

ORIGINAL ARTICLE

옥상 도시농업에서 방울토마토(*Lycopersicon esculentum*)와 바질(*Ocimum basilicum*)간의 공영식재가 생육, 생리, 생산성에 미치는 영향

주진희 · 송희연¹⁾ · 오득균 · 박선영¹⁾ · 윤용한*

건국대학교 녹색기술융합학과, ¹⁾건국대학교 대학원 녹색기술융합학과

Effect of Intercropping Ratio on the Cherry Tomato with Basil on the Growth, Physiological, and Productivity Parameters on the Rooftop in Urban Agriculture

Jin-Hee Ju, Hee-Yeon Song¹⁾, Deuk-Kyun Oh, Sun-Yeong Park¹⁾, Yong-Han Yoon*

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

¹⁾Department of Green Technology Convergence, Graduate School of Konkuk University, Chungju 27478, Korea

Abstract

This study evaluated the growth, physiological responses and productivity based on the intercropping ratio of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) with basil (*Ocimum basilicum* L.) on the rooftops to determine out the efficient ratio in urban agriculture. From April to September 2019, an experiment was conducted on the rooftop of Konkuk University Glocal Campus. Cherry tomato and basil were selected as companion plants for eco-friendly urban agriculture on the rooftops. Each plot was created with a width of 100 cm, length of 100 cm, and height of 25 cm. After installing drainage and waterproof layers from bottom to top, substrate was laid out with a height of 20 cm. Intercropping ratio was consisted of a single tomato plant (TC), 2:1 tomato to basil (T₂B₁), 1:1 tomato to basil (T₁B₁), 1:2 tomato to basil 2 (T₁B₂), and a single basil plant (BC), were conducted using a randomized complete plot design with five treatments and three replication (a total 15 plots). Measurements were divided into growth, physiological responses, and productivity parameters, and detailed items were investigated and analyzed by classifying them into plant height, leaf length, leaf width, number of leaves, root length, root collar caliper, chlorophyll contents, fresh weight, dry weight, number of fruit, fruit caliper, fruit weight, and sugar content. Comparative analyses of cherry tomato with basil plants by intercropping ratio, growth, physiological, and productivity responses are determined to be efficient when the ratio of cherry tomato to basil ratio is 2:1 or 1:1.

Key words : Building integrated urban agriculture, Companion planting, Food security, Rooftop garden, Vegetables

Received 22 June, 2021; Revised 7 September, 2021;

Accepted 13 September, 2021

*Corresponding author: Yong-Han Yoon, Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University, Chungju 27478, Korea
Phone : +82-43-840-3538
E-mail : yonghan7204@kku.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. 서론

코로나바이러스 감염증-19(COVID-19)에 대한 불안감과 방역수칙 등으로 인해 도시민들은 단체활동 및 야외활동보다 개인공간이나 실내에서 보내는 여가생활이 증가하였다. 그 중 도심 속 빌딩, 주택가, 학교, 공공시설 등 건축물 옥상에 농업활동이 가능한 공간을 적용하는 옥상텃밭이 확대되고 있다(Kwon et al., 2018). 일반적으로 도시에서 이루어지는 모든 농업 활동이 도시농업에 속하며, 도시농업의 육성 및 지원에 관한 법률에 따르면, 도시농업이란 도시지역에 있는 토지, 건축물 또는 다양한 생활공간을 활용하여 농작물을 경작 또는 재배하는 행위라 한다. 도시민은 도시농업을 안전한 먹거리와 여가 취미활동의 장으로 보고, 시민단체는 환경과 생태를 생각하여 친환경적 농업을 지향하거나, 도시농업의 활동으로 지역공동체를 형성하고자 한다(Lee and Cho, 2016). 또한 농업이 국민정서 안정과 새로운 체험 및 취미생활로 활동기회가 늘어남에 따라 도시민의 농촌 농업에 관심과 참여가 활발해지고 다양한 형태로 진화하고 있다(Cho, 2012). 그 중 옥상형 도시농업은 도시에 있는 모든 건축물의 옥상을 활용한 것을 말하며, 녹지를 조성하는 옥상정원이나 직접 식물과 작물을 관리하는 옥상텃밭 등 여러 형태로 활용되고 있다. 또한 도시화가 심화되면서 도시 내에서 녹지를 조성한다는 것이 큰 장점이라 볼 수 있다.

농업에서 작물의 품질 향상과 병해충 방지를 위한 불필요한 비료와 과다한 농약의 사용은 토양오염을 일으키며 수질 등 환경오염으로 확대되어질 수 있다. 이는 소비자의 입장에서 보았을 때 농약사용으로 인한 부정적 이미지의 문제로 이어진다. 또한 옥상은 일반 재배지와는 기상특성이 다르기 때문에 이에 부합하면서도 도시민이 쉽게 접할 수 있는 작물에 대한 연구가 미비한 실정이다. 한편, 소비자들의 생활양식이 점점 건강과 환경을 중시하면서 전 세계적으로 유기농산물의 소비가 증가하는 추세를 보이지만 대부분의 농가에서는 생산성의 불확실성으로 친환경 농업을 꺼리는 실정이다(Choi and Kim, 2014). 이러한 문제를 해결하기 위한 친환경 농업기술 중 하나인 공영식재에 대한 관심이 대두되었으며, 국외에서는 토마토와 바질, 옥수수과 콩, 가지와 부추 그리고 허브식물 등에 관한

연구가 진행되어왔다. 공영식재는 같은 시기 한 토지에 두 가지 이상의 농작물을 심는 식재방법으로 단일 재배보다 생산량과 품질향상을 목적으로 하며, 병해충 방지 및 익충을 유인하는 효과가 있다(Saldanha et al., 2019). 공영식물은 농업 생태계 발전의 원천이 되며, 소비자와 지역사회의 삶의 질을 향상시킨다. 키가 큰 작물은 포복성 작물의 번식을 위한 그늘을 제공하고 지지대의 역할을 하며, 포복성 작물로 빠른 피복으로 잡초를 제거하여 공간의 활용도를 증진한다는 장점을 지닌다(Hong et al., 2020). 이에 본 연구는 도심지 내에서 접근성이 좋은 옥상에서 대표적 과채류인 방울토마토와 허브식물인 바질을 선정하여, 공영식재 비율에 따른 공영식물의 생육, 생리 및 생산성을 평가함으로써 안정적인 옥상형 도시농업을 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 연구재료

2.1.1. 공영식물

토마토는 도시민들이 기르기에 쉽고 생산과 소비가 높은 작물로, 다른 과채류에 비해 단가는 낮지만 연중 가격이 안정되어 농가에서 선호하는 작물이다(Lee, 2015). 바질은 수분을 좋아하여 건조한 것을 좋아하는 토마토의 잉여수분을 흡수하게 한다(Salehi et al., 2018). 이에 공영식물로는 방울토마토(*Lycopersicon esculentum* L.)와 바질(*Ocimum basilicum* L.)를 선정하였다. 충주시에 위치한 농약사에서 묘종을 구입하여 1주일간 순화과정을 거친 뒤 식재하였으며, 초깃값의 오차를 최소화하기 위해 초장의 오차범위를 ± 4 cm로 하였다.

2.1.2. 연구대상지

본 연구는 건국대학교 글로벌캠퍼스 내 복합실습동 옥상에서 실시하였으며, 2019년 5월에 실험구를 조성하여 9월까지의 실험을 수행하였다.

2.2. 연구방법

2.2.1. 실험구 조성

실험구는 가로 1 m, 세로 1 m, 높이 0.3 m의 정방형으로 벽돌을 쌓아 제작하였고, 하부에 배수판을 설치하고 토양의 유실 방지를 위하여 부직포를 깔 뒤 배합토

(그린시티소일, ㈜한설그린, Korea)를 포설하였다. 방울토마토 단일식재(이하 TC), 방울토마토 2 : 바질 1(이하 T₂B₁), 방울토마토 1 : 바질 1(이하 T₁B₁), 방울토마토 1 : 바질 2(이하 T₁B₂), 바질 단일식재(이하 BC)로, 총 5가지 비율로 식재하였다. 방울토마토와 바질은 농업진흥청에 명시된 재식간격 기준을 따라 약 30 cm 간격으로 식재하였다. TC는 방울토마토 12본을, T₂B₁은 방울토마토를 세로로 양쪽에 4본씩, 바질을 중앙에 4본 총 12본을 식재하였다. T₁B₁은 방울토마토와 바질을 가로로 한 줄 당 3본씩 번갈아 총 12본을 식재하였고, T₁B₂은 바질을 세로로 양쪽에 4본씩 방울토마토를 중앙에 4본 총 12본을, BC는 바질을 12본 식재하였다.

2.2.2. 생육, 생리 및 생산성 측정

방울토마토와 바질의 생육, 생리 및 생산성 측정은 2주 간격으로 진행하였다. 생육은 초장, 근장, 경경, 엽장, 엽폭, 엽수를, 생리는 상대엽록소함량, 생체중, 건물중을 측정하였다. 생산성은 방울토마토의 경우 과실수, 직경, 중량, 당도 등을, 바질의 경우 엽수를 조사하였다. 초장은 토양 배지에서부터 식물체의 정단부까지, 근장은 토양 배지에서부터 식물체의 하단부까지를 측정하였다. 경경은 디지털 캘리퍼스(MDC-150, MONOS, Japan)로 첫 번째 마디 아래로 1 cm 밑에 있는 줄기의 두께를 측정하였다. 엽장은 엽병이 끝나는 지점으로부터 잎의 반대편 끝까지의 길이를 잴고 엽폭은 엽장과 직각을 이루는 쪽의 길이 중 가장 긴 지점을 측정하였다. 엽수는 육안으로 측정하였다. 상대엽록소함량은 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta, Japan)를 이용하였고, 생체중은 미세전자저울(FX-200i, AND, Korea)로, 건물중은 열풍순환 건조기(C-DF, CHANGSHIN Sci Co, Korea)로 65℃에서 72시간 건조시킨 후 미세전자저울로 측정하였다. 방울토마토의 과실 수량은 80% 이상 성숙한 과실을 육안으로 조사하였다. 직경은 과실의 가장 두꺼운 부분을, 과실의 중량은 물기를 모두 제거한 후 미세전자저울을 이용하여 측정하였다. 당도는 당도계를 이용하여 수확한 과일을 3반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

2.2.3. 통계분석

본 연구에서 측정된 데이터는 SigmaPlot 12.3 (Systat, San Jose CA, USA)를 사용하여 그래프로 나타내었다. 또한 IBM SPSS Statistics 25(SPSS Inc., Chicago, IL,

USA) 프로그램을 이용하여 통계분석하였고, 실험구간의 유의성 검증을 확인하기 위하여 일원배치분산분석 사후검정으로 5% 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 생육

방울토마토의 생육 중 초장은 연구기간동안 T₂B₁ 처리구에서 가장 컸으며, 방울토마토의 비율이 높을수록 초장이 증가되었다. 8월에 T₂B₁에서 42.69 cm로 가장 컸고, TC 41.9 cm, T₁B₂ 40.26 cm, T₁B₁ 31.06 cm 순으로 조사되었다. 경경은 8월 T₂B₁ 8.1 mm로 가장 높았으며, T₁B₂ 8.05 mm, TC 8 mm, T₁B₁ 7.8 mm의 순으로 나타났다. 엽수는 5월에 T₂B₁ 29.5개, TC 29.2개, T₁B₁ 28.3개, T₁B₂ 26.6개, 6월에는 T₁B₁ 25.9개, T₂B₁ 24.2개, TC 23.1개, T₁B₂ 21개로 조사되었다. 7월은 T₂B₁ 21.1개, TC 19.9개, T₁B₁ = T₁B₂ 15.8개로 1 : 1 비율에서 전월대비 가장 많이 감소한 것으로 분석되었다. 8월에는 T₂B₁ 13.1 개, TC 12.3개, T₁B₁ 8.5개, T₁B₂ 8개로 토마토 2 : 바질 1 비율에서 높은 엽수를 보였다. 근장은 T₁B₂ 처리구에서 가장 길었으나 처리구 별 차이는 뚜렷하지 않았다. 방울토마토의 전반적인 생육은 단일식재보다 혼합식재를 할 경우, 특히 방울토마토 2 : 바질 1의 비율에서 생육이 가장 양호한 것으로 분석되었다(Fig. 1).

바질의 초장은 후반으로 갈수록 바질의 식재비율이 높을수록 커지는 경향을 보였다. 8월달 바질의 경경은 T₁B₁ 처리구에서 전월보다 가파른 상승세를 보였다. 엽장과 엽폭은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 엽수의 경우 7월에는 T₁B₁과 T₁B₂에서 25.2 개로 전월보다 각각 10 개, 10.2 개씩 증가한 반면, 8월에는 T₂B₁ 37.3 개, T₁B₁ 35.6 개, T₁B₂ 31 개, BC 27.9 개로 토마토의 식재비율이 높아질수록 엽수가 많아지는 경향을 보였다. 근장은 T₁B₁ 처리구에서 41.47 cm, T₂B₁ 40.13 cm, T₁B₂ 34.42 cm, BC 30.62 cm 순으로 방울토마토와 바질의 식재비율이 1 : 1 일 때 가장 긴 것으로 조사되었다(Fig. 2).

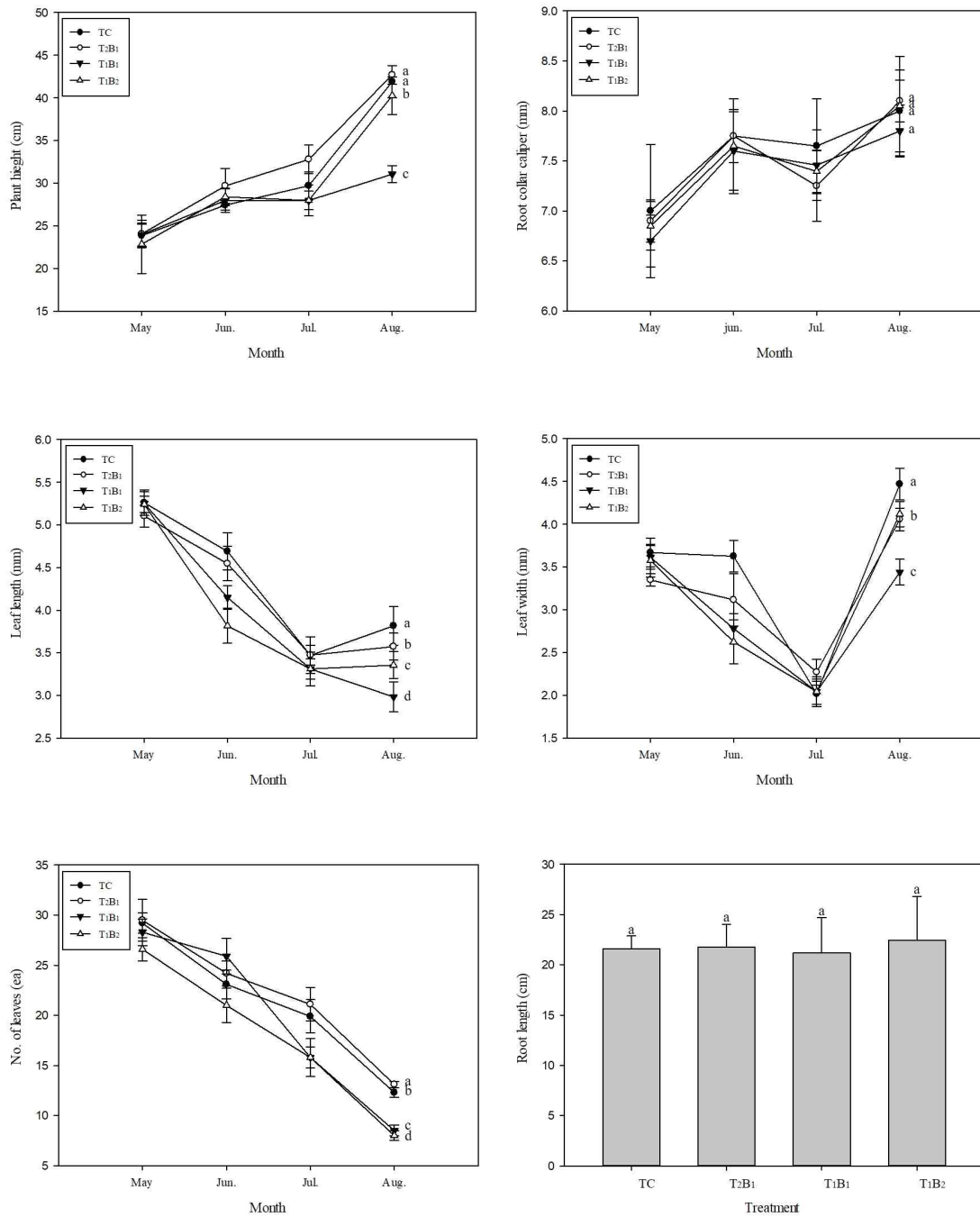


Fig. 1. Change in growth responses of *Lycopersicon esculentum* influenced by intercropping ratios with *Ocimum basilicum*. TC, Tomato Control; T₂B₁, Tomato + Basil1; T₁B₁, Tomato1 + Basil1; T₁B₂, Tomato1 + Basil2; Vertical bars give the standard error (SE) of the means.

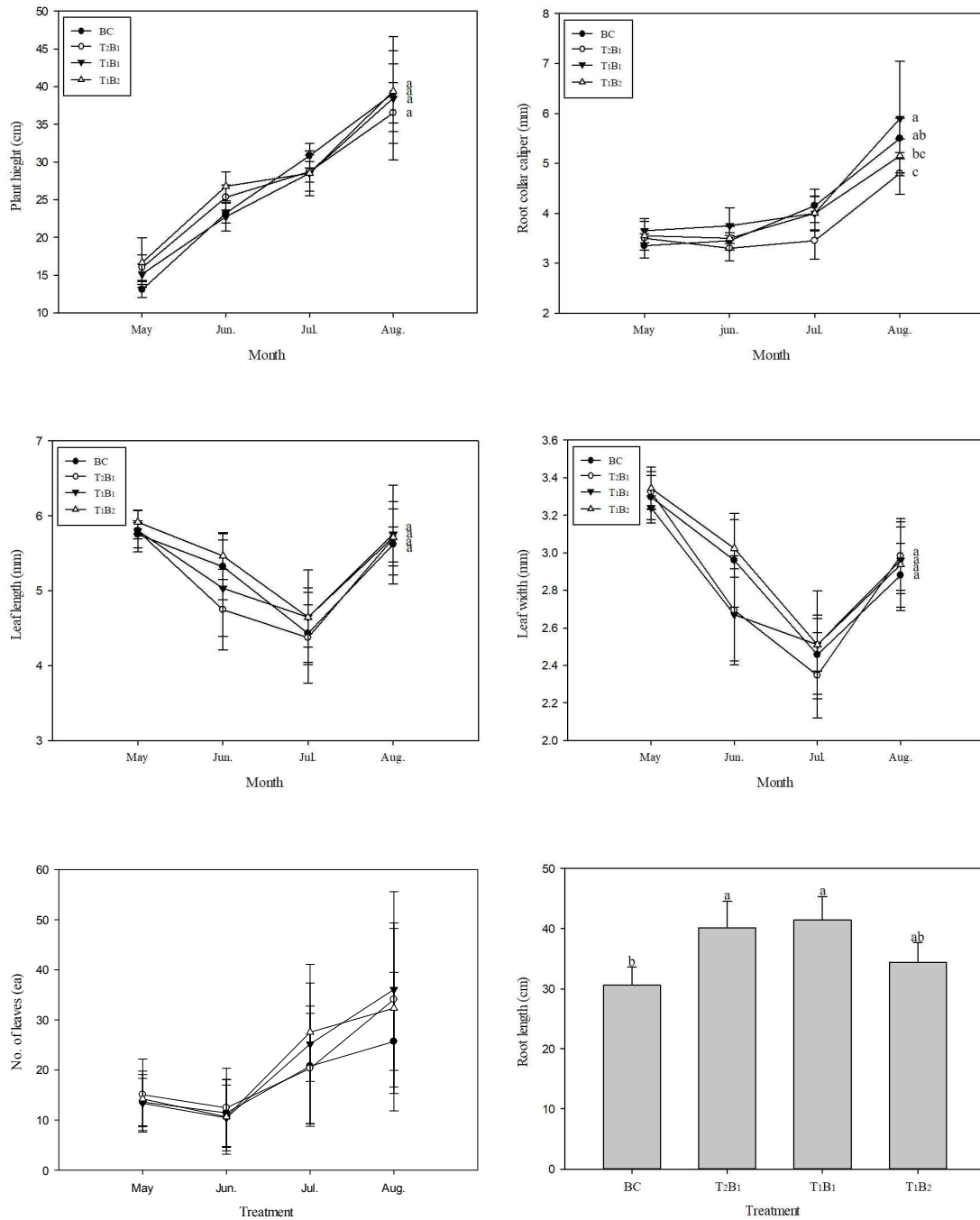


Fig. 2. Change in growth responses of *Ocimum basilicum* influenced by intercropping ratios with *Lycopersicon esculentum*. TC, Tomato Control; T₂B₁, Tomato2 + Basil1; T₁B₁, Tomato1 + Basil1; T₁B₂, Tomato1 + Basil2; Vertical bars give the standard error (SE) of the means.

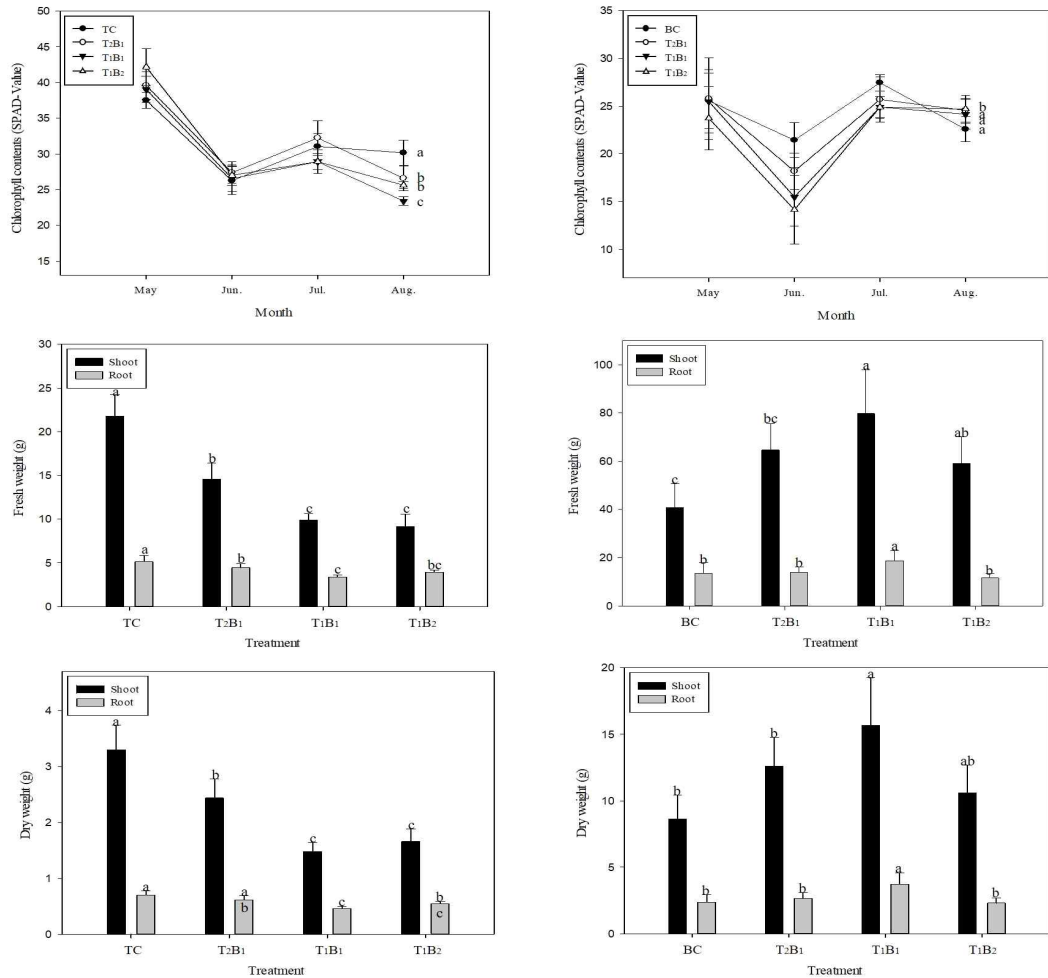


Fig. 3. Change in physiological responses of *Lycopersicon esculentum* (left) and *Ocimum basilicum* (right) influenced by intercropping ratios. TC, Tomato Control; T₂B₁, Tomato2 + Basil1; T₁B₁, Tomato1 + Basil1; T₁B₂, Tomato1 + Basil2; Vertical bars give the standard error (SE) of the means.

3.2. 생리

방울토마토의 상대엽록소함량은 바질과의 공영식재에서 방울토마토의 식재비율이 높을수록 증가하였다. 지상부의 생체중은 TC 21.89 g, T₂B₁ 14.63 g, T₁B₁ 9.72 g, T₁B₂ 9.15 g 순으로, 지하부는 TC 5.16 g, T₂B₁ 4.45 g, T₁B₂ 3.92 g, T₁B₁ 3.59 g 순으로 방울토마토의 식재비율이 높아질수록 무거웠다. 지상부의 건물중은 TC 3.25 g, T₂B₁ 2.44 g, T₁B₂ 1.6 g, T₁B₁ 1.5 g 순으로, 지하부는 TC 0.7 g, T₂B₁ 0.61 g, T₁B₂ 0.54 g, T₁B₁ 0.45 g 순으로 지상부와 비례하는 경향을 보였다. 각각의 지

상부와 지하부의 생체중, 지상부와 지하부의 건물중은 토마토의 식재비율이 높은 TC와 T₂B₁에서 상대적으로 높은 수치를 보인 반면, T₁B₂와 T₁B₁ 처리구에서는 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 3, left). 따라서 방울토마토의 식재비율이 높을수록 생리적 활성이 높아지는 것으로 분석되었다.

바질의 상대엽록소함량은 7월까지 상승하다가 8월에 다소 낮아지면서 처리구별 유의적 차이는 보이지 않았다. 지상부의 생체중은 T₁B₁ 79.73 g, T₁B₂ 64.68 g, T₂B₁ 59.05 g, BC 40.82 g 순으로, 지하부의 생체중은 T₁B₁에서

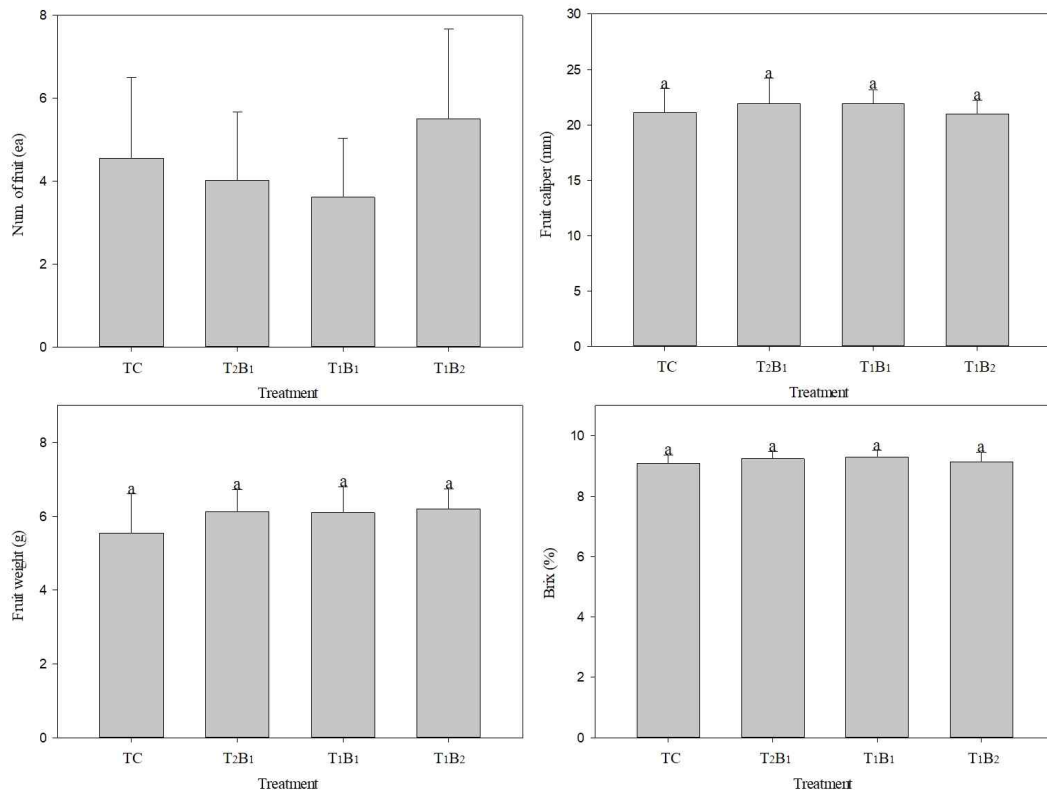


Fig. 4. Change in productivity of *Lycopersicon esculentum* influenced by intercropping ratios with *Ocimum basilicum* TC, Tomato Control; T₂B₁, Tomato2 + Basil1; T₁B₁, Tomato1 + Basil1; T₁B₂, Tomato1 + Basil2; Vertical bars give the Standard Error (SE) of the means.

18.74 g으로 가장 무거웠고, T₁B₂ 13.91 g, BC 13.44 g, T₂B₁ 11.57 g순으로 지상부와 유사한 경향을 보였다. 지상부 건물중은 T₁B₁ 15.68 g, T₁B₂ 12.59 g, T₂B₁ 11.43 g, BC 8.62 g순으로, 지하부의 건물중도 지상부와 마찬가지로 T₁B₁에서 3.72 g으로 가장 높았으며, T₁B₂에서 2.65 g, BC에서 2.35 g, T₂B₁에서 2.29 g순으로 조사되었다(Fig. 3 right). 바질의 지상부와 지하부 생체중, 지상부와 지하부 건물중 모두 토마토와 바질 1 : 1 공영식재 비율에서 가장 높은 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 토마토와 바질간의 혼합식재가 단일식재에 비해 생육 뿐 아니라 생리적으로 긍정적인 효과를 주기 때문인 것으로 해석된다 (Bomford, 2009).

3.3. 생산성

방울토마토의 과실수는 T₁B₂ 5.5개 TC 4.55개

T₂B₁ 4.01개 T₁B₁ 3.61개로, 토마토 1 : 바질 2에서 가장 많았고, 토마토 1 : 바질 1 식재비율에서 가장 낮았으나 처리구간 유의적 차이는 뚜렷하지 않았다. 과실 직경은 T₂B₁과 T₁B₁ 처리구에서 각각 21.9 mm, TC에서 21.1 mm, T₁B₂에서 21 mm로 방울토마토의 식재비율이 높을수록 방울토마토의 직경이 커지는 경향을 보였다. 과실 중량은 T₁B₂ 6.19 g, T₂B₁ 6.12 g, T₁B₁ 6.1 g, TC 5.55 g로, 식재비율에 따른 차이는 크지 않았다. 당도는 T₁B₁ 9.3 > T₂B₁ 9.24 > T₁B₂ 9.14 > TC 9.08% 순으로 나타났다. 바질의 엽수는 7월에는 T₁B₁과 T₁B₂에서 25.2개로 전월보다 각각 10개, 10.2개 씩 증가하였다. 8월에는 T₂B₁ 37.3개, T₁B₁ 35.6개, T₁B₂ 31개, BC 27.9개 순으로 토마토의 식재비율이 높아질수록 엽수가 많아지는 경향을 보였다(Fig. 4).

4. 결론

본 연구에서는 방울토마토와 바질간의 공영식재 비율에 따른 생육, 생리 및 생산성 등을 평가하여 옥상형 도시농업을 여가로 즐기는 도시민들에게 작물관리에 대한 가이드라인을 제시하고자 수행하였다. 방울토마토의 생육을 분석한 결과, 엽장과 엽폭을 제외하고, 방울토마토와 바질의 공영식재 비율이 2 : 1 일 때 방울토마토의 생육이 좋은 것으로 분석되었다. 생리적 특성에 있어서 방울토마토의 식재비율이 높아질수록 상대엽록소함량이 증가하였으며, 생체중과 건물중은 모두 $TC > T_2B_1 > T_1B_2 > T_1B_1$ 순으로 무거웠다. 바질의 초장은 생육초기에 T_1B_2 처리구와 T_2B_1 처리구에서 높았으나 후반으로 갈수록 바질의 식재비율이 높아질 때 초장이 커지는 경향을 보였다. 경경은 1 : 1 식재비율에서 가장 높았던 반면, 엽장과 엽폭은 처리구간 차이가 뚜렷하지 않았다. 근장은 T_1B_1 과 T_2B_1 처리구에서 가장 긴 것으로 조사되었다. 바질의 상대엽록소함량은 처리구별 유의적 차이는 보이지 않은 반면, 생체중과 건물중에서 T_1B_1 과 T_2B_1 처리구에서 가장 높은 것으로 분석되었다. 방울토마토의 과실수는 T_1B_2 에서 가장 많았고, 당도는 T_1B_1 에서 가장 높은 반면, 직경과 중량은 처리구 간 차이가 나타나지 않았다. 바질의 엽수는 초기부터 7월까지 T_1B_1 에서 가장 높았으나, 8월에는 T_1B_2 처리구에서 가장 크게 증가했다. 종합적으로 보았을 때, 방울토마토 : 바질 = 2 : 1 또는 1 : 1의 비율로 공영식재하는 것이 방울토마토의 생육, 생리 및 생산성을 높이는데 바람직하다고 판단된다. 추후 옥상의 기상특성에 맞는 수종선정과 관리법을 적용한 장기적 생육 모니터링이 필요하다고 사료된다.

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021R1F1A1063456)

REFERENCES

Bomford, M. K., 2009, Do tomatoes love basil but hate brussels sprouts? competition and land-use efficiency of

popularly recommended and discouraged crop mixtures in biointensive agriculture systems, *Journal of Sustainable Agriculture*, 33, 396-417.

Cho, S. H., 2012, The current status and tasks of urban agriculture in Gachang, Daegu, Master Degree of Kyungbuk University, Daegu, Korea.

Choi, D. W., Kim, T. K., 2014, An analysis on productivity change in environment-friendly farming of fruit vegetables, *Korean Journal of Organic Agriculture*, 22, 335-345.

Hong, I. K., Yun, H. K., Jung, Y. B., Lee, S. M., Lee, B. K., 2020, Classification of crops by type of companion plant., *Journal of People, Plants, and Environment*, 123.

Kwon, K. J., Kim, J. D., Park, B. J., 2018, Growth responses of eggplant and red pepper according to soil depths of roof farm, *Journal of People, Plants, and Environment*, 11.

Lee, C. Y., 2015, A Study on the growth diagnosis system for tomato, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16, 8673-8678.

Lee, D. G., Cho, S. H., 2016, The analysis on the preference of urban agriculture types in accordance with lifestyle, *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, 44, 40-50.

Saldanha, A. V., Gontijo, L. M., Carvalho, R. M. R., Vasconcelos, C. J., Corrêa, A. S., Gandra, R. L. R., 2019, Companion planting enhances pest suppression despite reducing parasitoid emergence, *Basic and Applied Ecology*, 41, 45-55.

Salchi, Y., Zarehaghi, D., Nasab, A. D. M., Neyshabouri, M. R., 2018, The effect of intercropping and deficit irrigation on the water use efficiency and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and basil (*Ocimum basilicum*), *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28, 209-220.

-
- Professor. Jin-Hee Ju
Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University
jjhkkc@kku.ac.kr
 - Master's degree. Hee-Yeon Song
Department of Green Technology Convergence, Graduate school of Konkuk University
heeyeon9003@daum.net
 - Professor. Deuk-Kyun Oh
Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University
nice10214@kku.ac.kr

• Doctor's degree. Sun-Yeong Park
Department of Green Technology Convergence, Graduate
school of Konkuk University
wripark@naver.com

• Professor. Yong-Han Yoon
Department of Green Technology Convergence, College of
Science Technology, Konkuk University
yonghan7204@kku.ac.kr