutlu *et al.*, 2005; Abeyo *et al.*, 2009) 배초향과 혼합식재할 경우 일사가 강한 옥상환경에서도 생육이 양호한 것으로 나타났다.

Table 2. Covering rate and mortality rate of *Festuca glauca* ‘Elijah Blue’ on Control, T1, T2, T3, and T4

	Covering rate (%)	^y Mortality rate (%)
Control	54	0
T1	43	11
T2	47	33
T3	77	0
T4	56	22

^yMR = $(DP/TP) \times 100$ (DP : The number of dead plant, TP : Total number of plant). Control: *Festuca glauca* ‘Elijah Blue’, T1 : *Festuca glauca* ‘Elijah Blue’ + *Allium senescens*, T2 : *Festuca glauca* ‘Elijah Blue’ + *Sedum takesimense*, T3 : *Festuca glauca* ‘Elijah Blue’ + *Agastache rugosa*, T4 : *Festuca glauca* ‘Elijah Blue’ + *Chrysanthemum coreanum*.

수종에 비해 생육 경쟁에서 밀릴 수 있다 (Johnson, 2003). 그러나 평균초장이 블루페스큐보다 큰 섬기린초와 배초향이 실험기간 중 함께 식재된 블루페스큐에 음영을 제공하여 하계휴면과 같은 생육 중단 기간이 다른 지피초화류와 함께 식재된 블루페스큐보다 짧아 상대적으로 초장이 큰 것으로 사료된다.

피복률은 T3(77%) > T4(56%) > Control(54%) > T2(47%) > T1(43%) 순으로 배초향과 함께 식재할 경우 가장 큰 것으로 나타났으며 반대로 두메부추와 혼합식재할 경우 가장 작은 것으로 드러났다. 마찬가지로 고사율 역시 배초향과 함께 식재한 처리구의 블루페스큐는 0%로 고사한 개체가 없는

2. 지피초화류별 생육

블루페스큐와 혼합식재 할 때 두메부추, 섬기린초, 배초향, 한라구절초의 초장, 초폭의 상대성장률, 고사율은 Table 3과 같다.

초장의 상대성장률은 배초향이 61.3%인 반면, 두메부추, 섬기린초, 한라구절초가 각각 1.5%, 0.6%, 1.1%로 미미한 수준으로 나타났다. 반면, 저토심 인공지반 옥상녹화에 두메부추, 기린초 등을 단일식재한 연구(Choi *et al.*, 2009)에서 자생종인 기린초, 애기기린초, 두메부추의 피복률, 생체중량, 건체중량이 증가하는 등 양호한 생육을 보인 것과 상반된 결과라 하겠다. 이러한 결과에 대

해서 블루페스큐를 멀칭의 형태로 과실수 하부에 다층 혼합식재했을 때 토양 내 수분함량을 감소시키며 블루페스큐 자체의 수분과 질소요구도에 따라 나무와 열매에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 기존의 연구(Licznar-Małańczuk, 2015)로 미루어 볼 때, 블루페스큐가 혼합식재된 대부분의 지피초화류의 생육에 좋지 못한 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없다. 하지만 배초향의 경우 광의 세기가 강한 환경에서 생육이 양호할 수 있는데(Lee *et al.*, 2012), 블루페스큐와 혼합하여 식재했으나 평균초장에 있어 블루페스큐보다 상대적으로 높아 음영이 발생하는 것 없이 충분하게 제공된 일사량이 배초향의 양호한 생육에 있어 주요 요인으로 작용했을 것으로 사료된다.

초목의 상대성장률은 배초향이 29.3%, 섬기린초가 28.4%로 두 식물 모두 높은 수치를 보인 반면, 두메부추는 9.4%의 낮은 상대성장률을 가졌다. 초장의 상대성장률과 마찬가지로 한라구절초 초목의 상대성장률 또한 낮은 값을 가져 옥상 환경에서 블루페스큐와 혼합식재할 경우 생육이 좋지 못한 것으로 나타났다. 빗물활용 옥상녹화에서 토심 25 cm일 때 한라구절초를 단일식재한 연구에서(Ju *et al.*, 2011) 식물의 생육이 양호한 것으로 나타났다. 뿐만 아니라, 토심 15 cm로 생육환경이 불리한 조건에서도 생존이 가능하나 블루페스큐와 혼합식재하는 것은 단일식재보다 생육에 긍정적인 효과를 주지 못하는 것으로 판단된다. 다만 블루페스큐와 마찬가지로 한지형 잔디류인 쉬페스큐(Sheep fescue)와 혼합야생화를 50% : 50% 비율로 파종한 결과 실험 초반 1년간은 구절초가 정착하지 못하였으나 2년차에는 오히려 생육이 왕성하였는데(Lee *et al.*, 2010) 본 연구는 약 4개월간 진행되어 옥상환경에서 블루페스큐와 혼합하여 식재하였을 때 한라구절초의 생육을 파악하기에는 한계를 가졌던 것으로 여겨진다.

각 지피초화류의 고사율은 섬기린초가 44%로 많은 개체수가 고사한 것으로 나타났으며 33%

의 고사율을 보인 한라구절초, 두메부추와 배초향은 동일하게 11%를 가졌다. 실험에 사용된 지피초화류는 식물별 개수에 차이가 있었으나 모두 고사한 개체가 발생하였으며 공통적으로 함께 식재된 블루페스큐와 인접한 부분의 개체가 고사한 것으로 나타났다(Table 3).

종합해보면 두 개의 수종을 인접하여 혼식하는 경우 토양 내 제한된 수분에 대한 경쟁이 발생할 수 있고(Zegada-Lizarazu and Iijima, 2005) 수종별 생육에 필요한 환경요구를 다르게 가지기 때문에 경쟁에 있어 균형을 잡기가 어렵게 되어 한 개의 종이 다른 종을 우점하거나 균일하지 않은 형태를 띄게 된다(Johnson, 2003). 그러나 T3에 혼합하여 식재된 블루페스큐와 배초향의 경우 두 식물 모두 전반적으로 양호한 생육을 보여 옥상이라는 특수한 환경에서 지속가능한 녹화에 적절한 식재조합으로 판단되어 진다.

IV. 결 론

블루페스큐는 특유의 아름다운 질감과 환경 적응력을 가져 옥상환경 녹화에 적용이 가능하다고 판단되어 지피초화류와 혼합하여 식재했을 시 생육을 파악하여 적정 식재조합을 제시하고자 본 연구를 실시하였다. 동일한 크기의 실험구에 블루페스큐가 단일로 식재된 대조구, 블루페스큐와 두메부추, 블루페스큐와 섬기린초, 블루페스큐와 배초향, 블루페스큐와 한라구절초를 1:1의 비율로 혼합식재 한 뒤 식물별 생육을 평가하였다.

혼합식재 시 블루페스큐의 생육을 평가한 결과 블루페스큐에 비해 상대적으로 초장이 높은 섬기린초와 배초향과 식재 시 평균 초장이 유의한 수준으로 큰 것으로 나타났으며 높은 피복률과 낮은 고사율을 가졌다.

블루페스큐와 혼합식재 한 지피초화류 중 배초향의 경우 초장의 상대성장률은 61.3%, 초목의 상대성장률은 29.3%로 나타났으며 같은 환

경조건에서 고사율이 상대적으로 높았던 증은 섬기린초였고 두메부추와 배초향의 경우 11%로 적은 수의 개체가 고사한 것으로 나타났다.

블루페스큐와 배초향을 혼합하여 식재하였을 경우 두 식물종의 생육이 처리구 중 가장 양호하여 옥상공간을 녹화할 때 두 식물을 혼합하여 식재하는 방법이 가장 적절한 식재조합인 것으로 파악되었다. 한편, 실험기간이 5월에서 8월로 한정되어 한라구절초의 생육을 파악하기에는 한계가 있었으며 식재된 식물체가 간격에 대한 고려가 없어 이로 인해 고사한 개체가 발생하여 추후 연구를 통해 이를 보완해야 한다고 본다.

References

- Abeyo, B. G., R. C. Shearman, R. E. Gaussoin, L. A. Wit and D. D. Serba (2009) Blue fescue overseeding improves performance of fairway height buffalograsses. *HortScience* 44(5): 1444-1446.
- Ahmed S., S. Buckley, A. E. Stratton, F. Asefaha, C. Butler, M. Reynolds and C. Orians (2017) Sedum groundcover variably enhances performance and phenolic concentrations of perennial culinary herbs in an urban edible green roof. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 41(5): 487-504.
- Choi, J. W., H. K. Kim, K. J. Lee and H. K. Kang (2009) Economics and ground cover growth characteristics of a new method of shallow soil artificial foundation planting. *Journal of the Korean Institute of Landscape* 37(5): 98-108. (in Korean, with English abstract)
- Graceson, A., J. Monaghan, N. Hall and M. Hare (2014) Plant growth responses to different growing media for green roofs. *Ecological Engineering* 69: 196-200.
- Grimshaw, A. L., Y. Qu, W. A. Meyer, E. Watkins, and S. A. Bonos (2018) Heritability of simulated wear and traffic tolerance in three fine fescue species. *HortScience* 53(4): 416-420.
- Hicks, L. C., M. M. Rahman, M. Carnol, K. Verheyen and J. Rousk (2018) The legacy of mixed planting and precipitation reduction treatments on soil microbial activity, biomass and community composition in a young tree plantation. *Soil Biology and Biochemistry* 124: 227-235.
- Johnson, P. J. (2003) Mixtures of buffalograss and fine fescue or streambank wheatgrass as a low-maintenance turf. *HortScience* 38: 1214-1217.
- Ju, J. H., W. T. Kim and Y. H. Yoon (2011) Change in growth of *Chrysanthemum zawadskii* var. *coreanum* as effected by different green roof system under rainfed conditions. *Journal of the Korean Institute of Landscape* 39(1): 117-123. (in Korean, with English abstract)
- Kang, K. Y. and E. H. Lee (2005) The study on native plants and planting soil for extensive rooftop greening. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology* 8(4): 23-31. (in Korean, with English abstract)
- Kang, T. H., H. Lee and H. X. Zhao (2011) A Study on the growth models of *Sedum takevimensense* as affected by difference of soil mixture ratio in the green roof system. *Journal of the Korean Institute of Landscape* 39(6): 110-117. (in Korean, with English abstract)
- Kim, D. C. and K. M. Park (2006) The influence of street planting types to the evaluation of sidewalk landscape. *Journal of the Korean Institute of Landscape* 34(5): 14-23. (in Korean, with English abstract)

- Kim, D. Y., H. R. Park, Y. M. Ha and K. S. Ryu (2018) Effect of irrigation on growth characteristics of herb plants on a green rooftop area. *Journal of the Korean Institute of Landscape* 46(1): 96-105. (in Korean, with English abstract)
- Kim, J. W and J. H. Hong (2021) Physicochemical properties and physiological activities of *Agastache rugosa* extracts. *The Korean Society of Food Preservation* 28(1): 88-98. (in Korean, with English abstract)
- Kim, S. M., S. W. Han, H. K. Jang, J. S. Kim and M. I. Jeong (2015) Characteristics of soil moisture rate for optimal growth conditions on greenroof plants. *Korean Journal of Environment and Ecology* 29(6): 947-951. (in Korean, with English abstract)
- Ko, A. R. and E. H. Lee (2010) The change of flora and fauna on extensive rooftop green areas. *Korean Journal of Environment and Ecology* 24(3): 334-342.
- Lee, B. C., I. D. Lee, H. S. Lee and C. H. Do (2010) Effect of seeding rate (sheep fescue 50% + wildflowers 50%) on the growth characteristics, seasonal anthesis distribution and botanical composition in wildflower pastures. *Journal of The Korean Society of Grassland Science* 30(4): 291-300. (in Korean, with English abstract)
- Lee, E. H., E. J. Jo, M. Y. Park, D. W. Kim and S. W. Jang (2007) Selecting plants for the extensive rooftop greening based on herbal plants. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 10(2): 84-96. (in Korean, with English abstract)
- Lee, S. K., S. H. Lee, W. W. Jo, H. D. Kang, K. Choi and K. W. Park (2012) Studies on production of container seedlings of edible wild plant sources. *Journal of Korean Society of Forest Science* 2012: 685-686. (in Korean, with English abstract)
- Li, K., H. Li, Y. Zhao, X. Bian and Z. Meng (2010) Effect of NaCl stress on two blue fescue varieties (*Festuca glauca*). *Frontiers of Agriculture in China* 4(1): 96-100
- Licznar-Małańczuk, M. (2015) Suitability of blue fescue (*Festuca ovina* L.) as living mulch in an apple orchard - preliminary evaluation. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 14(6): 163-174.
- Matsuoka T., K. Tsuchiya, S. Yamada, J. Lundholm and T. Okuro (2020) The effects of growth form on the impact of companion planting of nectar-producing plant species with *Sedum album* for extensive green roofs. *Urban Forestry and Urban Greening* 56:126875.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2019) Landscape Construction Standard Specification. (in Korean)
- Mulder C. P. H., D. D. Uliassi and D. F. Doak (2001) Physical stress and diversity-productivity relationships: The role of positive interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98(12): 6704-6708.
- Nagase A., N. Dunnett (2010) Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landscape and Urban Planning* 97(4): 318-327.
- Severmutlu, S., T. P. Riordan, R. C. Shearman, R. E. Gaussoin and L. E. Moser (2005) Overseeding Buffalograss turf with Fine-leaved Fescues. *Crop Science* 45(2): 704-711.
- Shin, C. S. and H. S. Lee (2014) Drought resistance

- assessment of four shrub species including *Nandina Domestica* for extensive green roof. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 16(4): 267-273.
- Suh, J. T., S. Y. Hong, D. L. Yoo, S. Y. Ryu and J. S. Song (2005) Low temperature requirement hour for dormancy breaking of wild flowers in Highland, *Allium Senescens*, *Lychnis Cognata* and *Sedum Kamtschaticum*. Journal of The Korean Institute of Interior Landscape Architecture 7(1): 95-103.
- Youn, J. H., J. P. Lee, D. H. Kim, S. M. Park and S. K. Lee (2010) Species selection for composite turfgrass. Korean Turfgrass Science 24(1): 62-66.
- Zegada-Lizarazu, W. and M. Iijima (2005) Deep root water uptake ability and water use efficiency of Pearl Millet in comparison to other Millet species. Plant Production Science 8(4): 454-460.