

## 다단식 벼육묘시설을 활용한 고온기 어린잎채소 재배 적정 위치 선발

김재경<sup>1</sup> · 김일섭<sup>1</sup> · 강호민<sup>1</sup> · 최기영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 원예학과, <sup>2</sup>강원대학교 시설농업학과

### Determination of Appropriate Location for Baby Leaf Vegetable in Multi Bench System of Rice Seedling Nursery Facility During High Temperature Periods

Jae Kyung Kim<sup>1</sup>, Il Seop Kim<sup>1</sup>, Ho Min Kang<sup>1</sup>, and Ki Young Choi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

<sup>2</sup>Department of Controlled Agriculture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

**Abstract.** This study aimed to investigate the suitable of layer on growth of six baby leaf vegetables using existing facilities and equipment in rice seedling nursery. Three kinds of *Lactuca*(lettuce 'Jinppallola' and 'Romain white', and indian lettuce), two of *Brassica*(tatsoi and red tatsoi) and amaranth were used as the materials. After sowing, the rice seedling tray was placed in multi bench system(L120×W60×H195cm, 10th floor), which were low(1st) layer above 15cm, middle(4th) layer above 115cm and high(7th) layer above 175cm apart from ground. Irrigation was sprayed 2~3 times a day using a automatic irrigation system. The growth characteristics and leaf color were investigated when leaf vegetables were reached the optimum size(within 10cm of plant height). During the culture periods(29th Jun.~31th Jul. 2017), daytime average temperature was 27.4~28.3°C regardless of layers but solar irradiance was higher in the high-layer than low and middle-layer of 37% and 22%, respectively. The leaf length, leaf width and number of leaves in middle and high-layer have a tendency to increase but, fresh weight was different according to the layer. When the correlation between accumulation radiation and growth was analyzed, all of growth factor of Amaranth showed a high correlation and other cultivars showed correlation with each growth factors. As a result, It is suitable that amaranth and red tatsoi for high-layer, Indian lettuce and tatsoi for middle and high-layer and 'Romain white' for middle-layer. The growth of red lettuce 'Jinppallola' was good at low layer, but leaf color expression was poor. So the high layer is suitable for 'Jinppallola'.

**Additional key words :** accumulated radiation, amranth, *Brassica* spp., *Lactuca* spp., leaf color, rice seedling tray

## 서 언

최근 국민 소득 증가와 가족 구성원 감소 등 사회 구조가 변함에 따라 소비자들의 선호도는 간편함, 소량화, 고급화, 다양화 등으로 변하고 있다. 그로 인하여 신선편이 농산물의 시장규모는 5,870~6,890억원으로 전체 농산물 시장의 3.3~3.9% 수준으로 추정되고 있다(Lee, 2013). 샐러드의 경우 최근 3년간 연평균 17.1% 성장률을 보이면서 지속적으로 증가하고 있으며(2016년 기준), 샐러드로 주로 이용되는 어린잎채소 수요 또한 증가하였다(aTFIS, 2016).

어린잎채소는 본 잎이 10cm 이내의 어리고, 부드러운

때 수확하며 비타민, 미네랄 등 유효 영양성분이 일반 채소보다 최고 4배가 높다고 알려져 있다(Lee 등, 2007). 어린잎채소는 맛과 색이 다른 여러 가지 채소를 혼합한 샐러드 모든 형태로 포장되어 소가족 또는 1인 중심 식품 단위인 30~50g 또는 100g 단위의 팩 형태로 유통되고 있으며, 로메인, 치커리, (적)다채, 경수채, 비트 등이 주요 품종으로 사용되고 있다.

어린잎채소 재배는 시설 내에서 토경 또는 수경 방식으로 생산되고 있으며, 연중 안전생산을 위해 온도(Kim 등, 2013), 광(Kim 등, 2017; Noh 등, 2013), 파종량과 양액 시비 횟수(Kim 등, 2011), 양액 조성(Kwack 등, 2015) 등의 연구가 보고되었으며, 환경요인 조절을 통해 기능성 성분 함량 증진(Lee 등, 2007) 등의 연구도 이루어졌다.

한편 정부에서는 벼 육묘비용 절감과 농촌 노동력 부족 및 농업인구의 고령화에 따라 벼 공동 육묘장 확대 보급 사업을 추진하였으며, 2023년까지 벼육묘 공급량의

\*Corresponding author: choiky@kangwon.ac.kr

Received March 20, 2019; Revised May 15, 2019;

Accepted May 31, 2019

60%까지 확대하겠다는 목표를 수립, 진행 중에 있다 (NICS, 2015). 정부 보조사업으로 시설이 구비된 벼 자동화 육묘장에는 발아실과 육묘실 등의 시설과 복토기, 다단재배상, 자동관수시스템, 차광 스크린 등 장치가 갖춰져 있다. 그러나 벼 자동화 육묘장은 벼의 육묘 특성상 봄철 1~2개월만 사용되며, 나머지 기간에는 충분히 활용하지 못하고 있다.

또한 우리나라 여름철 고온기는 장마로 인한 잦은 강우, 다습 및 무더위로 생육 적온이 15~20°C인 상추, 엔다이브 등의 엽채류 재배환경으로는 부적합하여(RDA, 2018) 이 시기 엽채류 수급에 어려움이 많아 소비자의 요구를 충족시키지 못하고 있다. 따라서 재배 기간이 짧은 어린잎채소 특성을 반영하여 고온기 벼 육묘시설을 활용한 신선 엽채류 생산 가능성과 육묘 재배상 층위별 적정 위치를 선발하고자 본 실험을 수행하였다.

### 재료 및 방법

공시작물은 적상추 ‘진빨롤라’(*Lactuca sativa* L. ‘Jinpallolla’), 로메인상추 ‘로메인화이트’(*L. sativa* L. ‘Romain white’), 왕고들빼기 ‘선향’(*L. indica* O. Kuntze ‘Seonhyang’) 등 국화과 3종과 다채(*Brassica campestris* L., Tatsoi), 적다채(*B. rapa* L., Red tatsoi) 등 배추과 2종, 아마란스(*Amaranthus magostamus*) 등 총 6품종을 사용하였다. 실험기간은 2017년 6월 29일에 파종하여 7월 31일까지 31일간이며, 장소는 강원도 춘천시 신북읍에 위치한 벼 자동화 육묘장에서 실험하였다.

파종은 벼육묘 파종기(HS-5MI, Hankuk Magneto Co., Ltd., Korea)를 사용하여 벼 육묘판(L60×W30×H2cm)에 상토(Chesobop, Chamgrow Inc., Korea)를 복토한 후, 산과(300립/tray)하여 발아실(27°C, RH 85%)에서 2일간 발아시켰다. 발아가 완료된 벼육묘판은 육묘실로 옮겨 벼육묘 다단 재배상(L120×W60×H195cm, 10층)을 저층(지면으로부터 15cm, 1층), 중간층(지면 115cm, 4층), 고

층(지면 175cm, 7층)으로 구분하여 배치하였다(Fig. 1). 고온기 재배 환경을 고려하여 재배상 가장 위인 10층(지면에서 195cm)에는 빈 육묘판을 올려 60% 차광 효과와 주간 온도 3°C가량 줄였다(자료 미제시). 재배 기간 중 일사량이 강한 11~15시에는 차광스크린을 사용하였으며, 관수는 벼 육묘 스프레이 자동관수시스템을(200ml·nozel<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) 사용하여 하루 2~3회 공급하였다.

재배 기간 중 재배상의 위치별 광량과 온도 측정은 Watchdog data logger 1000(Model 1650, Spectrum Technologies, Inc., Aurora, USA)와 Quantum light sensor(Item 3668I6, Spectrum Technologies, Inc., Aurora, USA)을 각 층에 설치한 후 15분 간격으로 측정 후 생육환경 자료로 활용하였다.

생육 분석 시기는 어린잎채소 초장 10cm 내외에 도달하는 시점으로 정하여 다채는 파종 후 25일, 나머지 5품종은 파종 31일째에 수확하여 조사하였다. 생육 측정 항목은 엽장, 엽폭, 엽수 및 생체중 등을 농진청 생육조사 기준에 따라 조사하였다(RDA, 2012). 또한, 층위 간 누적 광량과 생육 간의 유의성을 검정하고자 상관 분석하였고, 생육항목 간 층위별 비교를 위해 중간층의 어린잎채소 생육(1.0 기준) 대비 상대적 비로 저층과 고층을 비교하였다.

적색 품종 중 상추 ‘진빨롤라’의 층위 간 엽색은 색차계(TE5-135A, TES, Taipei, Taiwan)를 사용하여 Hunter L\*, a\*, b\* 값을 측정하였다. L\*은 명도를 나타내고 a\*와 b\*는 색도 좌표로 a는 적색 방향, -a는 녹색 방향, b는 노란색, -b는 청색을 나타낸다.

시험구 배치는 완전임의배치법으로 4반복 하였으며, 생육결과는 pot 당 7개체를 임의 추출하여 평균화하였다. 통계분석은 통계분석용 프로그램인 SAS package (statistical analysis system, 9.4, SAS Institute Inc.)를 이용하여 ANOVA(analysis of variance) 및 Duncan’s multiple range test(DMRT)를 실시하여 5% 유의수준에서 각 처리 간 유의성 검정하였다.

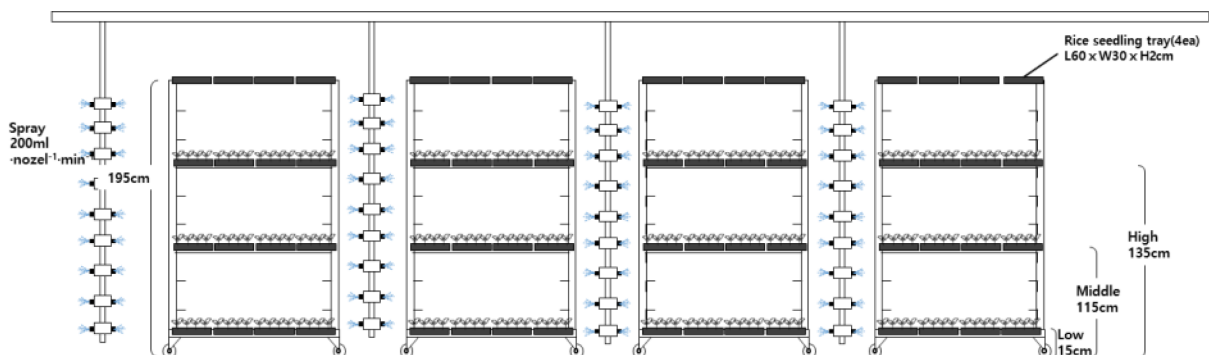


Fig. 1. Schematic image of multilayer bench system for growing baby leaf vegetables in a rice seedling nursery.

**Table 1.** Daily average of temperature and photosynthetic photon flux density(PPFD) from seedling to harvest.

Location <sup>z</sup> (layer)	Temperature(°C)			PPFD( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )		
	Ave.	Day	Night	Ave.	Max	Min.
Low	27.4	29.3(25.7~33.4)	25.0(23.0~27.5)	44.5	119.8	4.5
Middle	27.5	29.8(25.6~34.7)	24.8(23.4~27.3)	56.4	116.6	7.9
High	28.1	30.8(26.0~35.0)	25.0(23.6~27.6)	70.3	140.6	10.9

<sup>z</sup>Means over 15cm(low), 115cm(Middle) and 135cm(High) from the ground, respectively.

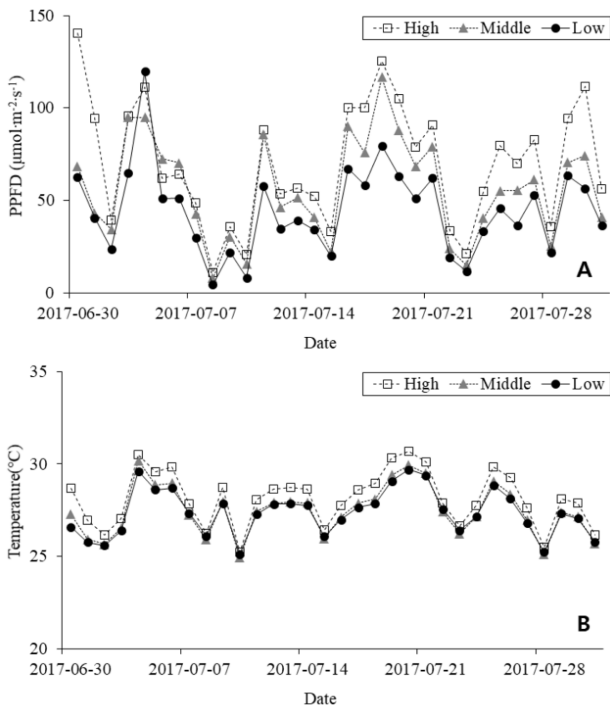
\*Measurement period: from 30th June to 31st July.

**결과 및 고찰**

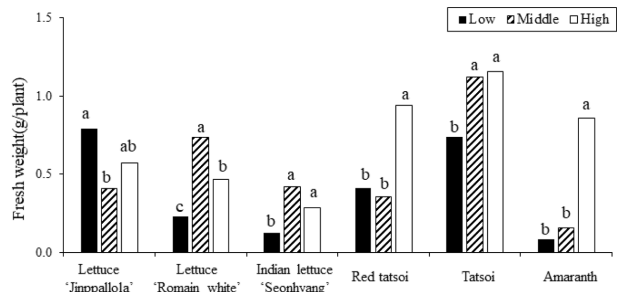
본 실험에 공시된 작물의 적정 재배 환경으로 아미란스는 적정 온도 31.5°C, 광 포화점 1,900 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이며(Dronzdov 등, 2012), 국화과와 배추과 품종에 해당하는 작물은 적정 온도 15~20°C, 광포화점 463~741 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이다(Lee, 2014). 재배 기간 중 환경을 측정된 결과 하루 평균 온도는 27.4~28.1°C, 주간 온도 29.3~30.8°C, 야간 온도 24.8~25.0°C로 층위 간 차이가 적었다(Table 1, Fig. 2). 그러나 일사량은 층위 간 차이를 나타내어 하루 평균 일사량이 고층은 70.3 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 저층과 중간층에 비해 각각 약 37%, 20% 높았고, 하루 최대

일사량도 차이를 나타냈다. 이는 아미란스를 제외한 공시작물에서의 적정 온도보다 높았고, 광도는 낮았다. 특히 고온기의 온도 상승을 막고자 벼육묘 재배상 10층에 벼육묘판을 설치하고, 11~15시까지 차광 스크린을 사용함에 따라 비교적 낮은 광도가 측정된 것으로 보인다. 그러나 어린잎채소는 성엽이 아닌 짧은 기간 동안 재배, 수확하는 특성을 고려할 때 낮은 광도 환경에서도 생육이 가능하리라 판단하였다.

어린잎 초장이 10cm 내외에 도달하였을 때 까지 소요 일수는 다채가 25일이, 나머지 품종은 31일이 소요되었으며 이들의 엽장, 엽폭, 엽수 및 생체중을 측정된 결과는 Table 2, Fig. 3과 같다. 적상추 ‘진빨롤라’의 엽장은 저층에서 8.4cm로 가장 길었으며, 중간층(7.7cm)과 고층(7.4cm) 순으로 짧았다. 엽폭은 층위 간 차이는 없었으나, 엽수는 고층에서 6.0장으로 다른 두 처리보다 0.6장 많았고, 생체중은 저층에서 가장 높았다. ‘로메인화이트’의 엽장, 엽폭, 엽수 및 생체중 등 생육 항목은 중간층에서 가장 좋았다. 연구에 따르면 ‘Green Mignotte’ 상추를 봄, 가을 재배시 일사량을 47% 차광하였을 때 수량이 27% 증가하였으나, 63, 73% 차광하였을 때는 수량과 엽수가 감소하는 등 품질이 떨어진다고 보고하였다(Wolff와 Robert, 1990). 같은 상추 품종이라도 ‘진빨롤라’는 저



**Fig. 2.** Changes of daily average of photosynthesis photon flux density(PPFD, A) and temperature(B) of culture location in multi layer system. Symbol ●, ▲ and □ mean 15cm(Low), 115cm(Middle) and 135cm(High) height from the ground. Measured period: 30th June ~ 31st July, 2016.



**Fig. 3.** Fresh weight of six varieties of baby leaf vegetable grown on the different locations of the multi-layer banch system in a rice seedling nursery. Tatsoi was harvested at 25 days and the others was harvested at 31 days after sowing. Means with different letters in each column are significantly different by DMRT at  $p < 0.05$ .

**Table 2.** Length and width of leaf and leaf numbers of six varieties of baby leaf vegetable grown on the different locations of the multi-layer bench system in a rice seedling nursery.

Cultivar <sup>z</sup>	Location <sup>y</sup> (Layer)	Leaf		
		Length(cm)	width(cm)	Number(ea)
Lettuce 'Jinppallolla'	Low	8.4 <sup>a</sup> <sup>w</sup>	3.4a	5.4b
	Middle	7.7b	3.4a	5.4b
	High	7.2b	3.9a	6.0a
Lettuce 'Romain white'	Low	7.8b	1.4c	5.0b
	Middle	9.9a	2.3a	6.4a
	High	8.2b	1.7b	6.3a
Indian lettuce 'Seonhyang'	Low	2.5c	1.5b	4.3b
	Middle	4.8a	1.8a	4.9a
	High	4.2b	1.9a	4.9a
Red tatsoi	Low	3.1b	1.9b	6.4a
	Middle	2.8b	1.9b	6.0a
	High	4.1a	3.1a	6.4a
Tatsoi	Low	3.0b	2.2b	6.1a
	Middle	3.8a	2.8a	7.3a
	High	3.7a	2.6ab	6.3a
Amaranth	Low	1.8c	1.1c	3.9c
	Middle	2.3b	1.5b	4.4b
	High	4.4a	3.3a	6.3a

<sup>z</sup>Tatsoi harvested at 25th days, and the others harvested at 31st days after sowing.

<sup>y</sup>See the table 1.

<sup>x</sup>Means for 7 replications.

<sup>w</sup>Means with different letters in each columns are significantly different by DMRT at P<0.05.

층에서, '로메인화이트'는 중간층에서 생육이 높아 층위에 따른 생육은 달랐지만 차광하였을 때 생육이 좋고, 저층에서 엽수가 감소하다는 유사한 결과를 얻었다.

왕고들빼기 '선향'은 중간층에서 엽장이 4.8cm로 가장 길었으며, 엽폭과 엽수는 중간층, 고층에서 각 1.8~1.9cm, 4.9장으로 값이 컸다. 생체중은 중, 고층에서 가장 무거웠으며, 저층에서 엽장, 엽폭, 엽수 및 생체중이 낮아 중, 고층이 적합한 환경 조건이라 판단된다. Chon(2010)은 고들빼기 재배에서 차광비율이 높을수록 초장, 엽장, 엽면적 등의 생육 저하 된다고 보고한 바 있다.

적다채는 고층에서 엽장, 엽폭, 생체중이 높았고, 다채는 중·고층에서 생육이 높아 품종에 따른 층위별 광도가 생육량에 차이를 주었다. Cho(2017)은 다채를 무차광 재배하였을 때, 잎의 위축, 황화 등 일소 현상이 나타나므로 50% 차광처리에서 생육이 가장 우수하다고 보고하였다. 본 실험에서는 중, 고층에서 자란 적다채, 다채의 생육량이 좋았으며, 이들 처리구의 광도가 50% 차광 광도와 유사한 환경이어서 같은 결과를 얻은 것으로 본다.

아마란스는 고층에서 재배하였을 때, 모든 측정요소가 높았으며, 중간층, 저층 순으로 생육이 낮았으며, Laila 등(2008)은 높은 광량에서(1,235 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) 초장, 생체중 등 모든 생육이 좋았다는 결과와 같이 본 실험에서 벼 육묘시설을 활용한 아마란스의 생육은 광도가 높은 고층에서 생육이 좋았다.

Table 3은 적상추 '진빨롤라'의 층위에 따른 적색 발현 결과를 나타낸 것으로, 명도를 나타내는 L\*은 고층에서 35.5로 가장 낮았으며, 적색도 a\*는 고층에서 -1.3으로 가장 높고 중층, 저층 순으로 값이 낮았다. 노란색 b\*는 저층에서 가장 높아 층위에 따른 광도가 색도 발현에 영향을 주었다. Cho 등(2011)과 Voipio 등(1995)은 적상추 재배 시 광도가 높은 곳에서 안토시아닌 함량이 높았다고 보고한 바 있으며, 본 연구에서도 광도가 높은 고층에서 적색도가 가장 높아 적색 발현에 영향을 준 안토시아닌 발현도 층위에 따라 차이가 있으리라 본다(자료 미제시). 한편 본 실험에서 적색이 발현되는 적다채, 아마란스는 층위 간 색상 발현에 가시적인 차이가 발생하지 않았다(자료 미제시).

이처럼 10층 재배상은 층위에 따른 평균온도는 차이가 없었으나 광량 간에는 차이를 보여 누적 광량에 따른 어린잎채소 생육의 상관성을 분석한 결과(Table 4) 공시작물 생육요소에 따른 누적 광량과 상관성을 나타냈으며, 특히 아마란스는 누적 광량에 따라 모든 생육요소가 높은 상관관을 보였다. 이는 광도가 높을수록 생육이 증가한다는(Laila 등, 2008) 결과를 확인시켰고 본 실험에서 측정된 광도는 아마란스 광포화점 이하이나 고온기 엽채소 생육이 어려운 환경에서 적색이 발현되는 아마란스는 생육이 좋아 활용성이 높을 것으로 생각된다. ‘진빨롤라’와 ‘로메인화이트’ 등 상추는 엽장보다 엽폭이 누적 광량과 높은 상관성을 나타냈으며, 상추 엽폭의 증가는 광에너지와 정상관을 나타낸다는 결과와 일치하였다(Bensink, 1971). 왕고들빼기 ‘선향’은 엽장, 엽폭, 생체중에서 누적 광량에 따른 높은 상관성을 나타냈다. 적다채는 엽수에서 누적 광량과 유의성을 나타냈으며, 다채는 엽장과 생체중에서 높은 정상관을 나타냈다.

고온기 어린잎채소 재배를 위한 다단식 벼육묘시설에서 적정 위치를 결정하기 위해 중간층 생육을 1.0으로 기준하여 상대적 생육을 비교한 결과(Fig. 4), 아마란스와 적다채는 고층에서 생육이 가장 좋았으며, 왕고들빼기와 다채는 중간층과 고층에서 재배가 적합하였고, ‘로

메인화이트’는 중간층, ‘진빨롤라’는 저층에서 적합하였다. 그러나 저층에서 생육이 높았던 ‘진빨롤라’ 적색도 발현은 층위에 영향을 받으므로, 고온기 적색 어린잎채소 재배를 위한 적정 층위로는 중, 고층이 적합하리라 본다. 한편 짧은 기간 내 재배, 유통되는 어린잎채소는 상품 특성상 재배 중 식물 보호제의 사용이 불가한데

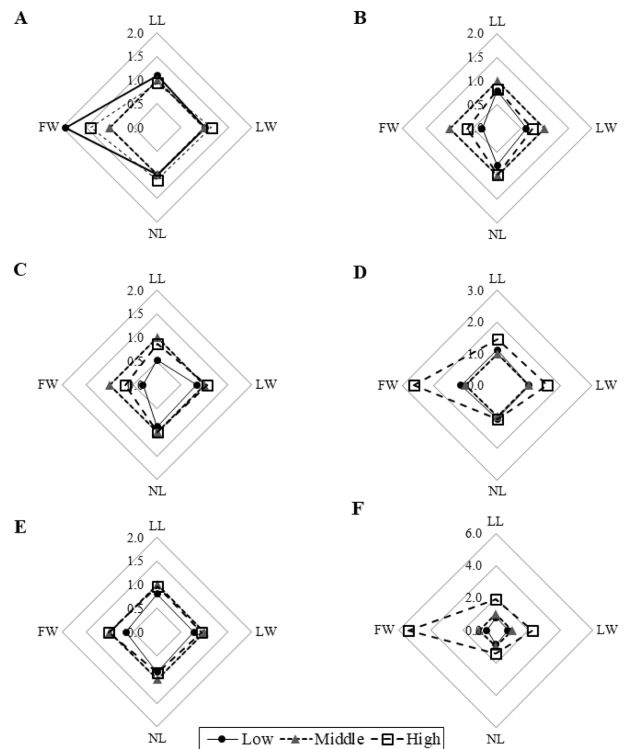
**Table 3.** Hunter values of lettuce ‘Jinppallolla’ grown on the different locations of the multilayer bench system for 31 days after sowing in a rice seedling nursery.

Location <sup>2</sup> (layer)	Hunter value		
	L	a	b
Low	44.1 <sup>3</sup> a <sup>x</sup>	-12.2b	24.8a
Middle	40.9a	-7.8b	18.5b
High	35.5b	-1.3a	11.8c

<sup>2</sup>See the table 1.

<sup>3</sup>Means for 7 replications.

<sup>x</sup>Means with different letters in each columns are significantly different by DMRT at P<0.05.



**Fig. 4.** Growth characteristics of six varieties of baby leaf vegetables(A, Lettuce ‘Jinppallolla’; B, Lettuce ‘Romain white’; C, Indian lettuce ‘Seonhyang’; D, Red tatsoi; E, Tatsoi; F, Amaranth) grown on the different location of the multilayer bench system in rice seedling nursery. Growth characteristic of middle layer is based on 1.0 value. LL, LW, NL and FW mean leaf length, leaf width, number of leaf and fresh weight, respectively.

**Table 4.** Correlation coefficient by correlation analysis between solar accumulation and growth characteristics, leaf length, leaf width, leaves number and fresh weight, of six varieties of baby leaf vegetable.

Cultivar	Leaf			Fresh weight
	Length	width	Number	
Lettuce ‘Jinppallolla’	0.203	0.824**	0.665	0.231
Lettuce ‘Romain white’	0.310	0.606	0.719*	0.555
Indian lettuce ‘Seonhyang’	0.788*	0.808*	0.423	0.828*
Red tatsoi	0.591	0.434	0.688*	0.422
Tatsoi	0.789*	0.577	0.355	0.768*
Amaranth	0.915***	0.927***	0.862**	0.814*

\*, \*\*, \*\*\* Mean of significant at p=0.05, 0.01 and 0.001, respectively.

재배 도중 다채, 적다채는 저층에서 해충 피해가 발생되어 엽수가 감소한 것이 관찰되어 생육 저해 인자로 작용하므로, 고온기 이들 작물 재배에서는 유의해야 할 것으로 생각된다.

이상의 결과, 고온기 벼육묘시설을 활용한 다단 어린잎채소 재배 가능성을 확인할 수 있었으며, 저층 활용을 위해서는 생육 초기 또는 보광 등의 시설이 보완되어야 할 것으로 생각된다.

## 초 록

본 실험은 벼 육묘장에 설치된 시설과 장비를 이용하여 어린잎채소 재배 가능성을 검토하면서 층위에 따른 적합한 품종을 선발하기 위해 수행하였다. 공시 작물은 국화과 3종(‘진빨롤라’, ‘로메인화이트’, 왕고들빼기), 배추과 2종(다채, 적다채) 및 아마란스이며, 고온기에 벼육묘판(L60×W30×H2cm)에서 재배하였다. 파종된 벼육묘판은 벼 다단재배상(L120×W60×H195cm, 10층)의 저층(지면으로부터 15cm, 1층), 중간층(지면 115cm, 4층), 고층(지면 175cm, 7층)에 임의 배치하였다. 관수는 자동관수시스템을 이용하여 하루 2~3회 스프레이 관수하였고, 생육조사는 어린잎채소 적정 크기에(초장 10cm 이내) 도달하는 시점에 수확하여 생육과 색도를 조사하였다. 재배 기간 동안(2016년 6월 30일~7월 31일) 주간 온도는 27.4~28.1°C로 층위 간 차이가 없었으나, 고층 일사량은 저층, 중간층보다 약 37%, 22% 높았다. 공시작물의 엽장, 엽폭, 엽수는 중, 고층에서 높은 경향을 보였으나 품종별 생체중은 층위에 따라 차이를 보였다. 누적 광량에 따른 생육 상관성을 분석한 결과 아마란스는 모든 생육 요소가 누적 광량과 높은 상관성을 보인 반면, 나머지 품종들은 생육 요소에 따라 차이를 보였다. 엽생육, 생체중 및 엽색도를 분석한 결과 벼 다단 재배상의 층위에 따른 어린잎채소의 적정 층위로 고층에서는 아마란스와 적다채, 왕고들빼기와 다채는 중간층과 고층에서, ‘로메인화이트’는 중간층 재배가 적합하였다. ‘진빨롤라’는 저층에서 엽장과 생체중이 가장 좋았으나, 적색 발현이 낮아 고층 재배가 적합하였다.

**추가 주제어:** 누적 광량, 벼육묘판, 아마란스, 엽색, *Brassica* spp, *Lactuca* spp.

## 사 사

본 연구는 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업(114072-03, 117038-03) 지원으로 수행되었습니다.

## Literature Cited

- aTFIS. 2016. <http://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=2398>
- Bensink J. 1971. On morphogenesis of lettuce leaves in relation to light and temperature. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen. p. 23-28.
- Cho H.J. 2017. Effects of shading, light quality, fertilizer concentration on growth and quality of 'tah tashi'(Brassica campestris L.). MS thesis. Univ. of Seoul. p. 20-28.
- Chon S.U. 2010. Shading effect on plant growth and physiological activity of *Youngia sonchifolia* grown in plastic house. Kor. J. Weed Sci. 30(3):215-224. (in Korean)
- Cho Y.Y., M.Y. Kang and M.K. Cha. 2011. Effect of light intensity on growth of lettuce in plant factory. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 29(1):84. (in Korean)
- Drozdov S.N., E.S. Kholoptseva and V.V. Kolomeichenko. 2014. Light and temperature parameters to optimize photosynthesis in two *Amaranthus* L. species. Bio. Agricultural. 5:96-101.
- Kim S.Y., J.G. Lee, J.G. Kim, J.W. Choi, W.B. Kim and S.R. Cheong. 2011. Adequate seed quantity and number of supplementary fertilizing for seedling tray cultivation in baby leaf vegetables. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 29(1):64. (in Korean)
- Kim J.K., H.M. Kang, I.S. Kim, E.Y. Choi and K.Y. Choi. 2017. Effects of harvest time on growth and phytochemical contents of baby leaf vegetables in multi-layer system. Protected Hort. Plant Fac. 26(3):194-200. (in Korean)
- Kim W.B., H.J. Jo, J.W. Choi, J.G. Kim, M.H. Park and S.Y. Kim. 2013. Growth yield of baby vegetables according to night temperatures shading degrees. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 31(2):52. (in Korean)
- Kwack Y.R.N., D.S. Kim and C.W. Chun. 2015. Growth and quality of baby leaf vegetables hydroponically grown in plant factory as affected by composition of nutrient solution. Protected Hort. Plant Fac. 24(4):271-274.
- Laila K., Md.B. Ali and S. Oba. 2008. Total polyphenol and antioxidant activity of red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.) as affected by different sunlight level. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 77(4):395-401.
- Lee C.H. 2013. Study of the stabilization of baby leaf supply and demand in fresh-cut industry for market extension and export. Food Sci. Industry. 46(4):12-18 (in Korean)
- Lee J.M. 2014. Vegetable sciences general. Hyangmunsa, p. 109-113.
- Lee S.U., M.W. Seo, S.Y. Sim and S.J. Kim. 2007. Functionality improvement of baby leafy vegetables with complex environmental control. J. Kor. Hort. Sci. Technol. 25(2):60-60. (in Korean)
- National Institute of Crop Science (NICS). 2015. Studies on rice nursery facility improvements and problem solving. p. 11-13.

- Noh H.S., J.W. Kim, S.W. Kim and I.J. Kim. 2013. Proper depth of medium, temperature, light intensity for box-culture in garden cress (*Lepidium sativum* L.) to be used by baby vegetable. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31(2):55-56. (in Korean)
- Rural Development Administration (RDA). 2012. Analysis standard for research in agricultural science and technology. p 503.
- Rural Development Administration(RDA). 2018. Standard farming Manual-Lettuce. p. 30-33.
- Voipio I. and J. Autio. 1994. Responses of red-leaved lettuce to light intensity, UV-A radiation and root zone temperature. Greenhouse Environ. Cont. Automation. 399, 183-190.
- Wolff X.Y. and R.R. Coltman. 1990. Productivity under shade in Hawaii of five crops grown as vegetables in the tropics. J. Amer. Soc. for Hort. Sci. 115(1):175-181.