

ORIGINAL ARTICLE

## 실내재배를 위한 적상추와 청상추의 차광에 따른 생육 반응

주진희 · 김태연<sup>1)</sup> · 윤용한\*

건국대학교 녹색기술융합학과, <sup>1)</sup>건국대학교 대학원 녹색기술융합학과

### Growth Responses of Red and Blue Lettuce (*Lactuca sativa* L.) under Different Levels of Shading for Indoor Cultivation

Jin-Hee Ju, Tae-Yeon Kim<sup>1)</sup>, Yong-Han Yoon\*

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

<sup>1)</sup>Department of Green Technology Convergence, Graduate School of Konkuk University, Chungju 27478, Korea

#### Abstract

Production of lettuce under indoor cultivation is highly affected by light intensity. In this study, we used shade cloth (commercial black net) to examine the effect of these condition on growth without an associated yield penalty of container-grown lettuce. Four levels of shading treatments (0%, 35%, 55%, and 75% referred to as Cont., S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub>, and S<sub>75</sub> with respect to Cont.) and two lettuce varieties (red and blue) were evaluated. Variety-specific growth responses were observed with respect to different levels of shading treatments. High growth of red lettuce was occurred in Cont. treatment despite plant height and leaf length being higher than Cont. However, under 35% shading treatment blue lettuce was higher than in control plants. The highest root length was observed 0% shading (Cont.) of both varieties. These results reinforce the idea that blue lettuce is the better leafy vegetable rather than red lettuce for indoor cultivation related to lower light intensity environment conditions.

**Key words** : Lettuce, Plant growth, Shading, Urban agriculture, Vegetables

#### 1. 서론

2020년부터 시작된 코로나 확산으로 인해 소규모 도시농업의 활성화, 비접촉 도시농업, 생활권 도시농업, 치유 도시농업이 진행되고 있다. 규모가 작은 도시농업의 활성화는 베란다, 옥상, 벽면, 상자 텃밭 등이 활용되고 있다(Oh and Choi, 2021). 그 중 아파트 베란다 공간을 활용한 실내재배는 텃밭 접근성과 시간 경제성이 높아 최근 그 이용이 증가하고 있다(Jang et

al., 2017). 그러나 실내재배 시 가장 큰 제한 요인은 광량으로(Jang et al., 2015), 일반적으로 햇빛이 잘 드는 남향 베란다의 경우에도 실외 조건의 50% 이하이며, 동향이나 서향 베란다의 경우 20~30% 내외로 식물재배에 제한이 된다(Jang et al., 2017). 이에 아파트 베란다와 같은 약광 환경에서 재배가 잘 안 되는 작물을 선택하여 실패 사례가 증가하는 실정이다(Moon et al., 2012). 따라서 광량이 제한되는 실내에서 재배하기에 적합한 작물을 연구하는 것이 필요하다고 본다.

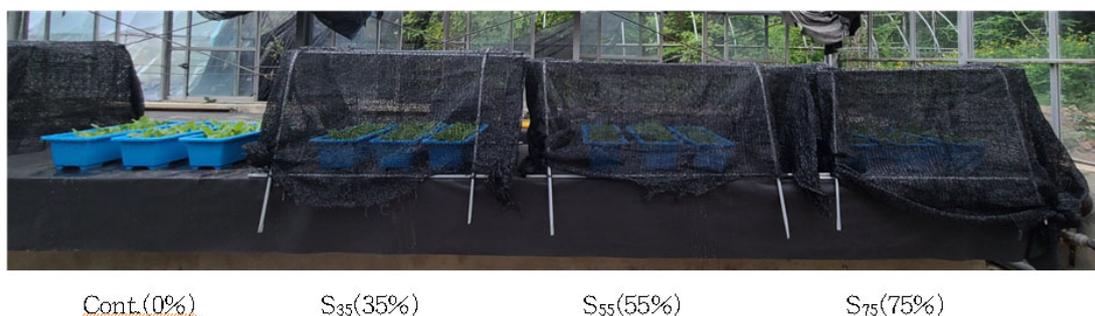
Received 4 March, 2022; Revised 13 April, 2022;

Accepted 25 April, 2022

\*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.



**Fig. 1.** Photo of the greenhouse experiment of different levels of shading treatments. Cont., Non-shading; S<sub>35</sub>, shading 35%; S<sub>55</sub>, shading 55%; S<sub>75</sub>, shading 75%.

광량이 제한되는 공간에서는 열매채소나 뿌리채소보다는 엽채소나 어린잎채소, 싹 채소의 재배가 가능하다. 친환경 농산물에 대한 선호도가 증가하면서 (Moon et al., 2010), 매년 소비가 증가되고 있는 대표적인 채소인 상추는 (Kwak, 2015) 텃밭에서 많이 재배되는 작물인데, 실내재배 시 지나치게 웃자라고 연약해지는 문제가 있다. 또한 Jang et al.(2017)은 베란다 창문방향에 따른 상추의 생육 차이가 있는 것으로 보고 하였으나, 품종에 따른 생육 반응과 관련된 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 차광처리에 따른 적상추와 청상추의 생육을 살펴봄으로써 실내재배의 적합성을 검증하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 연구재료

#### 2.1.1. 식물, 토양

본 연구에 사용된 토양은 펄라이트(New-pealshine, GFC, Korea), 원예용 상토(Hanpanseung, Samhwa Greentech Co., Korea)를 사용하였다. 식물재료는 매년 소비가 증가되고 있는 대표적인 야채이며(Kwak, 2015), 상대적으로 광요구도가 낮아 베란다에서 재배 가능성이 높은(Jang et al., 2017) 적상추와 청상추 모종을 2021년 4월 충주시에 위치한 농약사에서 구입하여 일주일간 온실에서 광 순화를 거친 뒤 정식하였다.

### 2.2. 연구방법

#### 2.2.1. 연구 대상지

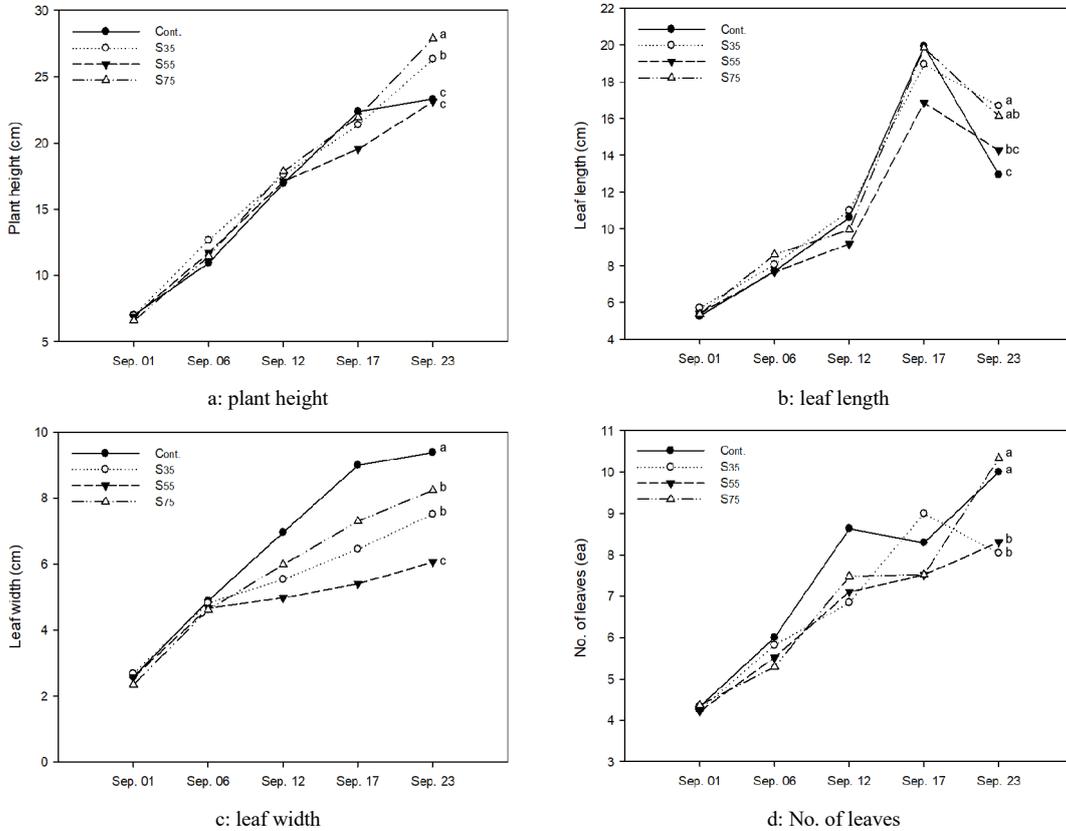
본 실험은 충청북도 충주시 단월동에 위치한 유리온실에서 실시하였으며, 정식 후 2021년 9월 1일부터 9월 23일까지 실험을 수행하였다.

#### 2.2.2. 실험구 조성

실험구는 가로 60 cm, 세로 20 cm, 높이 15 cm 텃밭상자 화분에 토양의 유실 방지를 위해 부직포(Non-woven fabric, CG, Korea)를 깔 뒤 펄라이트(New-pealshine, GFC, Korea) 1 cm와 원예용 상토(한판승, Samhwa, Korea) 8 cm를 그 위에 차례대로 포설하였다. 적상추와 청상추 각각 처리구별로 9본씩 3반복으로 27본 식재한 후, 차광막을 프레임 위로 씌워 무차광(0%)을 기준으로, 35, 55, 70%로 차광처리를 하였다(이하 Cont., S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub>, S<sub>75</sub>로 표기)(Fig. 1). 관수는 이틀에 한 번 실험구별로 두상관수하였다.

#### 2.2.3. 식물생육

적상추와 청상추의 생육은 5일 간격으로 측정을 하였으며, 생체중과 건물중은 실험종료 후 조사하였다. 생육은 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 근장, 생체중, 건물중 등을 조사하였다. 초장은 토양배지에서부터 식물체의 정단부까지, 엽장은 엽병이 끝나는 지점으로부터 잎의 반대편 끝까지의 길이를, 엽폭은 엽장과 직각을 이루는 폭의 길이 중 가장 긴 길이를 30 cm 스테인리스 자(SSRP-300, SB, Korea)를 사용하여 잴다. 엽수는 육안으로 확인하였으며, 근장은 실험 종료 후 식물체의 가장 긴 뿌리의 길이를 조사하였다. 생체중은 미세전자저울(FX-200i, AND, Korea)로, 건물중은 열풍순환건조기(C-DF, Changshin Sci. Co., Korea)에 70℃의 온도에서 72시간 건조시킨



**Fig. 2.** Change in aerial growth of red lettuce in response to different levels of shading treatments. Cont.; Non-shading, S<sub>35</sub>; shading 35%, S<sub>55</sub> shading 55%, S<sub>75</sub>, shading 75% with respect to Cont. Different lowercase letters represent significant ( $p < 0.05$ ), as determined by a DMRT.

후 미세전자저울(SF-400C, Electronic Compact Scale, China)을 이용했다.

#### 2.2.4. 통계분석

본 연구에서 측정된 데이터는 IBM SPSS Statistics 25(SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 Duncan 다중검정( $p < 0.05$ )으로 각 실험구 간 유의성을 검증하였다. 통계분석 실시 후에 SigmaPlot 12.3 (Systat, San Jose CA, USA)를 사용하여 그래프로 나타냈다.

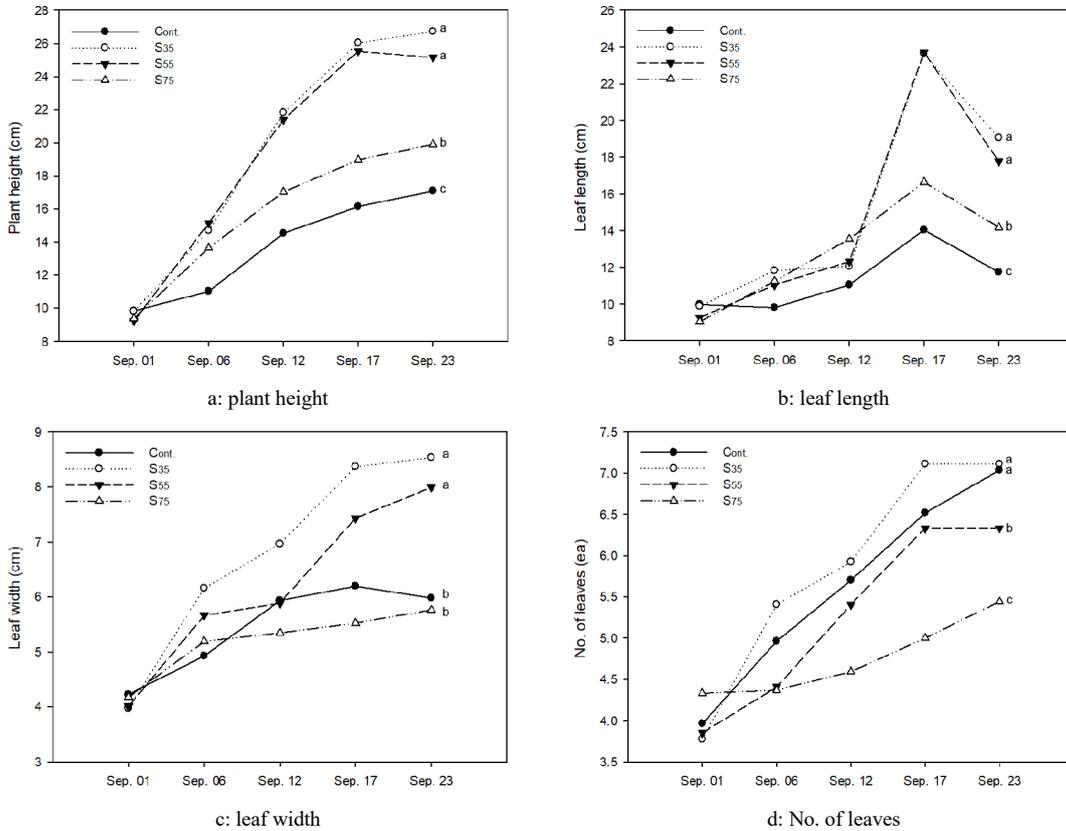
### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 지상부 생육

적상추의 초장은 S<sub>75</sub>, S<sub>35</sub> 처리구에서 각각 27.88,

26.33 cm로 높은 값을 보였으나 S<sub>55</sub>와 Cont. 처리구간 차이는 뚜렷하지 않았다. 엽장의 경우 S<sub>75</sub> 처리구에서 15.15 cm로 가장 길었고, S<sub>55</sub>, S<sub>35</sub>, Cont.(13.68, 15.81, 12.67 cm) 순으로 차광율이 높을수록 엽장이 길어지는 경향을 나타내었다. 엽폭은 Cont.(9.38 cm)에서 가장 넓었으며, S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub>, S<sub>75</sub> 처리구에서 각각 7.51, 6.06, 8.24 cm로 조사되었다. 한편, 엽수는 Cont., S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub>, S<sub>75</sub> 처리구에서 각각 10.3, 7.7, 8.1, 10.0개로 무 처리구인 Cont.에서 가장 높았으나, 차광처리에 따른 경향이 뚜렷하지 않았다. 전반적으로 적상추의 지상부 생육은 따라서 차광율이 높을수록 초장과 엽장은 길어지는 반면, 엽폭과 엽수는 줄어드는 경향을 보였다(Fig. 2).

청상추의 초장은 Cont. S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub>, S<sub>75</sub> 처리구에서 각각 17.10, 26.73, 25.16, 19.92 cm로, S<sub>35</sub> 처리구에서 가



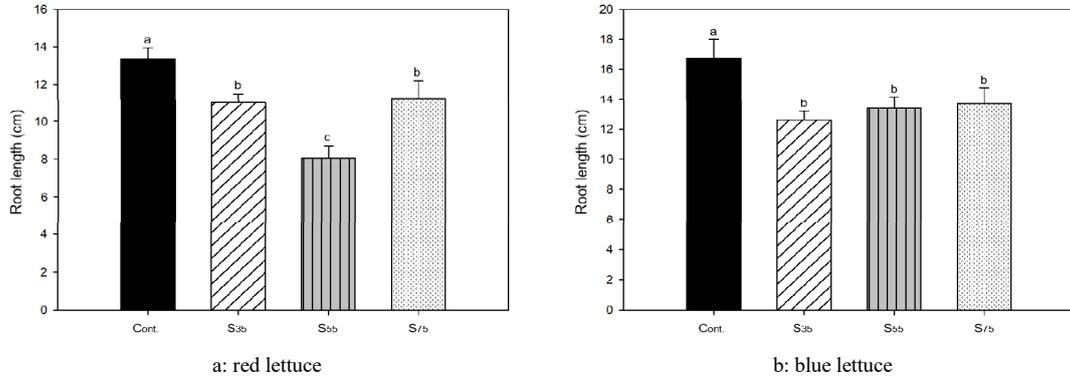
**Fig. 3.** Change in aerial growth of blue lettuce in response to different levels of shading treatments. Cont.; Non-shading, S<sub>35</sub>; shading 35%, S<sub>55</sub> shading 55%, S<sub>75</sub>, shading 75% with respect to Cont. Different lowercase letters represent significant ( $p < 0.05$ ), as determined by a DMRT.

장 길었으며, 무 처리구에서 가장 짧은 것으로 조사되었다. 엽장은 S<sub>35</sub>(19.06 cm), S<sub>55</sub>(17.78 cm), S<sub>75</sub>(14.18 cm), Cont. (11.74 cm) 순으로 짧아져 초장과 유사한 경향을 보였다. 엽폭의 경우 S<sub>35</sub>처리구에서 8.54 cm로 가장 넓었으며 S<sub>55</sub>, Cont., S<sub>75</sub> (7.87, 5.87, 5.67 cm) 순으로 좁아져 적상추와 차광에 따른 생육 차이를 보였다. 엽수 또한 S<sub>35</sub> (7.11개) 처리구에서 가장 높았으며, Cont. (7.04개) 처리구와 유사한 결과를 보인 반면, S<sub>55</sub>, S<sub>75</sub> (6.33, 5.65개) 처리구에서는 차광율이 높을수록 적상추와 같이 엽수가 줄어드는 경향을 보였다. 전반적으로 청상추의 초장, 엽장, 엽폭, 엽수는 S<sub>35</sub>처리구에서 가장 높은 것으로 조사되었다(Fig. 3). 이는 차광율이 높을수록 즉, 낮은 적/원적 비율(R/FR)에서 수광률을 높이기 위해 엽면적을 넓히기 위한 반응으로

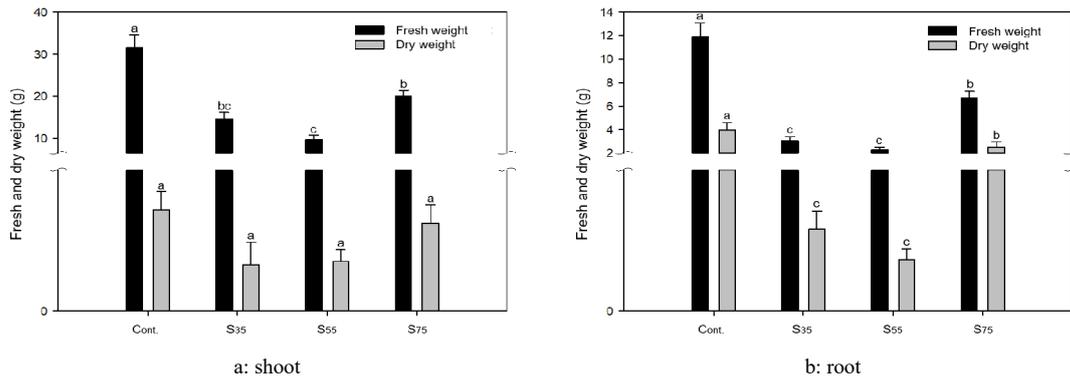
해석된다(Galieni et al., 2015). Moon et al.(2007)의 연구에서는 청상추가 차광율이 가장 낮은 50% 처리구에서 초장, 엽수, 엽장, 엽폭 등이 무 처리구인 대조구와 큰 차이가 없었던 점을 고려해 볼 때, 청상추가 적상추보다 실내재배에 좀 더 유리한 것으로 판단된다.

### 3.2. 지하부 생육

적상추의 근장은 Cont. 처리구에서 13.36 cm로 가장 길었으며, S<sub>75</sub>, S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub> (11.24, 11.00, 8.10 cm)처리구 순으로 차광율에 따른 경향은 보이지 않았다. 청상추 또한 Cont.에서 16.74 cm로 가장 긴 것으로 조사되었으나, 다른 처리구간 유의적 차이는 뚜렷하지 않았다(Fig. 4). 이는 지상부 생육과 매우 상반된 결과로, 차광율이 높을



**Fig. 4.** Root length of red (a) and blue lettuce (b) in response to different levels of shading treatments. Cont.; Non-shading, S<sub>35</sub>; shading 35%, S<sub>55</sub> shading 55%, S<sub>75</sub>, shading 75% with respect to Cont. Different lowercase letters represent significant ( $p < 0.05$ ), as determined by a DMRT. Bars represent standard errors ( $\pm$  SE),  $n = 9$ .



**Fig. 5.** Fresh and dry weight of shoot (a) and root (b) of red lettuce in response to different levels of treatments. Cont.; Non-shading, S<sub>35</sub>; shading 35%, S<sub>55</sub> shading 55%, S<sub>75</sub>, shading 75% with respect to Cont. Different lowercase letters represent significant ( $p < 0.05$ ), as determined by a DMRT. Bars represent standard errors ( $\pm$  SE),  $n = 9$ .

수록 지상부보다 지하부의 생육이 억제됨을 알 수 있다. 반면, 광도가 낮은 실내에서 식재지반의 깊이가 제한되더라도 재배가 가능함을 시사하고 있다.

### 3.3. 생체중과 건물중

적상추의 지상부 생체중은 Cont. 처리구에서 31.94 g으로 다른 처리구보다 높았으며 S<sub>75</sub>, S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub> (20.03, 14.67, 9.68 g) 처리구 순으로 무거웠다. 지상부의 건물중은 Cont.에서 2.87 g으로 가장 높았고, S<sub>75</sub>, S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub> (2.49, 2.25, 1.42 g) 처리구 순으로 무거웠지만 유의적 차이는 보이지 않았다. 지하부 생체중은 Cont.에서 11.9

g으로 가장 높았으며, S<sub>75</sub>, S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub> 처리구에서 각각 6.69, 3.06, 2.29 g 순으로 차광율에 따른 경향은 뚜렷하지 않았다. 지하부 건물중 또한 Cont.에서 3.96 g으로, 무 처리에서 높게 측정되었으며, S<sub>75</sub> (2.50 g) > S<sub>35</sub> (0.60 g) > S<sub>55</sub> (0.38 g) 처리구 순으로 지상부와 유사한 결과를 보여주었다(Fig. 5).

청상추 지상부 생체중은 S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub>, Cont., S<sub>75</sub> (23.86, 18.17, 11.7, 9.53 g) 처리구 순으로 차광율 35%에서 가장 높았다. 건물중은 지상부 생체중과 동일하게 S<sub>35</sub> 처리구에서 1.04 g으로 가장 무거운 것으로 조사되었으나

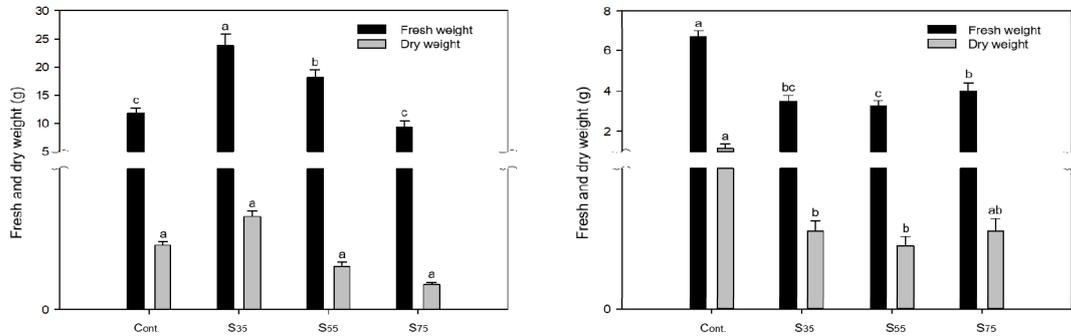


Fig. 6. Fresh and dry weight of shoot (a) and root (b) of blue lettuce in response to different levels of shading treatments. Cont.; Non-shading, S<sub>35</sub>; shading 35%, S<sub>55</sub> shading 55%, S<sub>75</sub>, shading 75% with respect to Cont.

Cont., S<sub>75</sub>, S<sub>55</sub> 처리구에서 각각 0.91, 0.80, 0.61 g으로 차광율에 따른 차이는 뚜렷하지 않았다. 지하부 생체중은 차광막을 설치하지 않은 Cont. 처리구에서 6.66 g으로 가장 높았으며, S<sub>75</sub>, S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub> 처리구에서 각각 4.31, 3.48, 3.56 g로 조사되었다. 지하부 건물중도 Cont.에서 1.14 g로 가장 무거웠고, S<sub>75</sub>, S<sub>35</sub>, S<sub>55</sub> 처리구에서 각각 0.75, 0.29, 0.24 g로 지상부와 거의 비슷한 경향을 보였다(Fig. 5). 차광처리에 따른 지상부의 생육은 품종과 관련성이 있는 반면 지하부는 품종에 관계없이 무 처리구에서 가장 높은 값을 보이고 있어, 광량에 따라 지상부와 지하부 간 현존량은 확연한 차이를 보이고 있음을 알 수 있다 (Galieni et al., 2015). 식용작물로서 중요한 지표라 할 수 생체중을 기준으로 볼 때(Moon et al., 2007), 적상추는 차광이 많이 될수록 현저하게 생체중이 감소되어 차광정도에 따라 좀 더 민감하게 반응하는 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

식물은 비생물학적 환경에 대해 형태학적 생육 변화로 반응한다. 본 연구에서는 실내에서 적상추와 청상추의 실내재배의 적합성을 살펴보기 위해 차광율에 따른 생육을 평가하였다. 적상추의 지상부 생육은 초장과 엽장을 제외하고 무 처리구에서 생육이 우수한 반면, 청상추는 무 처리구보다 S<sub>35</sub> 처리구에서 가장 생육이 양호한 것으로 나타났다. 한편, 지하부 생육이라 할 수 있는 근장

은 두 품종 모두 무 처리구인 Cont.에서 가장 높아, 차광율에 따라 지상부 및 지하부 생육이 품종에 따라 달라짐을 확인할 수 있었다. 이에 청상추는 차광률 35% 처리구에서 무 처리구와 비교해볼 때 우수한 생육을 보여 약광에서도 비교적 재배가 가능할 것으로 판단된다. 따라서, 청상추가 적상추보다 실내재배에 좀 더 적합한 것으로 분석된다. 향후 차광율에 따른 상추의 생리적 변화 및 체내성분 분석을 통해 좀 더 면밀한 모니터링이 필요하다고 본다.

#### 감사의 글

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

#### REFERENCES

- Galieni, A., Mattia, G. D., Gregorio, M. D., Speca, S., Mastrocola, D., Pisante, M., Stagnari, F., 2015, Effects of nutrient deficiency and abiotic environmental stresses on yield, phenolic compounds and antiradical activity in lettuce (*Lactuca sativa* L.), *Scientia Horticulturae*, 187, 93-101.
- Jang, Y. A., Jeong, S. J., Choi, J. J., Park, D. K., Shin, Y. K., Seo, M. H., 2015, Selection of lettuce cultivars suitable for indoor gardening, *Horticultural Science &*

- Technology, 33, 87.
- Jang, Y. A., Jung, S. J., Han, K. S., Park, D. G., 2017, Effect of light levels on fruit set of hot pepper and tomato, Horticultural Science & Technology, 35, 82.
- Jang, Y. A., Jeong, S. J., Han, K. S., Park, D. K., 2017, Environmental conditions and vegetable growth affected by the direction of apartment balcony, Horticultural Science & Technology, 35, 81.
- Kwak, S. J., 2015, Growth characteristics of lettuce based on light intensity and quality of LED in plant factory, Ph. T. Dissertation, Kongju National University, Korea.
- Moon, J. H., Lee, S. G., Jang, Y. A., Lee, W. M., Lee, J. W., Kim, S. Y., Park, H. J., 2007, Selection of vegetables and fertigation methods for veranda gardening, Journal of Bio-Environment Control, 16(4), 314-321.
- Moon, J. H., Lee, J. W., Jeong, S. J., 2010, The effect of shading on the growth of vegetables and baby vegetables, Horticultural Science & Technology, 28, 52.
- Moon, J. H., Lee, J. W., Jeong, S. J., Lee, S. M., 2012, The effect of shading rate and harvest times on the growth and yield of herbs, Horticultural Science & Technology, 30, 72-73.
- Oh, C. H., Choi, J. W., 2021, 10 Years of urban agricultural performance and challenges in Korea, Proceedings of the Korean Society of Environment and Ecology conference, 31(1), 17-18.
- 
- Professor. Jin-Hee Ju  
Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University  
jjhkcc@kku.ac.kr
  - Graduate student. Tae-Yeon Kim  
Department of Green Technology Convergence, Graduate School of Konkuk University  
kty7975@daum.net
  - Professor. Yong-Han Yoon  
Department of Green Technology Convergence, College of Science Technology, Konkuk University  
yonghan7204@kku.ac.kr