

ORIGINAL ARTICLE

옥상 도시농업에서 메리골드의 동반식재 비율이 배추의 생육 및 해충방제에 미치는 영향

박선영 · 민경민 · 윤용한¹⁾ · 주진희^{1)*}

건국대학교 대학원 녹색기술융합학과, ¹⁾건국대학교 녹색기술융합학과

Effects of Companion Planting with *Tagetes patula* on the Growth and Pest Control of *Brassica campestris* in Rooftop Urban Agriculture

Sun-Young Park, Kyung-Min Min, Yong-Han Yoon¹⁾, Jin-Hee Ju^{1)*}

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

¹⁾Department of Green Technology Convergence, College of Science & Technology, Konkuk University, Chungju 27478, Korea

Abstract

This study aimed to explore companion planting to improve vegetable productivity on extensive green roofs through urban agriculture with limited substrate depth. From May to July 2021, the study conducted on the rooftop to evaluate the effects of marigold (*Tagetes patula*) planting ratio on the growth and pest control of cabbage (*Brassica campestris*). The experiment plot measured 1 m in width × 1 m in length × 0.25 m in height and 0.2 m in substrate depth. Fifteen plots were planted in varying proportions of cabbage and marigold for three repetitions per treatment: cabbage control (CC), 2:1(C₂M₁), 1:1(C₁M₁), 1:2(C₁M₂), and marigold control (MC). We found that companion planting marigolds with cabbage significantly increased cabbage growth and reduced pest infestation. The study revealed that C₁M₁, when cabbage and marigold have the same proportion, is an efficient companion planting ratio. Companion planting, in which non-crop vegetation manages pests and increases crop productivity, improves natural pest control and preserves biodiversity on rooftop urban agriculture.

Key words: Biological control, Companion planting ratio, Green roofs, Urban agriculture

1. 서론

동반식재란 혼작 재배기법 중 이종 또는 동종의 동반 식물들을 동일한 공간에 식재함으로써, 식물간의 공생, 경쟁, 보완 등의 상호관계를 통해 농작물의 다양성과 수확량을 향상시킬 수 있는 친환경적 농업기술이다 (Bedoussac et al., 2015). 식물을 동반식재 할 경우

단일식재 했을 때보다 생물총량, 생육, 그리고 탄소저장 증가 등의 다양한 이점을 가지고 있다(Hicks et al., 2018). 국내·외 동반식물에 관한 연구는 1980년대부터 해충의 동반식물 기피효과 규명, 혼작을 이용한 해충발생 경감 효과 등 주로 식용식물의 생산성 향상을 위해 진행되어 왔다(Balmer et al., 2014).

최근 서울, 부산 등 대도시를 중심으로 공공건물 옥

Received 2 August, 2022; Revised 6 September, 2022;

Accepted 6 September, 2022

*Corresponding author : Jin-Hee Ju, Department of Green Technology Convergence, College of Science & Technology, Konkuk University, Chungju, 27478, Korea
Phone: +82-43-840-3541
E-mail: jjhkcc@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.

상에 텃밭을 조성하는 옥상농원 시범사업 등 옥상의 다양한 이용을 위한 노력이 이어지고 있다(Ha et al., 2014). 옥상농원은 도심 내 녹지공간의 확충과 도심에서 가장 가까운 장소에 공간을 확보함으로써 손쉽게 농업활동을 할 수 있다는 장점이 있어 빠르게 확산되고 있다(Won, 2013). 주요 재배 작물로는 엽채류 중 배추와 상추로, 재배가 어렵지 않고 교육이나 체험적 측면에서 위험하지 않아 선호도 또한 비교적 높은 것으로 보고되었다(Kong et al., 2012). 이에 도시텃밭 재배 시 배추와 식물과 혼식 재배 방법에 따른 해충 피해 정도 및 작물의 생육에 미치는 영향을 살펴본 결과, 동반식물의 식재로 해충피해 경감을 확인한 바 있다(Chae et al., 2019). 특히 텃밭재배는 많은 종류이 작물이 혼재되어 다양한 종류의 해충들이 발생할 소지가 많은 곳이다(Kim et al., 2020). 실제로 National Institute of Horticultural and Herbal Science(2020)는 도시텃밭에 도입 가능한 동반식물의 활용 및 친환경적 관리를 위한 연구에서 도시텃밭을 가꾸는 주된 이유로 안전한 먹거리 생산을 꼽았고, 총 설문 참여자의 80.1%가 텃밭에서 재배한 식물을 내가 먹게 되므로 친환경적 병해충 관리가 필요하다고 답했다. 수도권에 소재하고 있는 옥상정원에 발생하는 해충은 진딧물류, 방패벌레류, 깍지벌레류, 나방류, 잎벌레류, 응애류 등이 있는데(Yang et al., 2008), Han et al.(2017)은 옥상에 식재된 식물을 대상으로 해충에 의한 피해에 관한 연구에서 매미아목이 12과 28종으로 가장 다양했으며 주로 흡즙성 곤충류인 진딧물과 깍지벌레로 인한 피해가 발생한다고 하였다.

메리골드(*Tagetes patula*)는 멕시코 원산으로 국화과 식물이며 우리나라에서는 60~70년 전부터 주로 관상용으로, 재배되는 식물이다(Choi et al., 2009). 또한 해충에 기피 또는 유인효과가 있는 것으로 알려져 공영식물로 혼식재배를 하는 식물 중 하나이다(Kim et al., 2013; Tringovska et al., 2015). Conboy et al.(2019)는 해충으로부터 주요작물인 토마토를 보호하기 위해 동반식물로 메리골드를 식재한 결과, 메리골드에서 방출하는 휘발성 화학물질이 직·간접적으로 해충을 감소시키는 효과를 확인하였다. 또한 유기농 호박 재배를 위한 동반식물의 생물학적 방제에 관한 실험으로 Lopez and Liburd(2022)는 호박을 동반식물과 함께 간격을 두고 열로 식재한 결과, 메리골드와 알리숨(*Lobularia maritima*)이 최종적으로 생물학적 방제

효과를 증가시키는 것으로 나타났다. 메리골드의 추출물은 살충제로 사용되며 꽃을 차로 식용하기도 하기 때문에(Lee and Park, 2020) 해충방제 효과를 지닌 식용 식물로 이용된다.

방울토마토와 바질 간의 식재비율에 따른 공영식물의 생육, 생리 및 생산성에 미치는 영향 및 혼합파종 비율에 따른 어린잎채소의 생육 및 배지 양분 변화(Ju et al., 2021a, 2022b) 등이 수행된 바 있다. 하지만 도시농업에 사용되는 주 작물 수종과 해충방제를 위한 미끼 식물 혹은 공영식물과의 식재비율을 통한 생육 및 해충방제 효과를 구명하고자 한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내 대표적인 엽채류인 배추와 메리골드를 동반식재하여 식재비율에 따른 생육 및 해충방제 효과를 살펴봄으로써, 옥상 도시농업에서의 친환경적 농업기술을 위한 실증적 자료로 제시하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료

본 연구에 사용된 공시 토양은 옥상녹화용 다기능 복합 인공토양(Fourseason, Samhwa Greentech, Korea)과 펄라이트(Perlite, Homan Industry, Korea)로 인공토와 펄라이트를 3:1 비율로 혼합하여 포설하였다. 엽채류는 실험시기를 고려하여 재배할 수 있는 식물 중 한국인이 소비하는 주요 부식재료로 생육초기부터 해충피해 판단과 생육반응 비교가 용이한 여름배추 하광(*Brassica campestris*)을 선정하였다. 동반식물로는 옥상의 환경특성을 고려하여 직사광선과 바람에 적응할 수 있으며 내건성과 해충방제 효과를 지닌 프렌치 메리골드(*Tagetes patula*)를 선정하였다. 식물재료는 충북 충주에 위치한 농원에서 구매하였다. 배추는 72구 트레이에 초장 50~60 mm의 유묘를, 메리골드는 지름 12 cm 포트에 초장 140~160 mm인 개체를 구매한 후 1주일간 실험대상지 옥상에 순화시킨 뒤 정식하였다.

2.2. 방법

본 실험은 2021년 5월부터 7월까지 수행하였으며, 충청북도 충주시 건국대학교 글로벌캠퍼스 내 복합실습동 옥상에서 실시하였다. 실험기간 옥상의 환경조건은 최고기온 34.1℃, 최저기온 17.6℃, 강수량은 5월 178.4,

Table 1. Comparison of cabbage growth for the planting ratio of cabbage and marigold in rooftop urban agriculture

Planting ratio (P) ^y	Plant height (mm)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	No. of leaves	Chlorophyll contents (SPAD-value)	Traces of pest control
CC	245.3 a ^z	189.3 a	116.4 a	9.7 b	24.3 a	31.7 a
C ₂ M ₁	265.8 a	228.7 a	141.7 a	12.5 ab	27.5 a	30.7 a
C ₁ M ₁	287.9 a	224.3 a	145.0 a	12.6 ab	28.8 a	26.0 a
C ₁ M ₂	264.8 a	231.1 a	151.3 a	13.1 a	28.2 a	25.3 a
P	NS	NS	NS	NS	NS	*

^z Means followed by different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test at 5% level.

^y CC: cabbage control, C₂M₁: cabbage 2:marigold 1, C₁M₁: cabbage 1:marigold 1, C₁M₂: cabbage 1:marigold 2.

^{NS}* Nonsignificant or significant at $p \leq 0.05$, respectively.

6월 130.4, 7월 310.7 mm로 조사되었다. 실험구는 가로, 세로, 높이가 각각 1.0, 1.0, 0.25 m 크기의 방형구 5개를 3반복으로 조성하였고, 각 방형구에 인공토양과 펠라이트를 3:1 비율로 혼합하여 토심 0.2 m로 포설하였다.

농촌진흥청에서 제시한 배추 식재간격(30~40 cm)과 메리골드 식재간격(25~35 cm)을 모두 고려하여 각 실험구에 메리골드와 배추를 30 cm의 간격으로 식재하였으며, 5가지 비율의 실험구를 3반복하여 총 15개의 실험구에 배추 54본, 메리골드 57본을 식재하였다. CC (cabbage control)에는 배추 5본을 단일식재하였고, 실험구 C₂M₁ (cabbage 2:marigold 1)에는 배추 6본, 메리골드 3본, C₁M₁ (cabbage 1:marigold 1)에는 배추와 메리골드를 4본씩, C₁M₂ (cabbage 1:marigold 2)에는 배추와 메리골드 각각 3본, 6본을 식재하였다. MC (marigold control)에는 메리골드 6본을 단일식재하였다. 시비는 식재 2주 후 제2종 복합비료(Taeheung F&G, Korea)를 각 실험구당 200 ml씩 작물 주변에 흩뿌려 웃거름하여 주었고 관수는 3일마다 실험구당 35 L를 실시하였다.

생육측정은 식재 후 7일이 경과한 뒤 14일 간격으로 총 4번 실시하였다. 초장은 식물 하단부부터 정단부까지 스테인리스 자(Stainless steel ruler, SB, Korea)를, 엽장, 엽폭, 메리골드의 화폭은 디지털 캘리퍼(Digital caliper, BD-DC200P, China)를 이용하였다. 엽장은 개체 중 가장 긴 잎의 엽신의 길이를, 엽폭은 엽장 측정방향과 직각을 이루는 방향에서 가장 긴 값을 갖는 최대 잎폭의 길이를 잴다. 화폭은 줄기와 직각을 이루는 각도에서 꽃의 지름을 조사하였으며, 엽수와 착화수는 잎과 꽃의 형태를 갖춘 것을 기준으로 하여, 직

접 육안으로 측정하였다. 해충방제는 해충섭식흔적을 중심으로 하되, 해충에 의해 잎에 생긴 피해를 육안으로 조사하여 배추 1본당 섭식 흔적 개수로 피해 정도를 판단하였다(Kim et al., 2013). 상대엽록소함량은 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta, Japan)로 상위엽 중 잎의 형태가 완성된 식물의 잎을 3반복 측정 후 평균 값을 사용하였다. 생체중과 건물중은 실험이 종료된 후 전자저울(Fx-200i, AND, Korea)을 이용하였다. 생체중의 경우 지상부와 지하부로 나누어 무게를 잴며, 온실 내에서 3주간 자연건조 후 건물중을 조사하였다.

2.3. 통계분석

본 연구의 통계분석은 PASW Statistics 27(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)프로그램을 이용하여 $p \geq 0.05$ 수준에서 정규성 검정을 실시하였다. 이후 실험구 간의 유의성 검증을 확인하기 위하여 일원배치분산분석 사후검정으로 Duncan's multiple range test($p \leq 0.05$)를 수행하였다. 이러한 결과를 Sigmaplot 12.3 (Systat Software Inc., San Jose CA, USA)을 이용해 그래프화하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 배추

배추의 초장은 C₁M₁ > C₂M₁ > C₁M₂ > CC 순으로 나타났다. C₁M₁에서 287.9 mm로 가장 높게, 대조구에서 245.3 mm로 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다. 배추의 엽장은 C₁M₂ 처리구에서 평균 231.1 mm로 가장 길었고, 대조구에서 189.3 mm로 가장 짧았으

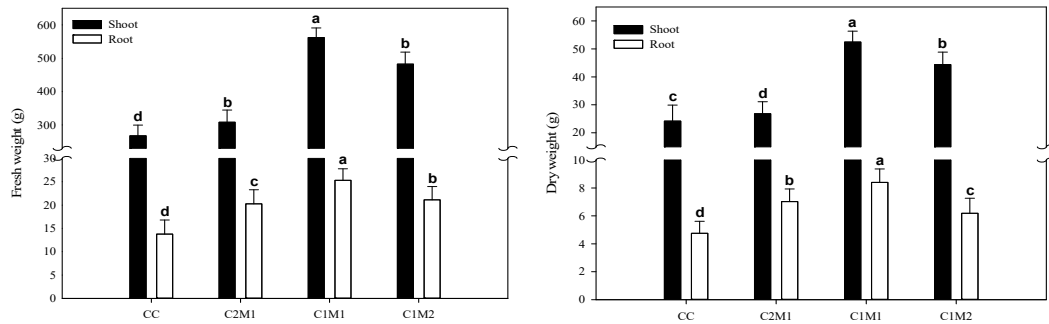


Fig. 1. Fresh and dry weight of cabbage (*Brassica campestris* L.) for the planting ratio of cabbage and marigold in rooftop urban agriculture. Each value in the figure is the mean and the vertical bars give the standard error (SE) of the mean. Different letters indicate significant different among treatments at $p \leq 0.05$ by Duncan's multiple test ($n=20$). CC; cabbage control, C_2M_1 ; cabbage 2:marigold 1, C_1M_1 ; cabbage 1:marigold 1, C_1M_2 ; cabbage 1:marigold 2.

나 C_2M_1 에서 228.7 mm, C_1M_1 에서 224.3 mm로 대조구를 제외한 처리구간의 차이는 뚜렷하지 않았다. 배추의 엽폭은 C_1M_2 에서 151.3 mm로 가장 넓었으며 대조구에서 116.4 mm로 가장 좁았다. C_2M_1 에서 141.7 mm, C_1M_1 에서 145.0 mm로 처리구간 큰 차이를 보이지는 않았다(Table 1). 전반적으로 배추의 엽장과 엽폭에서는 식재비율에 따른 유의적 차이는 없었으나 엽수에서 대조구에 비해 C_1M_2 처리구에서 높았다. 배추의 생육은 엽장에 의해 크기가 대표될 수 있다고 볼 때 (Kang et al., 2020), 배추를 단일식재한 대조구보다 메리골드와 혼합식재한 처리구에서 초장과 더불어 엽장, 엽폭이 좀 더 높게 나타나, 메리골드와의 동반식재는 배추의 생육에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 시사하고 있다. 배추의 상대엽록소함량은 C_1M_1 에서 28.8, C_1M_2 에서 28.2, C_2M_1 에서 27.5, 대조구에서 24.3 SPAD-value 순으로 높은 함량을 보였다. 즉, 배추와 메리골드의 비율이 1:1인 C_1M_1 처리구에서 가장 높은 상대엽록소함량을 나타냈다.

배추의 생체중은 지상부와 지하부 모두 $C_1M_1 > C_1M_2 > C_2M_1 > CC$ 순으로 높았다. 지상부 생체중은 C_1M_1 이 562.2 g, C_1M_2 가 482.2 g인 반면 대조구, C_2M_1 는 각각 267.5 g, 308.5 g으로 다소 큰 무게 차이를 보였다. 본 실험에서 수확한 배추는 판매되는 대량생산된 김장용 배추보다는 비교적 크기가 작았지만, 모든 처리구의 배추가 결구되어 형태를 갖추었다. 결구의 정도가 배추의 상품 판단 기준에 크게 작용하므로(Lee et al., 2016) 자급자족 형태의 도시농업에는 소비에 적합한 생산성을 보였다. 선행연구에서 7월 배추 수확 시 평

균 무게가 600~1,300 g인 것과(Eum et al., 2013) 비교하면 배추와 메리골드 비율이 1:1인 처리구에서만 노지 재배한 배추의 수확 무게와 비슷하게 나타났다. 배추의 지상부 건물중은 C_1M_1 이 52.5 g으로 가장 무거웠고 대조구에서 24.2 g으로 가장 가벼웠다(Fig. 1).

식재비율별 배추의 해충섭식흔적 조사 결과, 대조구에서 해충의 피해가 가장 큰 것으로 나타났으며, 처리구는 C_2M_1 30.66개, C_1M_1 25.97개, C_1M_2 25.26개 순으로 해충의 피해가 컸다. 메리골드의 혼합식재 비율이 높을수록 해충섭식흔적이 감소되는 경향을 보였으며 시간의 경과에 따라 처리구별 해충의 피해가 크게 역전되지 않았다(Fig. 2). 이는 메리골드에서 방출하는 리모넨에 의해 해충방제 효과로(Conboy et al., 2019), 메리골드를 배추와 혼합식재하였을 때 메리골드의 식재비율이 높을수록 해충방제에 긍정적 효과를 줄 수 있을 것으로 보인다.

3.2. 메리골드

메리골드의 초장은 C_1M_1 에서 142.4 mm로 가장 길었고, C_2M_1 140.4 mm, MC 133.0 mm, C_1M_2 130.1 mm 순으로 배추와 메리골드 식재비율이 2:1인 처리구와 1:1인 처리구에서 높았다. 메리골드의 엽장은 $C_1M_1 > MC > C_1M_2 > C_2M_1$ 순으로 높았으나 대조구와 처리구간 유의적 차이는 보이지 않았다. 메리골드의 엽폭 또한 C_1M_2 가 8.8 mm로 가장 넓었고 C_2M_1 이 8.3 mm로 가장 좁았지만 미세한 차이를 보여 실제로 식재비율에 따른 차이는 거의 없었다(Table 2). 이러한 결과는 메

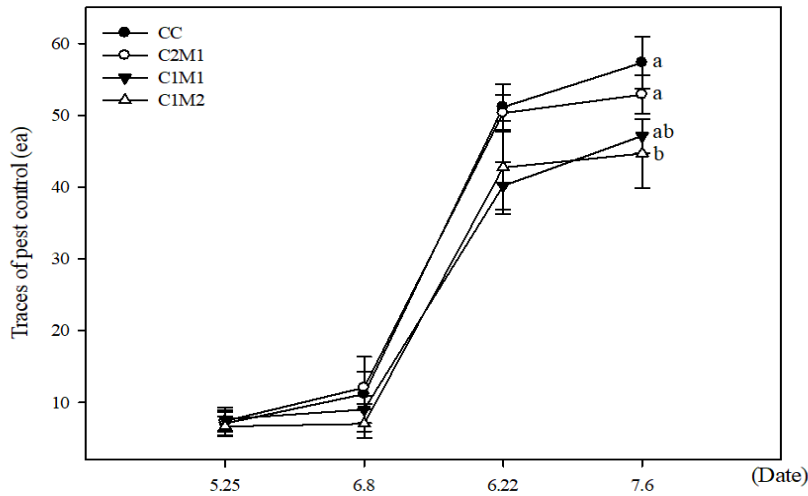


Fig. 2. Change in cabbage traces of pest control according to the planting ratio of cabbage(*Brassica campestris*) and marigold(*Tagetes patula*) in rooftop urban agriculture. CC: cabbage control, C₂M₁: cabbage 2:marigold 1, C₁M₁: cabbage 1:marigold 1, C₁M₂: cabbage 1:marigold 2.

리골드가 수직생장이 저조하다고 볼 때(Min et al., 2005), 배추와 동반식재 할 경우 배추와 메리골드의 비율이 1:1, 2:1인 처리구에서 배추의 지상부가 성장함에 따라 공간의 협소함으로 인해 나타난 결과라고 사료된다. 메리골드의 착화수는 식재 4주차인 6월 8일까지 MC와 C₂M₁에서 높게 나타났다. 이후 시간이 경과함에 따라 C₁M₁ 처리구에서 착화수가 꾸준히 증가하여 7월 6일에는 5.88개로 가장 많은 꽃을 피워 대조구와 확연한 차이를 보였다(Fig. 3). 식재비율별 메리골드의 화폭은 C₂M₁에서 37.0 mm로 가장 컸고, C₁M₁ 36.9 mm, C₁M₂ 35.0 mm, MC 34.3 mm 순으로 나타났으나 처리구별 유의적 차이가 없었다. 전반적으로 메리골드 잎의 성장에서는 처리구별 경향을 보이지 않았으나 착화수에 있어서 배추와 메리골드 식재비율이 2:1과 1:1인 C₂M₁, C₁M₁ 처리구에서 가장 많은 것으로 조사되었다. 메리골드의 상대엽록소함량은 C₁M₁에서 30.5 SPAD-value로 가장 높게, 대조구에서 25.1 SPAD-value로 가장 낮게 나타났다. 메리골드의 지상부 생체중 측정 결과 C₁M₁ > C₂M₁ > MC > C₁M₂ 순으로 C₁M₁의 지상부 생체중은 105 g, 지하부 생체중은 20.2 g으로 가장 무겁게 측정되었다. 건물중 또한 C₁M₁ > MC > C₂M₁ > C₁M₂ 순으로, C₁M₁ 처리구에서 지상부와 지하부 모두 높은 값을 보여주고 있어 배추와 메리골드 혼합식재 시

배추와 메리골드를 동일 비율로 식재하였을 때 가장 효과적인 것으로 판단된다. 공영식물과의 동반식재에 대한 연구로 Chang et al.(2017)은 주 작물인 오이 단일 식재에서 토양 내 인(P)과 칼륨(K)의 함량이 가장 낮았지만 동반 식재에서는 NO₃⁺-N과 NH₄⁺-N 함량이 높아지고, 미생물의 군집변화로 오이의 생산성을 높이는 데 기여하였다고 보고하였다. 또한 꽃양배추와 메리골드를 동반식재하였을 때 주 작물의 해충방제효과 뿐 아니라 동반 식재한 식물의 생육 또한 발달한다는 (Ben-issa et al., 2017) 선행연구와 유사한 결과이다.

4. 결론

본 연구는 옥상 도시농업에서 메리골드의 동반식재 비율이 배추의 생육 및 해충방제에 미치는 영향을 분석하여 배추 재배 시 효과적인 메리골드 혼합식재 비율과 그 효율성을 분석하고자 하였다. 실험구는 배추와 메리골드의 비율에 따라 배추 대조구, 1:2, 1:1, 2:1, 메리골드 대조구로 옥상에 조성하여 생육 및 해충섭식흔적 특성을 살펴보았으며, 그 결과는 다음과 같다.

배추의 생육은 C₁M₁, C₁M₂의 순으로 생육이 우수한 것으로 나타났으며 대조구와 처리구간 차이가 뚜렷하게 나타났다. 배추의 상대엽록소함량, 생체중, 건물중 또한 C₁M₁에서 가장 높았고, 해충섭식흔적 조사 결과

Table 2. Comparison of marigold growth for the planting ratio of cabbage and marigold in rooftop urban agriculture

Planting ratio (P) ^y	Plant height (mm)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Chlorophyll contents (SPAD-value)	No. of flowers	Flower width (mm)
C ₂ M ₁	140.4 ab ^z	33.4 a	8.3 a	29.4 a	4.4 a	37.0 a
C ₁ M ₁	142.4 a	37.1 a	8.7 a	30.5 a	4.3 a	36.9 a
C ₁ M ₂	130.1 b	33.9 a	8.8 a	28.9 a	3.8 a	35.0 a
MC	133.0 ab	35.4 a	8.6 a	25.1 a	4.3 a	34.3 a
P	NS	*	NS	NS	NS	NS

^z Means followed by different letters indicate significant differences using Duncan's multiple range test at 5% level.

^y C₂M₁; cabbage 2:marigold 1, C₁M₁; cabbage 1:marigold 1, C₁M₂; cabbage 1:marigold 2, MC; Marigold control.

^{NS} Nonsignificant or significant at $p \leq 0.05$, respectively.

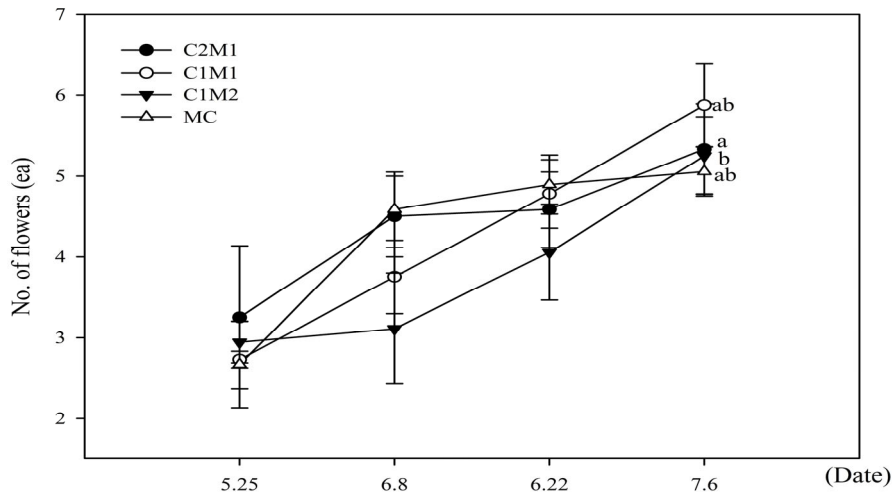


Fig. 3. Change in marigold's number of flowers for the planting ratio of cabbage (*Brassica campestris*) and marigold (*Tagetes patula*) in rooftop urban agriculture. C₂M₁; cabbage 2:marigold 1, C₁M₁; cabbage 1:marigold 1, C₁M₂; cabbage 1:marigold 2, MC; marigold control.

C₁M₁의 처리구와 C₁M₂의 처리구에서 가장 적은 섭식 흔적을 보였다. 메리골드의 생육은 엽장과 엽폭에서는 처리구별 뚜렷한 차이가 보이지 않았으나, 초장은 C₁M₁, C₂M₁ 비율에서 높은 값을 나타냈다. 또한 배추와 메리골드 각각 1:1과 2:1 비율의 혼합식재에서 착화수와 화폭 등 꽃의 상태가 가장 양호하였다. 메리골드의 생체중과 건물중은 모두 1:1 비율 처리구에서 가장 무거웠다.

따라서 옥상도시농업에서 배추와 메리골드 동반식재 시 배추와 메리골드의 1:1과 1:2 비율이 생육에 있어

가장 효율적인 비율인 것으로 판단된다. 또한 주 작물인 배추의 수확 생산성을 위해서 해충섭식흔적이 가장 적었고, 생육이 우수한 1:1 비율의 혼합식재가 가장 바람직한 것으로 보인다. 동반식재한 메리골드 또한 1:1 비율에서의 꽃 생산성이 가장 효율적인 결과를 나타냈기에 식용화하여 추가적인 수확 효율성을 가져올 수 있을 것이다. 그러나 다양한 해충 종에 대한 화학적 방향물질이나 기주선호성에 대한 유인과 기피 원인을 구체적으로 파악하지 못한 점에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다고 본다.

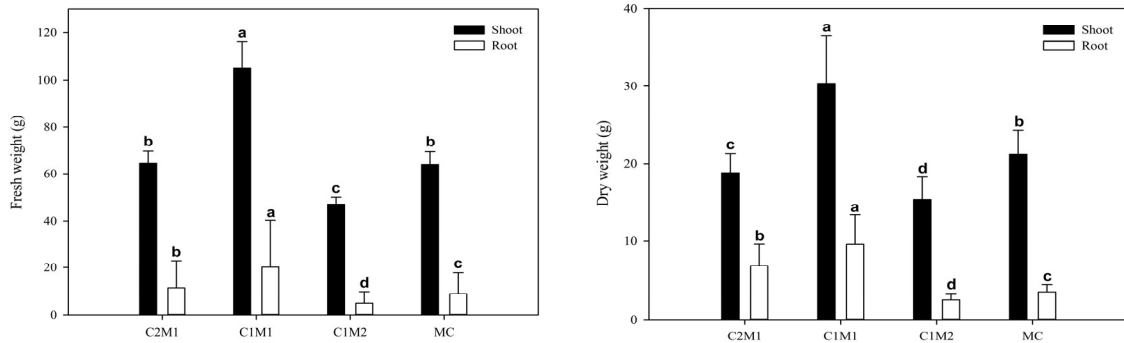


Fig. 4. Fresh and dry weight of marigold (*Tagetes patula*) according to the planting ratio of cabbage and marigold in rooftop urban agriculture. Each value in the figure is the mean and the vertical bars give the standard error (SE) of the mean. Different letters indicate significant different among treatments at $p \leq 0.05$ by Duncan's multiple test ($n = 20$). C₂M₁: cabbage 2:marigold 1, C₁M₁: cabbage 1:marigold 1, C₁M₂: cabbage 1:marigold 2, MC: marigold control.

감사의 글

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

REFERENCES

Balmer, O., Géneau, C. E., Belz, E., Weishaupt, B., Förderer, G., Moos, S., Ditner, N., Juric, I., Luka, H., 2014, Wildflower companion plants increase pest parasitism and yield in cabbage fields: Experimental demonstration and call for caution, *Biol. Control*, 76, 19-27.

Bedoussac, L., Journet, E. P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E. S., Prieur, L., Justes, E., 2015, Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review, *Agron. Sustain. Dev.*, 35(3), 911-935.

Ben-issa, R., Gomez, L., Gautier, H., 2017, Companion plants for aphid pest management, *Insects*, 8(4), 112.

Chae, Y., Hong, I. K., Lee, S. M., Jung, Y. B., Han, K. S., Jang, Y. A., Youk, S. H., 2019, Effects of mixed cultivation of companion plant in urban garden on the pest development and growth of cabbages, *Hortic. Sci. Technol.*, 37(Suppl 1), 75-76.

Chang, C. L., Fu, X. P., Zhou, X. G., Guo, M. Y., Wu, F. Z., 2017, Effects of seven different companion plants on cucumber productivity, soil chemical characteristics and *Pseudomonas* community, *J.*

Integr. Agric., 16(10), 2206-2214.

Choi, K. E., Rhie, J. S., Jung, W. Y., 2009, A Study on dyeabilities of silk fabric using *Tagetes patula* L. extract, *J. Kor. Fashion Costume Des. Assoc.*, 11(3), 135-141.

Conboy, N. J., McDaniel, T., Ormerod, A., George, D., Gatehouse, A. M., Wharton, E., Donohoe, P., Curtis, R., Tosh, C. R., 2019, Companion planting with French marigolds protects tomato plants from glasshouse whiteflies through the emission of airborne limonene, *PLoS One*, 14(3), e0213071.

Eum, H. L., Kim, B. S., Yang, Y. J., Hong, S. J., 2013, Quality evaluation and optimization of storage temperature with eight cultivars of Kimchi cabbage produced in summer at highland areas, *Hortic. Sci. Technol.*, 31(2), 211-218.

Ha, Y. M., Kim, D. Y., Hwang, D. K., Min, K. S., 2014, Investigation on the growth of several medicinal plants in a rooftop vegetable garden, *J. Korean Env. Res. Tech.*, 17(3), 53-63.

Han, I. G., Ha, M. L., Lee, C. K., 2017, Study on the plants planted in rooftop and their damage by insect pests, *J. For Environ. Sci.*, 33(3), 243-255.

Hicks, L. C., Rahman, M. M., Carnol, M., Verheyen, K., Rousk, J., 2018, The legacy of mixed planting and precipitation reduction treatments on soil microbial activity, biomass and community composition in a young tree plantation, *Soil Biol. Biochem.*, 124, 224-235.

Ju, J. H., Park, S. Y., Song, H. Y., Yoon, Y. H., 2022, Changes in growth of microgreens and substrate nutrients by seed mixture rate in indoor agriculture, *J. Environ. Sci. Int.*, 31(7), 569-577.

- Ju, J. H., Song, H. Y., Oh, D. K., Park, S. Y., Yoon, Y. H., 2021, Effect of intercropping ratio on the cherry tomato with basil on the growth, physiological, and productivity parameters on the rooftop in urban agriculture, *J. Environ. Sci. Int.*, 30(9), 709-717.
- Kang, S. R., Cho, W. H., Na, M. H., Kim, S. Y., 2020, A Study on the cultivation strategy of Chinese cabbage using several pattern recognition methods, *Proceedings of the Korea Computer Congress*, 2020, 874-876.
- Kim, J. K., Choi, K. H., Seo, J. H., 2020, Planting density of accompanying plant for reduction of insect damage in cabbage culture of vegetable garden, *Hortic. Sci. Technol.*, 38(Suppl), 83-83.
- Kim, M. J., Shim, C. K., Kim, Y. K., Jee, H. J., Yun, J. C., Park, J. H., Han, E. J., Hong, S. J., 2013, Effect of Inter-and mixed cropping with attractant and repellent plants on occurrence of major insect pests in organic cultivation of Chinese cabbage, *Korean J. Organic Agric.*, 21(4), 685-699.
- Kong, M. J., Park, K. L., Son, J. K., Shin, J. H., 2012, Evaluation on actual condition and image analysis of roof garden in Seoul, Korea, *J. Korean Env. Res. Tech.*, 15(5), 69-83.
- Lee, J. J., Park, Y. J., 2020, Benefits of the addition of marigold (*Tagetes erecta* L.) powder on quality characteristics and antioxidant properties of rice cookies, *Korean J. Community Living Sci.*, 31(4), 585-599.
- Lee, S. G., Lee, H. J., Kim, S. K., Choi, C. S., Kim, J. S., 2016, Effects of drought treatment on the growth and heading of Kimchi cabbage, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 34(2), 66-66.
- Lopez, L., Liburd, O. E., 2022, Can the introduction of companion plants increase biological control services of key pests in organic squash?, *Entomol. Exp. Appl.*, 170(5), 402-418.
- Min, B. R., Kim, W., Lee, D. W., 2005, Effects of method, number of times for spraying and ventilation condition on the growth in greenhouse, *Proceedings of the Korean Society for Agricultural Machinery Conference*, 10(2), 227-232.
- National Institute of Horticultural and Herbal Science, 2020, Development of functional planting model and manual for diversification of vegetable garden, 1395061181.
- Tringovska, I., Yankova, V., Markova, D., Mihov, M., 2015, Effect of companion plants on tomato greenhouse production, *Sci. Hortic.*, 186, 31-37.
- Won, S. Y., 2013, Farming types and plant resources proper to vegetable gardening of rooftop for urban agriculture activists, *KSFAD*, 28, 181-201.
- Yang, C. Y., Kang, T. J., Jeon, H. Y., Kim, H. H., 2008, Types of pests and damage to plants of rooftop garden, *Proceedings of the Korean Society of Applied Entomology*, Cheongpung resort, Jecheon, 114-114.

-
- Doctoral Degree. Sun-Young Park
Department of Green Technology Convergence,
Graduate School of Konkuk University
wripark@naver.com
 - Master's Degree. Kyung-Min Min
Department of Green Technology Convergence,
Graduate School of Konkuk University
sirius0008@naver.com
 - Professor. Yong-Han Yoon
Department of Green Technology Convergence,
College of Science & Technology, Konkuk University
yonghan7204@kku.ac.kr
 - Professor. Jin-Hee Ju
Department of Green Technology Convergence,
College of Science & Technology, Konkuk University
jjhkcc@kku.ac.kr