

## 광 조건에 따른 동부나물 생육특성 및 영양성분 변화

김동관\*<sup>†</sup> · 김영민\*\* · 천상욱\*\*\* · 이경동\*\*\*\* · 임요섭\*\*\*\*\*

\*전라남도농업기술원, \*\*(농)동의나라, \*\*(주)이파리넷, \*\*\*\*동신대학교, \*\*\*\*\*순천대학교

### Growth Characteristics and Nutrient Content of Cowpea Sprouts Based on Light Conditions

Dong-Kwan Kim\*<sup>†</sup>, Young-Min Kim\*\*, Sang-Uk Chon\*\*\*, Kyung-Dong Lee\*\*\*\*, and Yo-Sup Rim\*\*\*\*\*

*\*Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 58213, Korea*

*\*\*DongUinara Co. Ltd., Naju 58205, Korea*

*\*\*\*Future Agro-Food Research Institute, EFARINET Co. Ltd., Gwangju 61071, Korea*

*\*\*\*\*Department of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju 58245, Korea*

*\*\*\*\*\*Collage of Bio Industry Science, Suncheon National Univ., Suncheon 57922, Korea*

**ABSTRACT** We examined the effects of light colors (wavelength) and light quantities on the yield ratio and quality of cultivated cowpea sprouts. All light colors resulted in a lower cowpea sprout yield ratio compared to the untreated condition (darkness), but were similar in hard seed ratio. All light colors promoted the growth of the epicotyl and root when compared to the untreated condition, but limited the growth of the hypocotyl. White light (458 nm) significantly improved grade by increasing the lightness of the cotyledon and the hypocotyl and the yellowness of the hypocotyl. The Fe content of cowpea sprouts was higher in those grown under red light (632 nm), and the total amino acid content was higher for those grown under yellow light (560 nm), white light (458 nm), and blue light (460 nm) compared to plants grown in the untreated condition (darkness). The yield ratio of cowpea sprouts was lower in the yellow light condition (560 nm) at lower light quantity, but no differences were observed at other light colors and quantities. The lightness and yellowness of cowpea sprouts was higher in the yellow light (560 nm) and red light (632 nm) at lower light quantity, redness was lower. No significant differences were observed in the content of normal and inorganic components according to the light quantities of each light color, except that Fe content was higher in sprouts grown under red light (632 nm) as light quantity increased. Total amino acid content was slightly higher in sprouts grown under white light (458 nm) and blue light (460 nm) as light quantity increased.

**Keywords** : cowpea, sprout, light color, light quantity

**동부**는 종실 100 g 당 칼륨 1,573 mg, 인 381 mg, 칼슘 121 mg, 비타민 B1 0.68 mg, 비타민 B2 0.15 mg이 함유되어 (RDA, 2011) 영양적 가치가 우수하다. 또한 전분 특성과 식감이 좋아 일반적으로 떡고물, 송편의 소, 혼반 등에 이용되고 있다. 반면에 동부나물은 배추와 자엽의 부드러움 정도가 콩나물과 녹두나물의 중간으로 여러 연령대에서 선호도가 높을 것으로 기대되나 생산과 이용에 관한 사례와 기록이 매우 적은 실정이었다. 다행히 최근에 동부나물 생산과정에서 원료곡(동부)의 침중, 포화, 노화 등의 전처리 조건(Kim *et al.*, 2013), 재배온도와 유전자원에 따른 동부나물의 성장반응과 영양성분 변화(Kim *et al.*, 2014) 및 동부 발아 기간에 페놀화합물과 생리활성의 변이(Chon, 2013) 등 동부나물 생산과 기능성에 대한 연구가 일부 진행되고 있다. 일반적으로 식물의 종자는 비소화성 성분을 함유하고 있어 종실을 그대로 이용하는 것보다 발아시켜 기르면 유용성분과 소화력이 증가되고 (Troyer, 1964; Watanabe, 2007), 원료곡의 발아과정에서 trypsin inhibitor의 활성을 저해하고 phytic acid를 감소시켜 무기물의 이용성이 증대된다고 알려져 있다(Kim *et al.*, 1984; Suaaex *et al.*, 1975). 광질은 식물의 성장, 색소형성 등의 에너지원일 뿐만 아니라 조절인자로 작용하므로(Fankhauser & Chory, 1997) 나물 재배과정에 다양한 광질을 이용하면 성장과 양분변화에 영향을 미칠 것으로 판단되어 다양한 보고가 있다(Cho *et al.*, 2008b; Kim *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2013). 한편 예로부터 이용해온 콩나물은 콩의 발아와 성장하는 과정에 유용성분의 증대와 새로운 물질

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2533 (E-mail) kms1996@korea.kr

<Received March 30, 2015; Revised August 17, 2015; Accepted October 5, 2015>

의 합성으로 유익한 식품으로 전환되고(Kim, 1992; Kim *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 1982; Kim *et al.*, 2009), 원료곡에 비해 칼슘, 칼륨 등 무기질과 thiamin, riboflavin, niacin 등의 비타민류 및 식이섬유 함량 증가(RDA, 2011) 등의 장점이 알려져 다양한 요리에 이용되고 있다. 우리나라 전통식품인 콩나물의 다양한 사례를 참고하여 동부를 이용한 나물 생산과 이용에 관한 연구가 필요하다고 판단되었다. 특히 최근에 콤바인 일시수확이 가능한 반유한 직립형 품종(옥당)을 육성하여 전남지역을 중심으로 동부 재배면적이 증가하고 있어 가공품뿐만 아니라 나물로 활용하기 위한 동부나물 재배기술을 확립할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 동부나물을 재배하는 동안 여러 광질과 광량이 나물의 생장과 영양성분에 미치는 영향을 구명하여 동부나물 상품화에 기여하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시험재료 및 처리

광질에 따른 동부나물 생육특성, 생산량, 품질 등에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시험품종으로 서원동부(Kim *et al.*, 1986)를 이용하였고, 이때 원료곡의 무게는 13.15 g/100립 이었다. 처리 광질은 백색(458 nm), 녹색(460 nm), 황색(560 nm) 및 적색(632 nm)이고 각 광질의 재배용기 부위(위치)별 광량은 Table 1과 같다. 광질 처리는 나물재배기 상단의 철판을 제거

하여 유리로 교체하고 상단(유리)의 크기와 동일한 규격으로 광질별로 LED 램프를 주문 제작하여 상단(유리)에 설치하고 자연광의 투과를 차단하였다. 한편 동일한 원료곡(서원동부)을 이용한 동부나물 재배과정에서 광질별 광량에 따른 생육특성, 품질 등을 알아보기 위하여 전술한 4가지 광질을 50, 70% 차광하여 광량을 조절하였고 재배용기 부위별 광량은 Table 2와 같다. 각 광질의 처리방법은 연속해서 12시간 조사하고 12시간은 암조건으로 하였다. 동부나물 재배는 재배실과 재배용수의 온도 조절이 가능하도록 제작된 나물재배기(항온기 상단에 재배용수의 온도와 공급시간 조절이 가능한 시스템 부착)를 이용하여 재배실은 27±0.5°C, 재배용수는 23±0.5°C 조건에서 실시하였다. 재배용수는 신선한 지하수를 이용하여 매회 재배용기의 1.25배인 2.2 L 가량을 시간당 12회(각 1분) 공급하였다.

### 생육특성 조사 및 분석시료 제조

나물수율은 원료곡(서원동부)의 종실중 대비 1일 간격으로 4일 동안 나물 생체중의 비로 나타냈다. 발아되지 않았거나 발아력이 약한 종실(최종 수확한 나물 길이 3 cm 이하)의 비율은 원료곡의 종실중 대비 나물 재배 후에도 발아되지 않거나 발아력이 약한 종실중(흡수 전 원료곡 종실중으로 환산)의 비로 나타냈다. 이때 원료곡은 수분 함량이 13%가 되도록 건조하여 이용하였다. 나물의 전체, 상배축, 하배축 및 뿌리 길이는 재배기간에 1일 간격으로 측정하였다. 최종 수확한 나물은 즉시 증류수로 3회 세척하고 일부를 상배축, 자엽, 하배축, 뿌리로 구분

**Table 1.** The quantity of light color (wavelength) each part of the culture container.

Treatment		Light quantity (Lux)		Treatment method
Color	Wavelength (nm)	Top of container	Bottom of container	
White	458	9,150	6,020	12hr lighting/12hr dark
Blue	460	187	126	"
Yellow	560	5,560	3,760	"
Red	632	1,820	1,270	"
Dark (control)	-	-	-	24hr dark

**Table 2.** The quantity of light color (wavelength) each part of the culture container according to the degree of shading.

Light color (Wavelength)	Light quantity (Lux)				Treatment method
	50% shading		75% shading		
	Top of container	Bottom of container	Top of container	Bottom of container	
White (458 nm)	4,210	2,830	2,190	1,540	12hr lighting/12hr dark
Blue (460 nm)	83	55	42	30	"
Yellow (560 nm)	2,690	1,830	1,360	950	"
Red (632 nm)	850	578	427	297	"

하여 색도 측정에 이용하였다. 원료곡과 색도를 측정하고 남은 나물은 초저온저장고에 보관하여 재배실험이 완료된 후 동시에 동결건조하고 마쇄하여 비타민 C, 아미노산 및 일반성분 분석시료로 활용하였다.

**비타민 C 분석**

비타민 C 함량은 Youn *et al.*(2011)의 방법을 변형하여 동결건조 분말 0.4 g에 10% metaphosphoric acid 20 ml를 첨가하여 균질화 시키고 15,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 syringe filter (0.45 µm)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 분석용 컬럼은 SunFire C18 (4.6×150 mm, 5 µm), 검출파장은 254 nm, 컬럼온도는 25°C, 이동상의 유속은 분당 1.0 ml로 하였다. HPLC의 이동상은 0.05 M potassium phosphate monobasic 60%, acetonitrile 40%의 등용매 조건이고, 분석장비는 Waters 2489 UV/Visible 검출기와 Empower Software가 장착된 Waters HPLC 2695 Alliance System (Milford, MA, USA)을 사용하였다.

**아미노산 분석**

아미노산 함량은 Je *et al.*(2005)의 방법과 같이 동결건조 분말 0.5 g에 6 N HCl 용액 10 ml를 가하고 질소를 충전하여 110°C에서 24시간 가수분해하고 여액을 원심분리하고 상등액을 농축하였다. 추가로 2회에 걸쳐 각각 물 10 ml를 가하여 농축하여 염산과 물을 완전히 제거하였다. 구연산나트륨 완충용액(pH 2.2, 0.12 N) 2 ml로 정용한 다음 syringe filter (0.45 µm)로 여과하여 아미노산자동분석기(S433, Sykam Co., Eresing, Germany)로 분석하였다. 분석조건은 cation separation column (LCAK60/Na, 4.6×150 mm)을 사용하였고 0.2 N Na-citrate buffer 용액(pH 3.45, 10.85)의 유속은 0.45 ml/min, ninhydrin 용액의 유속은 0.25 ml/min, column 온도는 50~80°C, 반응온도는 131°C, 분석시간은 68분이었다.

**일반성분 분석 및 색도 측정**

동결건조 분말 시료를 이용하여 조단백질 함량은 질소분석기(rapid N cube, Elementar, Germany)로 T-N을 측정하고 단백질계수(6.25)를 적용하여 환산하였고, 일반 및 무기성분 함량은 ICP(700DV, Perkin Elemer, USA)로 분석하였다. 색도는 최종 생산된 나물의 부위별(상배추, 자엽, 하배추, 뿌리)로 색차계(JS555, Color Techno. System, reference plate L=98.52, a=0.07, b=-0.57)를 사용하여 Hunter's value L (lightness, 명도), a (redness, 적색도) 및 b (yellowness, 황색도)를 측정하였다.

**결과 및 고찰**

**광질에 따른 생육특성 및 영양성분 변화**

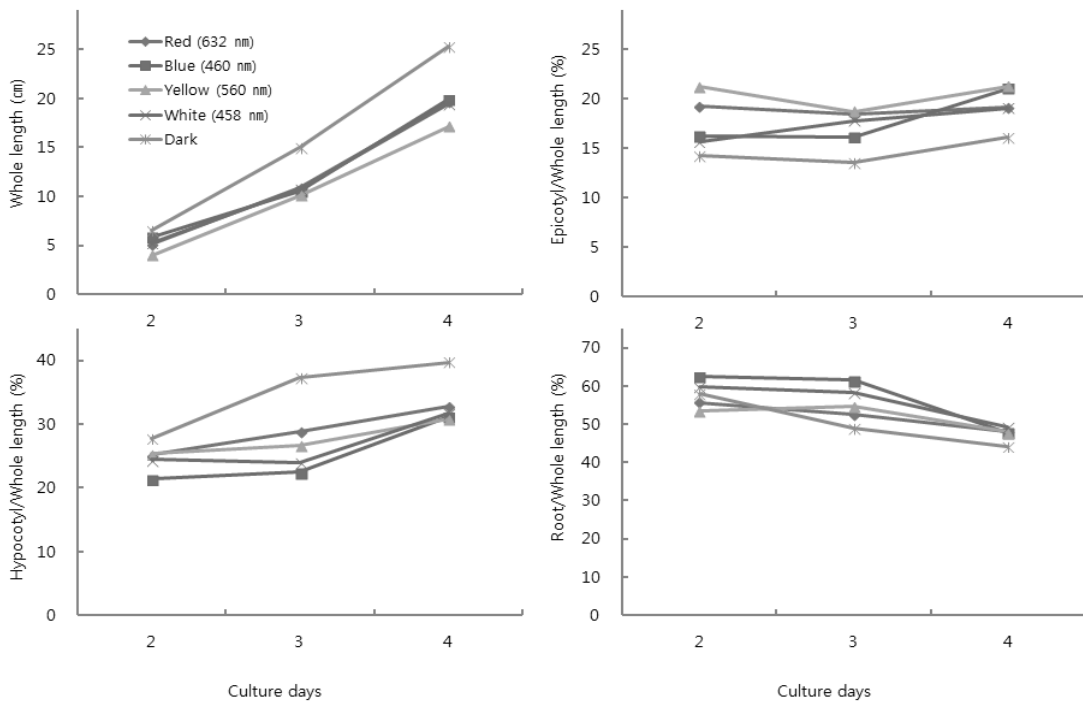
백색광(458 nm) 등 4종류의 광질을 매일 연속해서 12시간씩 조사하여 동부나물을 재배하였을 때 나물의 생산수율과 비타민 C 함량, 원료곡(동부)의 발아력을 검토한 결과는 Table 3과 같다. 4일간 재배한 나물의 생산수율은 무처리(암) 707%에 비해 백색광(458 nm) 등 4종류의 광질에서는 626~575%로 유의하게 낮았고 특히 황색광(560 nm)에서는 575%로 더욱 낮았으며, 이러한 경향은 2, 3일째 재배에서도 동일하였다. 반면에 나물재배가 종료되었을 때 발아되지 않은 종실 비율은 0.7~2.6%, 발아력이 약한 종실(나물 전장 3 cm 이하) 비율은 2.8~4.7%로 처리간 유의차가 없었다. 따라서 본 연구에 적용한 모든 광질 처리에서는 목표로 하는 나물 생산수율을 확보하기 위해서는 재배기간을 좀 더 늘릴 필요가 있다고 판단되었다. 그러나 브로콜리 새싹채소 재배에서 청색광 조사가 암 처리보다 새싹의 생체중을 증대시킨다는 보고(Cho *et al.*, 2008b)와는 상이하였다. 그리고 동부나물의 비타민 C 함량은 모든 광질 처리에서 무처리(암)에 비해 높았는데, 특히 황색광(560 nm)과 녹색광(460 nm)에서 각각 2.89, 2.70 mg/g로 유의하게 높았다. 이와 같은 결과는 홍화 새싹채소 재배과정

**Table 3.** Changes in yield, germinability and vitamin C content of cowpea sprouts according to the light colors (wavelength).

Light color (Wavelength)	Sprout yield ratio (%) <sup>b</sup>				Non germination ratio (%)	Germinability weak ratio (%)	Vitamin C (mg/g DW)
	1 CD <sup>‡</sup>	2 CD	3 CD	4 CD			
White (458 nm)	253a <sup>†</sup>	360ab	482ab	621ab	1.9a	4.7a	2.46ab
Blue (460 nm)	257a	366ab	493ab	626ab	0.4a	4.4a	2.70a
Yellow (560 nm)	230a	329b	435b	575b	0.7a	3.5a	2.89a
Red (632 nm)	228a	346ab	465ab	605ab	2.6a	2.8a	2.57ab
Dark	242a	391a	524a	707a	1.2a	3.5a	2.04b

<sup>b</sup> Fresh sprout weight/material seed weight×100, <sup>‡</sup>Culture days

<sup>†</sup>Means separation within a columns are not significantly different at p < 0.05 by LSD test.



**Fig. 1.** Changes in whole length, epicotyl/whole length, hypocotyl/whole length, and root/whole length of cowpea sprouts according to the light colors (wavelength).

에 3가지 광질을 조사하였을 경우 비타민 C 함량은 청색광, 적색광, 백색광 순으로 많다는 Kim *et al.*(2012)의 보고와 유사하였다. 광질 처리에 따른 동부나물 전체 및 부위별 성장반응을 검토한 결과는 Fig. 1과 같다. 처리한 모든 광질에서 전장은 19.6~17.1 cm로 무처리(암)의 25.3 cm보다 짧았고, 특히 황색광(560 nm)에서는 17.1 cm로 매우 작았다. 상배축장/전장 비율은 무처리(16.1%)보다 처리한 광질에서 21.3~19.1%로 높았으며, 하배축장/전장 비율은 처리한 광질에서 32.8~30.8%로 무처리(39.8%)보다 낮은 경향이였다. 근장/전장 비율은 무처리(44.2%)보다 처리한 광질이 49.2~47.8%로 높은 경향이였다. 즉 무처리(암)에 비해 본 연구에 적용한 모든 광질(매일 연속해서 12시간씩 조사)이 상대적으로 전장 대비 상배축과 뿌리 신장을 촉진한 반면 하배축의 신장은 억제하는 것으로 보인다. 특히 황색광에서는 타 광질에 비해 전장이 작고 상배축장/전장 비율이 높을 뿐만 아니라 하배축장/전장 비율이 낮았다. 이와 같은 결과는 콩나물 재배에서 적색광은 암처리보다 하배축 신장을 억제시킨다는 보고(Park *et al.*, 2002)와 유사한 반면 유채 새싹채소에서 백색광과 녹색광이 암처리나 기타 광질에 비해 새싹의 생육을 촉진하여 생체중을 증대 시킨다는 보고(Cho *et al.*, 2008a)와는 상이하였다.

동부나물 수확 직후 부위별 색도는 Table 4와 같이 상배축은 무처리(암)에서 명도(lightness)와 적색도(redness), 백색광에서 황색도(yellowness)가 높았다. 자엽은 백색광에서 명도, 무처리에서 적색도와 황색도가 상대적으로 높았다. 하배축은 백색광과 무처리에서 명도, 무처리에서 적색도, 백색광 등 4종류의 광질에서 황색도가 높았다. 반면에 뿌리는 처리한 큰 차이가 없었다. 한편 뿌리를 제외한 다른 부위의 적색도는 모든 광질이 무처리보다 낮아 처리한 4종류의 광질은 색차 관점에서 뿌리의 품위에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보인다. 그리고 백색광은 동부나물의 자엽과 하배축의 명도, 상배축과 하배축의 황색도를 높여주는 것으로 판단된다. 동부나물을 재배하는 4일 동안 백색광 등 4종류의 광질을 매일 연속해서 12시간씩 조사하였을 때 나물의 일반성분과 무기성분 함량은 큰 차이가 없었으나, 철 함량은 적색광에서 70.7 mg/kg로 기타 광질의 58.2~52.0 mg/kg보다 많았다(Table 5). 한편 전반적으로 동부나물이 원료곡(동부 종실)에 비해 단백질, 칼슘, 아연, 철 등의 함량은 많은 반면 붕소의 함량은 적은 경향을 나타냈다. 동부나물의 총아미노산 함량은 Table 6과 같이 무처리(암)의 18,549 mg%에 비해 황색광 21,624 mg%, 백색광 21,610 mg% 및 청색광 21,027 mg%로 높은 경향이였으나 적색광에서는 16,478 mg%로 낮은 경향이였으며 원료곡(종실)의 23,974 mg%보다 모든 광질 처리에서 낮았다. 아미노산 종류별 함량

**Table 4.** Hunter's color values of cowpea sprouts (fresh) according to the light colors (wavelength).

Light color (Wavelength)	L (Lightness)				a (Redness)				b (Yellowness)			
	Epicotyl	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Epicotyl	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Epicotyl	Cotyledon	Hypocotyl	Root
White (458 nm)	46ab <sup>†</sup>	57a	61a	44a	-12.7b	-8.4b	-8.2b	2.1a	36a	29b	19a	14a
Blue (460 nm)	42b	53ab	52b	44a	-13.1b	-9.5b	-9.8b	2.6a	26b	24ab	20a	16a
Yellow (560 nm)	41b	49b	51b	42a	-14.0b	-9.2b	-8.3b	2.9a	25b	23ab	17a	15a
Red (632 nm)	39b	48b	49b	43a	-13.6b	-9.5b	-9.3b	1.8a	27b	23ab	18a	13a
Dark	59a	48b	60a	45a	-2.8a	-4.4a	-3.3a	2.5a	27b	38a	12b	15a

<sup>†</sup>Means separation within a columns are not significantly different at  $p < 0.05$  by LSD test.

**Table 5.** General and inorganic components content of cowpea sprouts (freeze-dried power) according to the light colors (wavelength).

Light color (Wavelength)	%						mg/kg							
	C-P	P	K	Ca	Mg	Na	B	Al	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo
White (458 nm)	38.5	0.68	1.79	0.23	0.41	0.14	2.01	1.88	9.8	54.1	2.30	11.6	54.0	1.15
Blue (460 nm)	38.4	0.73	1.79	0.22	0.41	0.14	2.55	5.91	9.6	52.0	2.13	10.8	51.2	1.19
Yellow (560 nm)	39.3	0.89	1.90	0.22	0.40	0.13	3.07	3.05	9.9	58.2	2.43	10.5	52.3	1.23
Red (632 nm)	38.4	0.74	1.91	0.28	0.44	0.14	3.64	4.19	10.5	70.7	2.51	10.3	54.1	1.49
Dark	36.1	0.64	1.58	0.28	0.39	0.13	4.16	1.55	12.1	52.8	1.24	13.1	50.8	0.64
Raw seed	28.7	0.59	1.61	0.10	0.31	0.06	5.31	1.65	9.4	47.3	1.61	6.4	42.1	0.90

**Table 6.** Amino acid content of cowpea sprouts (freeze-dried power) according to the light colors (wavelength) (mg%).

Light color (Wavelength)	Aspartic acid	Threonine	Serine	Glutamic acid	Proline	Glycine	Alanine	Valine	Methionine	Isoleucine	Leucine	Tyrosine	Phenylalanine	Histidine	Lysine	Ammonia	Arginine	Total
White (458 nm)	4,262	753	910	2,819	3,193	638	858	1,026	135	807	1,337	514	1,115	914	1,133	88	1,108	21,610
Blue (460 nm)	4,182	728	898	2,749	3,009	613	824	997	154	792	1,324	525	1,115	872	1,048	90	1,105	21,027
Yellow (560 nm)	4,159	742	900	2,820	3,256	648	829	1,053	141	844	1,374	516	1,140	866	1,076	131	1,129	21,624
Red (632 nm)	3,368	524	639	1,957	3,124	466	580	739	98	572	875	333	759	827	754	81	784	16,478
Dark	3,887	582	696	1,899	3,162	532	674	992	85	770	1,130	385	869	713	978	164	1,030	18,549
Raw seed	2,028	580	759	3,296	8,854	660	708	723	161	636	1,172	442	908	616	1,122	246	1,063	23,974

또한 총아미노산 함량과 유사한 경향이었으나 처리한 모든 광질에서 동부나물의 aspartic acid 함량은 3,887~4,262 mg%로 원료곡(종실)의 2,028 mg%보다 많았고, 특히 적색광을 제외한 3종류의 광질에서 4,182~4,262 mg%로 많았다. 반면에 처리한 모든 광질에서의 glutamic acid과 proline 함량은 각각 1,899~2,820, 3,009~3,256 mg%로 원료곡의 3,296, 8,854 mg%보다 적은 특징을 나타냈다. 이상의 광질에 따른 동부나물의 성장반응 및 영양성분 변화를 종합하면 나물의 부위별 성장량 조화에는 무처리(암), 비타민 C 함량 증진에는 황색광(560 nm)과 청색광(460 nm), 색차 관점에서의 밝은 선명도

향상에는 백색광(458 nm), 아미노산 함량 증진에는 황색광, 백색광 및 청색광이 상대적으로 유리한 것으로 판단되었다.

**광질별 광량에 따른 생육특성 및 영양성분 변화**

동부나물 재배기간에 조사한 광질별로 광량을 달리한 경우 나물 생산수율 변화는 Table 7과 같이 백색광, 청색광 및 적색광의 처리 광량 범위에서는 광량별로 차이가 없었으나, 황색광에서는 2,690 Lux에서 1,360 Lux보다 높았다. 비타민 C 함량과 나물 재배 후 발아되지 않거나 발아력이 약한 종실의 비율은 모든 처리에서 차이가 없었다. 광질별 광량에 따른 동부나

물의 상배측과 하배측 성장량 추이는 Fig. 2와 같이 본 연구에 처리된 광질별 광량 범위에서는 처리간 차이가 없거나 미미하였으나, 뿌리의 성장량 추이는 백색광(458 nm)에서는 2,190 Lux보다 상대적으로 높은 광량인 4,210 Lux에서 2~4일차 재배기간 모두 약간 좋았고 황색광(560 nm)에서도 백색광과 유사한 경향을 나타냈다. 이와 같이 광량에 따른 뿌리 성장량 차

이로 인해 백색광과 황색광에서는 상대적으로 광량이 높을 때 동부나물의 전장이 약간 긴 경향을 나타냈다.

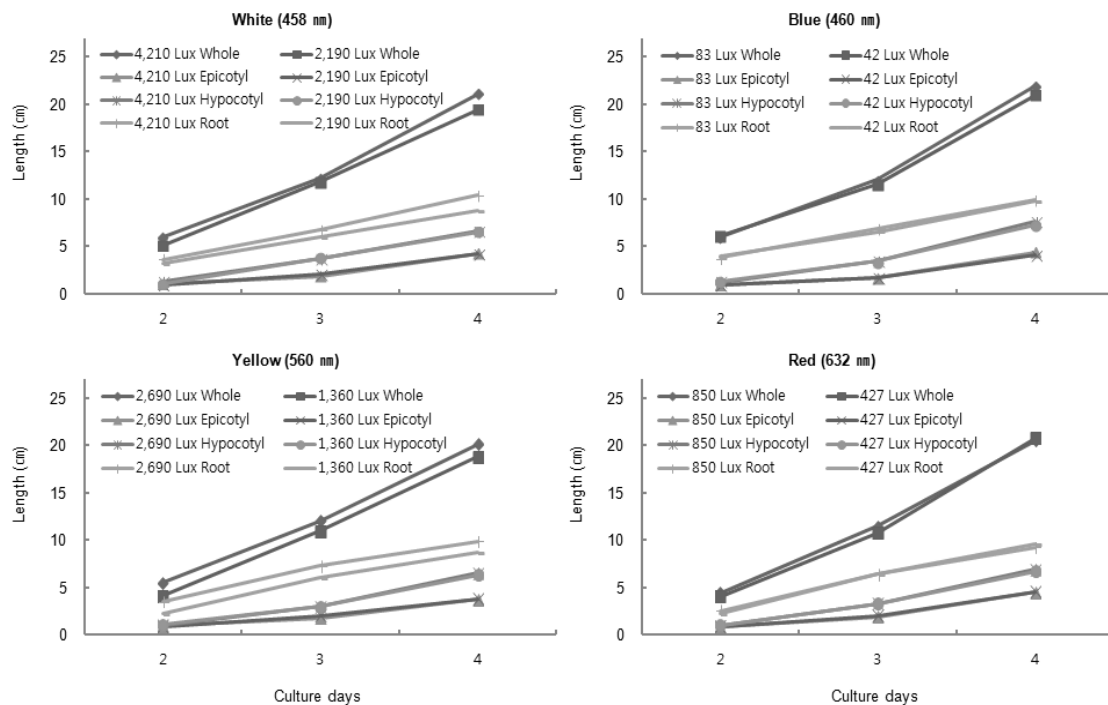
나물 부위별 생체의 Hunter's color values를 검토한 결과 Table 8과 같이 명도(lightness)는 황색광(560 nm)과 적색광(632 nm)에서 광량이 상대적으로 낮을 때 상배측, 하배측 및 뿌리에서 높았고 특히 뿌리에서 그 차이가 가장 컸으나 하배측

**Table 7.** Changes in yield, germinability and vitamin C content of cowpea sprouts according to the light quantity on light colors (wavelength).

Light color (Wavelength)	Light quantity (Lux)	Sprout yield ratio (%) <sup>Δ</sup>				Non germination ratio (%)	Germinability weak ratio (%)	Vitamin C (mg/g DW)
		1 CD <sup>♯</sup>	2 CD	3 CD	4 CD			
White (458 nm)	4,120	253a <sup>†</sup>	391a	539a	692a	0.18a	1.58a	2.50a
	2,190	250a	375a	506a	675a	0.30a	1.34a	2.52a
Blue (460 nm)	83	250a	387a	542a	713a	0.18a	1.58a	2.43a
	42	272a	398a	572a	735a	0.74a	1.78a	2.44a
Yellow (560 nm)	2,690	252a	399a	531a	735a	0.70a	1.75a	2.77a
	1,360	231a	350b	486b	638b	0.15a	1.19a	2.66a
Red (632 nm)	850	229a	352a	474a	670a	0.00a	2.45a	2.40a
	427	241a	359a	487a	641a	0.30a	1.34a	2.75a

<sup>Δ</sup>Fresh sprout weight/material seed weight×100, <sup>♯</sup>Culture days

<sup>†</sup>Means separation within a columns are not significantly different at *p* < 0.05 by LSD test.



**Fig. 2.** Changes in whole, hypocotyl, epicotyl and root length of cowpea sprouts according to the light quantity on light colors (wavelength).

**Table 8.** Changes in Hunter's color values of cowpea sprouts (fresh) according to the light quantity on light colors (wavelength).

Light color (Wavelength)	Light quantity (Lux)	L (Lightness)				a (Redness)				b (Yellowness)			
		Epicotyl	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Epicotyl	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Epicotyl	Cotyledon	Hypocotyl	Root
White (458 nm)	4,120	44a <sup>†</sup>	56a	48a	54a	-14.2a	-8.7a	2.7a	-13.0a	30a	25a	17a	26a
	2,190	45a	52a	47a	55a	-14.5a	-9.6a	3.0a	-11.8a	29a	24a	16a	23a
Blue (460 nm)	83	48a	55a	48a	59a	-13.6a	-9.2a	3.0a	-10.1a	29a	25a	16a	22a
	42	50a	56a	49a	61a	-13.6a	-9.3a	3.5a	-9.1a	34a	26a	16a	21a
Yellow (560 nm)	2,690	39b	51b	50a	39b	-11.4a	-10.0a	-8.7b	1.2a	25b	23a	18a	11b
	1,360	45a	58a	47a	58a	-12.9a	-7.8a	3.0a	-8.4b	34a	26a	16a	20a
Red (632 nm)	850	38b	48b	48a	43b	-13.7a	-9.5a	-8.7b	2.2a	28a	23a	18a	14b
	427	47a	56a	45a	50a	-13.4a	-9.3a	4.1a	-10.6b	29a	24a	18a	22a

<sup>†</sup>Means separation within a columns are not significantly different at  $p < 0.05$  by LSD test.

**Table 9.** General and inorganic components content of cowpea sprouts (freeze-dried power) according to the light quantity on light colors (wavelength).

Light color (Wavelength)	Light quantity (Lux)	%							mg/kg						
		C-P	P	K	Ca	Mg	Na	B	Al	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo
White (458 nm)	4,120	34.6	0.67	1.76	0.26	0.43	0.16	3.06	0.56	8.46	75.9	0.77	17.1	52.5	1.62
	2,190	34.8	0.93	1.75	0.25	0.42	0.10	2.17	0.46	8.47	56.9	0.73	11.4	44.7	1.24
Blue (460 nm)	83	33.9	0.83	1.69	0.26	0.43	0.11	2.79	0.25	8.26	67.7	0.80	16.2	47.6	1.38
	42	34.4	0.88	1.91	0.29	0.45	0.12	2.52	0.39	8.41	56.9	0.70	11.6	45.2	1.30
Yellow (560 nm)	2,690	34.2	0.95	1.74	0.25	0.42	0.12	2.82	1.53	8.22	57.6	0.67	10.5	43.5	1.27
	1,360	34.6	0.76	1.79	0.25	0.42	0.13	2.98	1.12	8.38	57.1	0.69	10.0	44.6	1.34
Red (632 nm)	850	33.6	0.88	1.77	0.26	0.42	0.10	2.75	1.39	8.49	90.1	1.25	10.4	44.0	1.28
	427	34.7	0.86	1.88	0.27	0.45	0.11	3.19	1.10	8.80	62.4	1.47	11.0	46.2	1.39

은 광량에 따른 차이가 미미하였다. 한편 백색광과 청색광에서는 광량에 따른 동부나물 각 부위의 명도는 차이를 나타내지 않았다. 황색도(yellowness)는 청색광(460 nm)에서 상배축, 황색광(560 nm)에서 상배축과 뿌리에서 광량이 상대적으로 낮을 때 높았고 기타 처리에서는 각 부위별 색차 차이가 적은 경향이였다. 적색도(redness)는 황색광과 청색광 모두 광량이 상대적으로 높았을 때 하배축에서는 낮았고 뿌리에서는 높았으며 기타 처리에서는 차이가 적은 경향이였다. 따라서 본 연구에 처리된 광질별 광량에서는 백색광과 청색광은 광량에 따른 동부나물의 색차에 영향이 미미한 반면, 황색광과 적색광에서는 광량이 상대적으로 낮을 때 상배축, 하배축 및 뿌리의 명도가 높고 상배축과 뿌리의 황색도가 높으며 뿌리의 적색도가 낮아 색차 관점에서의 밝은 선명도 향상에는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보아진다. 광질별 광량에 따른 대부분의 일반성분과 무기성분 함량은 큰 차이가 없었으나 적색광과 백색광에

서는 광량이 상대적으로 높을 때 Fe 함량이 많았다(Table 9). 광질별 광량에 따른 총아미노산 함량은 백색광과 청색광은 광량이 많을 때 미미하게 높았고 적색광은 반대의 경향을 나타냈다(Table 10). 대부분 아미노산은 각 광질의 광량별로 차이가 적은 반면 노화방지, 심장근육 강화 등에 효과가 있는 proline 함량은 백색광의 4,120 Lux, 청색광의 83 Lux에서 각각 4,154, 3,828 mg%로 50% 가량 광량이 낮은 처리보다 각각 236, 186% 많았다.

이상의 광질별 광량에 따른 동부나물 성장반응과 영양성분 변화를 종합하면, 나물수율은 황색광 처리 광량 범위에서 높은 광량이 높았으나 기타 처리에서는 차이가 없었다. 그리고 백색광과 황색광은 광량이 높을 때 근장이 길어 품위에 부정적인 영향을 황색광과 적색광은 상대적으로 광량이 낮을 때 명도와 황색도가 높고 적색도가 낮아 밝은 선명도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보아진다. 한편 노화방지 등에 좋은 아미노산인

**Table 10.** Amino acid content of cowpea sprouts (freeze-dried power) according to the light quantity on light colors (wavelength) (mg%).

Light color (Wavelength)	Light quantity (Lux)	Aspartic acid	Threonine	Serine	Glutamic acid	Proline	Glycine	Alanine	Valine	Methionine	Isoleucine	Leucine	Tyrosine	Phenylalanine	Histidine	Lysine	Ammonia	Arginine	Total
White (458 nm)	4,120	3,916	699	806	2,432	4,154	575	775	971	121	768	1,215	465	1,003	990	1,040	77	985	20,991
	2,190	4,018	689	775	2,230	1,760	568	741	974	117	749	1,194	465	974	815	998	80	997	18,141
Blue (460 nm)	83	4,055	690	785	2,263	3,828	554	768	970	120	758	1,181	459	992	833	990	81	950	20,277
	42	4,329	729	810	2,229	2,055	577	791	1,021	125	790	1,227	475	1,017	839	1,020	88	1,048	19,171
Yellow (560 nm)	2,690	3,468	563	666	1,964	2,226	492	644	786	105	609	982	376	800	746	809	77	825	16,138
	1,360	3,656	588	694	2,047	2,013	523	642	810	99	632	1,003	396	844	815	857	77	888	16,584
Red (632 nm)	850	3,139	522	626	1,940	2,867	464	568	728	96	569	896	342	742	748	780	99	786	15,912
	427	3,878	675	786	2,331	2,371	581	756	911	114	722	1,179	457	959	795	971	77	1,007	18,570

proline은 백색광과 청색광에서 상대적으로 광량이 높을 때 많이 함유하였다.

이며 이에 감사드립니다.

**적 요**

본 연구는 동부나물을 재배할 때 광질과 광량에 따른 생산수율과 품질 등에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

1. 처리한 모든 광질에서 무처리(암)에 비해 동부나물의 생산수율이 낮았으나 경실비율은 비슷하였고, 상배축과 뿌리 생장을 촉진시키는 반면 하배축 생장을 억제하는 경향이였다.
2. 백색광(458 nm) 처리가 동부나물의 상배축과 하배축의 명도 및 하배축의 황색도를 증가시켰다.
3. 동부나물의 Fe 함량은 적색광(632 nm)에서 많았고, 총아 미노산 함량은 황색광(560 nm), 백색광 및 청색광(460 nm)이 무처리(암)보다 많은 경향이였다.
4. 황색광에서 광량이 낮을 때 동부나물의 생산수율이 낮았고, 기타 광질은 광량에 따른 차이가 없었다.
5. 황색광과 적색광은 광량이 낮을 때 명도와 황색도가 높았고 적색도가 낮았다.
6. 처리 광질의 광량에 따른 일반성분과 무기성분 함량은 차이가 없으나, 적색광에서는 광량이 높을 때 Fe 함량이 많았다. 총아미노산 함량은 백색광과 청색광에서 광량이 높을 때 미미하게 많았다.

**사 사**

본 논문은 농림수산물부 농림수산물기술기획평가원 연구비 지원(111134-02-2-HD110)에 의해 수행된 결과의 일부

**인용문헌(REFERENCES)**

Cho, J. Y., D. M. Son, J. M. Kim, B. S. Seo, S. Y. Yang, B. W. Kim, and B. G. Heo. 2008a. Effect of various LEDs on the seed germination, growth and physiological activities of rape (*Brassica napus*) sprouts. Korean J. Plant Res. 21(4) : 304-309.

Cho, J. Y., D. M. Son, J. M. Kim, B. S. Seo, S. Y. Yang, J. H. Bae, and B. G. Heo. 2008b. Effect of LED as light quality on the germination, growth and physiological activities of broccoli sprouts. Journal of Bio-Environment Control 17(2) : 116-123.

Chon, S. U. 2013. Change in polyphenol content, antioxidant activity, and antioxidant enzyme status of cowpea during germination. Korean J. Plant Res. 26(1) : 60-67.

Fankhauser, C. and J. Chory. 1997. Light control of plant development. Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 13 : 203-229.

Je, J. Y., P. J. Park, W. K. Jung, and S. K. Kim. 2005. Amino acid changes in fermented oyster (*Crassostrea gigas*) sauce with different fermentation periods. Food Chem. 91(1) : 15-18.

Kim, D. K., Y. M. Kim, S. U. Chon, Y. S. Rim, J. G. Choi, O. D. Kwon, H. G. Park, H. R. Shin, and K. J. Choi. 2014. Growth response and nutrient content of cowpea sprouts based on growth temperature and genetic resources. Korean J. Crop Sci. 59(3) : 332-340.

Kim, D. K., Y. S. Kim, H. G. Park, H. R. Shin, K. J. Choi, Y. M. Kim, and S. U. Chon. 2013. The yield and growth responses of cowpea sprouts according to the treatment conditions of raw seeds. Korean J. Plant Res. 26(5) : 636-644.

Kim, K. H. 1992. The growing characteristics and proximate composition of soybean sprouts. Korean Soybean Dig. 9(2) : 27-30.

Kim, M. R., H. Y. Kim, K. J. Lee, Y. S. Hwang, and J. H. Ku. 1998. Quality characteristics of fresh and cooked soybean sprouts by cultivars. Korean J. Soc. Food Sci. 14(3) : 266-272.

Kim, S. D., B. H. Jang, H. S. Kim, K. H. Ha, K. S. Kang, and D. H.



- Kim. 1982. Studies on the changes in chlorophyll, free amino acid and vitamin C contents of soybean sprouts during circulation periods. Korean J. Nutr. Food 11(3) : 57-62.
- Kim, S. D., C. W. No, Y. H. Cha, J. T. Cho, K. C. Kwun, and S. G. Som. 1986. A new high yielding, sun-elect and disease resistant cowpea variety "Seoweondongbu". Res. Rept. RDA(Crops) 28(1) : 168-170.
- Kim, T. S., M. S. Chang, Y. W. Ju, C. G. Park, S. I. Park, and M. H. Kang. 2012. Nutritional evaluation of leafy safflower sprouts cultivated under different-colored lights. Korean J. Food Sci. Technol. 44(2) : 224-227.
- Kim, T. S., S. P. Lee, S. I. Park, J. Y. Lee, S. Y. Lee, and H. J. Jun. 2011. Physico-chemical properties of broccoli sprouts cultivated in a plant factory system with different lighting conditions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40(12) : 1757-1763.
- Kim, W. J., N. M. Kim, and H. S. Sung. 1984. Effect of germination on phytic acid and soluble minerals in soymilk. Korean J. Food Sci. Technol. 16(3) : 358-362.
- Kim, Y. H., K. A. Lee, and H. S. Kim. 2009. Volatile flavor components in soy sprouts. Korean J. Crop Sci. 54(3) : 314-319.
- Lee, M. K., M. V. Arasu, J. H. Chun, J. M. Seo, K. T. Lee, S. T. Hong, I. H. Kim, Y. H. Lee, Y. S. Jang, and S. J. Kim. 2013. Identification and quantification of glucosinolates in rapeseed (*Brassica napus* L.) sprouts cultivated under dark and light conditions. Korean J. Environ. Agric. 32(4) : 315-322.
- Park, A. J., J. H. Kang, B. S. Jeon, S. Y. Yoon, and S. W. Lee. 2002. Effect of light quality during imbibition and culture on growth of soybean sprout. Korean J. Crop Sci. 47(6) : 427-431.
- Rural Development Administration. 2011. Food composition table(8th Revision). pp. 90-179.
- Troyer, J. R. 1964. Anthocyanin formation in excised segments of buckwheat-seedling hypocotyls. Plant Physiol. 39 : 907-912.
- Suaaex, I., M. Clutter, and V. Walbot. 1975. Benzyladenine reversal of ascorbic acid inhibition of growth and RNA synthesis in the germination bean axis. Plant Physiol. 56 : 575-578.
- Watanabe, M. 2007. Anthocyanin compound in buckwheats sprouts and its contribution to antioxidant capacity. Biosci. Biotech. Bioch. 71 : 579-582.
- Youn, J. E., H. S. Kim, K. A. Lee, and Y. H. Kim. 2011. Contents of minerals and vitamins in soybean sprouts. Korean J. Crop Sci. 56(3) : 226-232.