한작지(Korean J. Crop Sci.), 59(3): 332~340(2014)

ISSN 0252-9777(Print)
ISSN 2287-8432(Online)
DOI : http://dx.doi.org/10.7740/kjcs.2014.59.3.332

# 재배온도 및 유전자원에 따른 동부나물 생장반응 및 영양성분 변화

김동관*† · 김영민** · 천상욱*** · 임요섭**** · 최진경* · 권오도* · 박흥규* · 신해룡* · 최경주*

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

# Growth Response and Nutrient Content of Cowpea Sprouts Based on Growth Temperature and Genetic Resources

Dong-Kwan Kim*†, Young-Min Kim**, Sang-Uk Chon***, Yo-Sup Rim****, Jin-Gyung Choi*, Oh-Do Kwon*, Heung-Gyu Park*, Hae-Ryong Shin*, and Kyeong-Ju Choi*

**Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea*
***DongUinara Co. Ltd., Naju 520-330, Korea*
****Future Agro-Food Research Institute, EFARINET Co. Ltd., Gwangju 500-895, Korea*
*****Collage of Bio Industry Science, Sunchon National Univ., Sunchon 540-742, Korea*

**ABSTRACT** The purpose of this study was to establish the optimal growth temperature and to select genetic resources for production of cowpea sprouts. Seowon was treated between 15℃ and 30℃ at intervals of 3℃ to investigate growth temperature. Twelve resources, including Seowon, IT154149, IT154153, Tvu7426, and Tvu7778, were used for cultivating sprouts at a temperature of 27℃. The yield ratio of cowpea sprouts was highest at 27℃ (657%), and was reduced when growth temperature was decreased. The hard seed rate was lower when the growth temperature was increased. Vitamin C content was highest at 24℃ (2.85 ㎎/g), ranged between 2.15 and 2.29 ㎎/g at other growth temperatures, and increased with the length of the growth period. The inorganic component content of cowpea sprouts did not vary based on growth temperature, while the amino acid content increased with increasing growth temperature between 15℃ and 24℃, and then subsequently decreased as growth temperature rose from 24℃ to 30℃. IT154153 had the highest yield ratio of cowpea sprouts per genetic resource (647%), followed by Seowon (615%), and Tvu7426 (608%). Genetic resources with a higher yield ratio had smaller seeds, a thinner seed coat, and superior germinability. The inorganic components found at highest concentrations in the cowpea sprouts were potassium, magnesium, calcium, sodium, iron, molybdenum, and zinc (in that order). In comparison to raw seeds, the protein, calcium, zinc, molybdenum, and iron content in the cowpea sprouts was higher, while the content of aluminum and boron was lower.

*Keywords* : cowpea, genetic resources, sprout, temperature

**동부**(*Vigna unguiculata* L.)는 국내에서 나물로 이용한 사례가 없는 작물이지만 콩, 녹두와 같이 발아과정에서 배축이 신장하는 특징과 전통의서나 민간요법에서 동부나물의 독성에 대한 기록이 거의 없기 때문에 나물로 이용이 가능한 것으로 판단된다. 또한 동부를 나물로 길렀을 때 식감은 콩나물보다는 약하고 녹두나물보다 강해 다양한 소비층에서 선호하는 수준으로 새로운 식품으로 발전이 가능하다고 보아진다. 콩은 발아하고 생장하는 동안 체내대사에 의해 영양성분이 달라진다(Kim *et al*., 2009; Kim *et al*., 1998; Kim, 1992). 콩나물의 숙취해독에 영향을 미치는 asparagine과 aspartic acid의 함량 변화(Lee & Hwang, 1996; Yang, 1981), 무기이온과 비타민의 함량(Yuon *et al*., 2011), 생장중에 비타민 C의 합성(Kim, 1992; Kim *et al*., 1982) 등 다양한 연구가 있다. 그리고 콩나물 재배에서 온도, 수온, 미생물제어, 재배용기(Bae *et al*., 2002; Kim *et al*., 2000a; Kim *et al*., 2000b) 등 다양한 기술이 검토되었다. 또한 녹두나물은 재배온도에 따른 페놀화합물 함량과 생리활성(Kim *et al*., 2009), 성장 과정 중 질소화합물, 아미노산 등의 변화(Kim, 1981; Kim, 1982), 간 보호활성(Choi *et al*., 1998) 등 여러 연구가 진행되었다. 그러나 동부의 경우 발아기간 중 폴리페놀 및 생리활성 변이(Chon, 2013), 원료곡(동부 종실) 처리조건에 따른 동부나물의 생산량과 생장반응(Kim *et al*., 2013) 등 동부를 이용한 나물생산에 관한 기초적인 보고가

†Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2533 (E-mail) kms1996@korea.kr
<Received 6 May, 2014; Revised 21 June, 2014; Accepted 5 August, 2014>

있을 뿐 동부나물에 대한 연구는 매우 적어 동부나물 상품화를 위한 체계적인 기술개발이 필요한 실정이다. 또한, 전분이 우수하여 떡고물, 송편소 등 가공식품 부재료로 이용되는 동부는 국내 수요의 대부분을 수입에 의존하고 있는데, 최근에 일시 수확이 가능한 반유한 직립형 동부 계통이 육성됨으로써 전남지역을 중심으로 재배면적이 증가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 생산된 동부를 이용하여 가공품 부재료뿐만 아니라 나물로 활용하기 위한 동부나물 재배기술을 확립하기 위하여 동부나물 재배에 적합한 온도를 구명하고, 작물학적 특성이 우수한 유전자원의 나물생산 적합성 및 우수 원료곡의 특성을 파악하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재배온도에 따른 동부나물 생장반응 및 영양성분 변화

#### 시험재료 및 처리

재배온도에 따른 동부나물의 생산량, 생장반응, 품질 등에 미치는 영향을 알아보고자 시험품종으로 Kim *et al*. (1986)이 육성한 서원동부(13.15 g/100립)를 이용하였다. 나물은 재배기에서 15, 18, 21, 24, 27, 30±0.5℃ 조건에서 상품가치에 이르는 시기까지 재배하였다. 기타 나물 재배조건은 온도와 재배용수 조절이 가능하도록 제작된 나물재배기(항온기 상단에 재배용수의 온도와 공급시간 조절이 가능한 시스템 부착)를 이용하여 암 조건에서 재배용수를 시간당 12회(각 1분)씩 공급하였다.

#### 생장반응 조사

나물수율은 원료곡(동부)의 종실중 대비 일정 재배기간별로 나물 생체중의 비로 나타냈고, 발아되지 않았거나 발아력이 약한 종실의 비율은 원료곡의 종실중 대비 나물 재배 후에도 발아되지 않거나 발아력이 약한 종실중(수분흡수 전 원료곡 종실중으로 환산)의 비로 나타냈다. 그리고 일정 재배기간별로 나물의 전체, 상배축, 하배축 및 뿌리 길이를 측정하였다.

#### 비타민 C 분석

비타민 C 함량은 Youn *et al*. (2011)의 방법을 변형하여 동결건조 분말 0.4 g에 10% metaphosphoric acid 20 ㎖를 첨가하여 균질화 시키고 15,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 syringe filter (0.2 ㎛)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 분석용 컬럼은 SunFire C18 (4.6×150 ㎜, 5 ㎛), 검출파장은 254 ㎚, 컬럼온도는 25℃, 이동상의 유속은 분당 1.0 ㎖로 하였다. HPLC 이동상은 0.05M potassium phosphate monobasic 60%, acetonitrile 40%의 등용매 조건으로 분석하였다. 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 방법을 적용하여 동결건조분말 시료 0.5 g에 6 N HCl 용액 10 ㎖를 가하고 질소를 충진하여 110℃에서 24시간 가수분해하고 여액을 원심분리하고 상징액을 농축한 후 추가로 3회에 걸쳐 각각 물 10 ㎖를 가하여 농축하여 염산과 물을 완전히 제거하고 구연산나트륨 완충용액(pH 2.2, 0.12 N)을 사용하여 2 ㎖로 정용한 다음 syringe filter (0.2 ㎛)로 여과한 여액을 취하여 아미노산자동분석기(S433, Sykam Co., Eresing, Germany)로 분석하였다. 분석조건은 cation separation column (LCAK 60/Na, 4.6×150 ㎜)을 사용하였고 0.2 N Na-citrate buffer 용액(pH 3.45, 10.85)의 유속은 0.45 ㎖/min, ninhydrin 용액의 유속은 0.25 ㎖/min, column 온도는 50~80℃, 반응온도는 131℃, 분석시간은 68분이었다.

#### 일반성분 분석 및 색도 측정

조단백질 함량은 동결건조분말을 질소분석기(rapid N cube, Elementar, Germany)로 T-N을 측정하고 단백계수(6.25)를 적용하여 환산하였다. 일반 및 무기성분 함량은 동결건조분말을 ICP (700DV, Perkin Elemer, USA)로 분석하였다. 색도는 나물생산 직후 부위별(상배축, 자엽, 하배축, 뿌리)로 색차계(JS555, Color Techno. System)를 사용하여 Hunter's value L (lightness, 명도), a (redness, 적색도) 및 b (yellowness, 황색도)를 측정하였다. 이때 사용한 표준백관은 L=98.52, a=0.07, b=-0.57이었다.

### 유전자원에 따른 동부나물 생장반응 및 영양성분 변화

#### 시험재료 및 재배

동부나물 생산에 적합한 자원을 선발하고자 나이지리아 IITA (international institute of tropical agriculture)에서 도입한 서원(Seowon)과 IT154149, 대만 AVRDC (asian vegetable research and development center)에서 도입한 T145383, IT145387, IT154153, IT145391, 전남1호 및 전남2호, 일본에서 도입한 IT97K-1042-3, Tvu7426 및 Tvu7778 및 국내 재래종인 IT104373 등 12계통 및 품종을 이용하였다. 이들 원료곡은 전남 나주에서 2011년 6월 21일에 파종하고 동일한 조건에서 생산하여 저온저장고(5±1℃)에 보관하면서 활용하였다. 나물 재배조건은 온도와 재배용수 조절이 가능하

도록 제작된 나물재배기(항온기 상단에 재배용수의 온도와 공급시간 조절이 가능한 시스템 부착)를 이용하여 27±0.5℃ 암조건에서 4일간 재배용수를 시간당 12회(각 1분)씩 공급하였다.

### 종피율 등 조사 및 분석

각 시험자원의 종피율은 종피제거기(grain polisher, Kett)를 이용하여 종실을 순수한 종피와 순수한 자엽으로 완전히 분리하여 산출하였다. 동부나물의 생장량, 생장반응, 색차, 비타민 C, 일반 및 무기성분 분석은 "재배온도에 따른 동부나물 생장반응 및 영양성분 변화"와 동일한 방법으로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 재배온도에 따른 동부나물 생장반응 및 영양성분 변화

동부나물의 재배온도에 따른 재배기간별 생산수율, 재배 후 발아되지 않거나 발아력이 약한 종실의 비율 및 비타민 C 함량은 Table 1과 같다. 재배기간별 나물수율은 27, 30℃에서 4일간 재배에서 6.3배 이상, 21, 24℃에서는 5일간 재배에서 5.4배 이상인 반면 15, 18℃에서는 10일간 재배에서 5.3배 이상이었다. 따라서 동부나물은 최소한 21℃ 이상에서 재배해야 될 것으로 보여진다. 나물 재배 후 발아되지 않거나 발아력이 약한 종실의 비율은 30℃에서 각각 1.5, 3.2%, 27℃에서 각각 2.5, 4.0%, 24℃에서 각각 7.3, 6.2%, 15℃에서 각각 10.7, 17.3%로 재배온도가 낮을수록 높은 경향이었다. 이상의 결과는 녹두나물의 재배온도가 높을수록 생산수율이 높고 경실비율은 낮다는 보고(Kim *et al*., 2009)와 유사한 반면, 콩나물의 재배온도가 14℃로 지나치게 낮거나 25℃로 높을 경우 나물 생육이 더디고 부패가 발생한다는 보고(Kim *et al*., 2000a)와는 달랐다. 즉, 콩은 포장에서 15~17℃ 이상일 때 정상적인 출아와 초기생육이 양호하고, 동부는 콩에 비해 고온 발아율이 높은 편이다. 또한 배축의 신장도 매우 빠르고 저온에 약하며, 발아온도는 20~40℃의 범위이지만 45℃에서도 발아하는 것도 있으며(Hyangmunsa, 2007), 녹두의 발아 최적온도는 29~31℃이고 저온에 의해 발아가 억제된다(RDA, 2006)는 생리적 특성과 밀접한 관련이 있었다. 나물 재배 후 동결건조 분말의 비타민 C 함량은 24℃ 재배에서 2.85 ㎎/g로 가장 많았고, 15, 17, 30℃ 재배에서는 2.15~2.29 ㎎/g로 함량이 낮아 24℃를 기준으로 재배온도가 낮거나 높을 때 비타민 C 함량이 낮은 경향을 보였다. 동부나물 재배온도에 따른 배축, 뿌리 등의 생장반응은 Fig. 1과 같다. 전장은 재배온도 27, 30℃에서 상대적으로 급격하게 신장하였고, 21, 24℃에서는 약간 완만하게 신장한 반면, 15, 18℃에서는 매우 완만하였다. 상배축장/전장 비율은 재배온도 27, 30℃에서는 상대적으로 낮아 품위에 유리하였고, 15~24℃에서는 그 비율이 상대적으로 높아 품위에 불리하였다. 하배축장/전장 비율은 재배온도 27, 30℃에서 상대적으로 높아 품위 향상에 유리하였고, 15~24℃에서는 그 비율이 낮았으며, 근장/전장 비율은 대부분 재배온도에서 초기에 높았다가 후기로 갈수록 낮아지는 경향을 나타냈고 재배온도간 큰 차이는 없었다. 이상의 재배온도에 따른 동부나물 생산수율과 나물 재배 후 발아되지 않거나 발아력이 약한 종실의 비율, 비타민 C 함량, 나물의 전장, 상배축장/전장 비율, 하배축장/전장 비율 등의 특성을 종합하면 동부나물 생산에 적합한 재배온도는 27℃로 판단되었다. 한편 동부나물 재배에 적합한 온도로 판단된 27℃에서 재배기간에 따른 비타민 C 함량을 검토한 결과는 Fig. 2와 같이 재배기간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. 재배온도에 따른 동부나물(생체) 부위별 Hunter's color values는 Table 2와 같이 큰 차이가 없었고, 뿌리의

**Table 1.** Changes in yield, hard seed ratio and vitamin C content of cowpea sprouts according to the culture temperatures.

| Temperature (℃) | Sprout yield ratio[z] (%) | | | | | | | | | | Non germination ratio (%) | Germinability weak ratio (%) | Vitamin C (㎎/g DW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1DC[y] | 2DC | 3DC | 4DC | 5DC | 6DC | 7DC | 8DC | 9DC | 10DC | | | |
| 15 | | | 243 | 278 | 324 | 362 | 414 | 455 | 485 | 536 | 10.3a[x] | 17.3a | 2.15b |
| 18 | | | 247 | 288 | 328 | 376 | 432 | 469 | 486 | 552 | 8.2b | 16.9a | 2.43ab |
| 21 | | 292 | 376 | 458 | 543 | | | | | | 7.9b | 6.5b | 2.59ab |
| 24 | | 293 | 380 | 466 | 549 | | | | | | 7.3b | 6.2b | 2.85a |
| 27 | 217 | 316 | 453 | 657 | | | | | | | 2.5c | 4.0c | 2.25b |
| 30 | 226 | 333 | 476 | 635 | | | | | | | 1.5c | 3.2c | 2.29b |

[z]Fresh sprout weight/material seed weight×100, [y]Days cultivation.
[x]Means with the same letter within a columns are not significantly different at 5% level by DMRT.

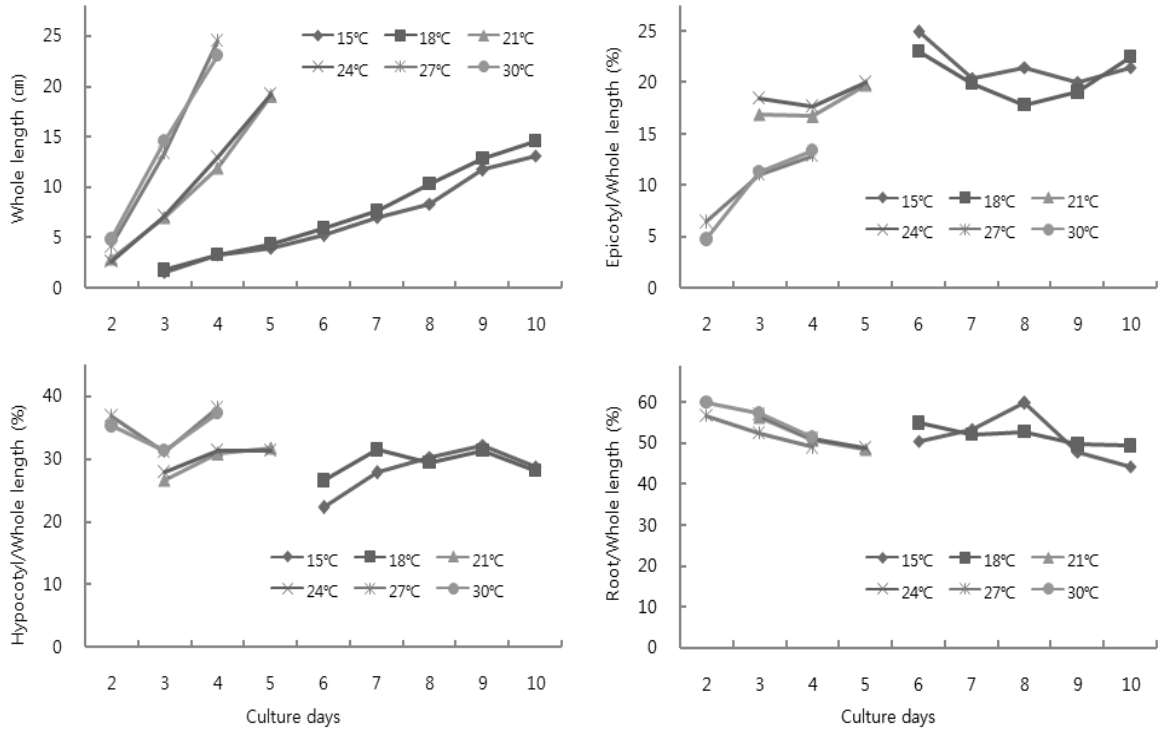


**Fig. 1.** Changes in whole length, epicotyl/whole length, hypocotyl/whole length, and root/whole length of cowpea sprouts according to the culture temperatures.

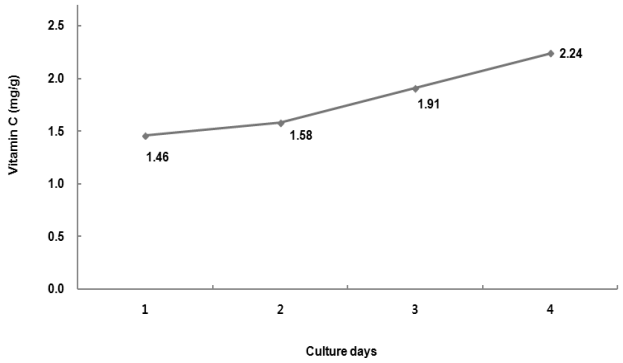


**Fig. 2.** Changes in vitamin C content of cowpea sprouts (freeze-dried power) according to the culture days, culture temperature 27℃.

경우 다른 부위에 비해 명도가 낮고 적색도가 높으며 황색도가 낮거나 비슷하게 나타나 뿌리의 색상을 개선하는 재배조건을 구명할 필요가 있다고 판단되었다. 재배온도와 무관하게 대체로 자엽은 상대적으로 높은 명도와 낮은 적색도, 상배축은 상대적으로 높은 황색도를 나타냈다. 재배온도에 따른 동부나물(동결건조)의 일반 및 무기성분을 분석한 결과는 Table 3과 같이 조단백질, 칼슘 등 일반성분과 철, 아연 등 무기성분은 큰 차이가 없는 반면 조단백질, 아연 및 철 함량이 각각 38~40%, 51~55 ㎎/㎏, 51~54 ㎎/㎏ 범위로 원료곡(서원)의 조단백질 28.7%, 아연 42.1 ㎎/㎏, 철 47.3 ㎎/㎏보다 많았다. 동부나물(동결건조)의 총아미노산 함량은 Table 4와 같이 15℃에서 24℃까지는 재배온도가 높아질수록 증가하는 경향이었고 24℃에서 30℃까지는 반대 경향이었는데, 특히 30℃에서 급격히 감소하였다. 그리고 아미노산 종류별 함량 또한 총아미노산 함량 변화와 유사한 경향을 나타냈다. 이상의 동부나물 재배온도 조건별 연구결과를 종합하면, 나물 생산수율이 높고 미발아 종자 비율이 낮으며, 재배기간이 짧고 외관품위가 우수(상배축 비율이 낮고, 하배축 비율이 높음)할뿐만 아니라 아미노산 함량도 크게 떨어지지 않은 27℃가 가장 좋은 것으로 판단되었다. 한편 앞으로 동부나물의 기능성 물질과 생리활성 강화 기술, 상품화를 위한 규격품 생산 기술 등에 대한 연구가 필요하다고 생각되었다.

### 유전자원에 따른 동부나물 생장반응 및 영양성분 변화

동부나물 재배에 적합한 자원을 선발하기 위해 전술한 연구결과의 조건(27℃/4일, 암)에서 Seowon (서원), IT104373, IT145383, IT154149 등 12계통 및 품종을 대상으로 검토하였다. 원료곡(시험자원)의 특성과 동부나물 생산수율, 발아

**Table 2.** Changes in Hunter's color values of cowpea sprouts (fresh) according to the culture temperatures.

| Temperature (℃) | L* (lightness) | | | | a* (redness) | | | | b* (yellowness) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Epicotyl | Cotyle-don | Hypoco-tyl | Root | Epicotyl | Cotyle-don | Hypoco-tyl | Root | Epicotyl | Cotyle-don | Hypoco-tyl | Root |
| 15 | 55 | 63 | 61 | 42 | -2.0 | -0.6 | -3.2 | 3.9 | 41 | 32 | 21 | 17 |
| 18 | 57 | 61 | 64 | 42 | -3.1 | -0.5 | -3.2 | 4.2 | 43 | 33 | 18 | 17 |
| 21 | 54 | 62 | 62 | 47 | -8.1 | -2.8 | -3.3 | 3.8 | 43 | 31 | 15 | 18 |
| 24 | 52 | 58 | 61 | 44 | -8.2 | -2.1 | -5.4 | 4.2 | 41 | 29 | 20 | 17 |
| 27 | 55 | 65 | 66 | 46 | -5.3 | -2.0 | -3.4 | 3.6 | 43 | 32 | 13 | 17 |
| 30 | 59 | 66 | 65 | 50 | -5.2 | -1.4 | -2.8 | 3.6 | 41 | 31 | 12 | 18 |

**Table 3.** General and inorganic components content of cowpea sprouts (freeze-dried power) according to the culture temperatures.

| Temperature (℃) | % | | | | | | ㎎/㎏ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | T-P | P | K | Ca | Mg | Na | B | Al | Ti | Cr | Mn | Fe | Ni | Cu | Zn | Mo |
| 15 | 39.55 | 1.23 | 1.76 | 0.23 | 0.38 | 0.09 | 4.88 | 0.31 | 0.30 | 0.10 | 10.33 | 52.30 | 2.22 | 10.98 | 50.96 | 1.26 |
| 18 | 38.52 | 1.06 | 1.85 | 0.24 | 0.42 | 0.14 | 2.88 | 1.70 | 0.35 | 0.05 | 9.98 | 55.24 | 2.29 | 11.96 | 54.95 | 1.21 |
| 21 | 37.92 | 0.96 | 1.87 | 0.23 | 0.46 | 0.14 | 3.14 | 0.52 | 0.78 | 0.16 | 9.69 | 52.59 | 2.10 | 11.06 | 55.94 | 1.15 |
| 24 | 37.88 | 1.14 | 2.00 | 0.27 | 0.48 | 0.14 | 3.24 | 4.14 | 0.36 | 0.25 | 10.10 | 53.97 | 2.09 | 12.72 | 52.32 | 1.03 |
| 27 | 38.30 | 1.09 | 1.86 | 0.23 | 0.42 | 0.14 | 4.01 | 6.23 | 0.42 | 0.00 | 9.91 | 52.27 | 1.96 | 11.43 | 54.84 | 0.90 |
| 30 | 38.99 | 1.01 | 1.98 | 0.23 | 0.44 | 0.14 | 3.98 | 4.81 | 0.66 | 0.04 | 10.33 | 51.10 | 1.94 | 10.83 | 50.98 | 0.92 |
| Raw seed | 28.66 | 0.59 | 1.61 | 0.10 | 0.31 | 0.06 | 5.31 | 1.65 | 0.17 | 0.02 | 9.44 | 47.33 | 1.61 | 6.41 | 42.13 | 0.90 |

**Table 4.** Amino acid content of cowpea sprouts (freeze-dried power) according to the culture temperatures (㎎%).

| Tempera-ture (℃) | Aspartic acid | Threo-nine | Serine | Glutamic acid | Proline | Glycine | Alanine | Valine | Methio-nine | Isoleu-cine | Leucine | Tyrosine | Phenylala nine | Histidine | Lysine | Am-monia | Arginine | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 4,206 | 746 | 903 | 2,692 | 3,908 | 599 | 786 | 1,018 | 135 | 811 | 1,314 | 499 | 1,111 | 836 | 1,098 | 85 | 1,180 | 21,927 |
| 18 | 4,667 | 774 | 960 | 2,966 | 3,909 | 665 | 799 | 1,076 | 130 | 894 | 1,447 | 553 | 1,195 | 896 | 1,205 | 89 | 1,300 | 23,526 |
| 21 | 4,230 | 775 | 967 | 3,076 | 4,058 | 667 | 865 | 1,082 | 150 | 880 | 1,454 | 551 | 1,193 | 894 | 1,228 | 87 | 1,270 | 23,426 |
| 24 | 4,635 | 857 | 1,072 | 3,242 | 4,407 | 706 | 945 | 1,174 | 204 | 953 | 1,570 | 579 | 1,310 | 949 | 1,298 | 92 | 1,385 | 25,378 |
| 27 | 4,360 | 773 | 922 | 2,657 | 3,567 | 608 | 846 | 1,071 | 149 | 826 | 1,348 | 537 | 1,157 | 876 | 1,137 | 86 | 1,245 | 22,163 |
| 30 | 3,593 | 547 | 637 | 1,789 | 2,551 | 424 | 568 | 753 | 94 | 581 | 865 | 347 | 785 | 771 | 782 | 75 | 848 | 16,009 |
| 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 |

하지 않거나 발아력이 약한 종실의 비율을 검토한 결과는 Table 5와 같다. 각 원료곡의 백립중은 9.81~20.53 g, 종피율은 9.4~22.9% 범위였다. 자원별 동부나물 생산수율은 IT154153 647%, Seowon 615%, Tvu7426 608% 순으로 많았고, IT154149는 313%로 매우 낮아 시험재료간 변이가 크게 나타냈다. 나물 재배 후 발아되지 않는 종실의 비율은 0~37.8%, 발아력이 약한 종실의 비율은 0.2~4.6%로 재료간 차이가 크게 나타냈다. 나물 생산수율이 높은 IT154153의 특징은 백립중이 16.22 g로 상대적으로 입중이 무거운 반면 종피율이 9.4%로 매우 낮을 뿐만 아니라 발아되지 않은 종실이 없고 발아력이 약한 종실이 2.6%로 매우 낮았다. 그리고 나물 생산수율이 높은 Seowon의 특징은 백립중이 12.58 g로 상대적으로 입중이 가벼운 편이고 종피율은 13.3%로 상대적으로 높은 편이었으나 발아되지 않은 종실이 없고 발아력이 약한 종실이 4.4%로 매우 낮았다. 또한 Tvu7426의 특징은 백립중이 9.81 g로 입중이 가장 가볍고 종피율이 13.0%로 약간 높았으나 발아되지 않은 종실과 발아력이 약한 종실이 각각 0.3, 0.2%로 매우 낮았다. 한편 나물 생산수율이 313%로 가장 낮은 IT154149는 백립중 14.05 g, 종피율 12.8%로 타 시험자원과 큰 차이가 없었으나 발아되지 않은 종실과

**Table 5.** Changes in yield and hard seed ratio of cowpea sprouts according to the experiment resources.

| Experiment resources | 100-seed weight (g) | Percentage of seed coat (%) | Sprout yield ratio[z] (%) | | | | Yield Index | Non germination ratio (%) | Germinability weak ratio (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 24 CH[y] | 48 CH | 72 CH | 94 CH | | | |
| Seowon | 12.58 | 13.3 | 226 | 337 | 478 | 615a[x] | 100 | 0.0b | 4.4c |
| IT104373 | 13.03 | 22.9 | 222 | 290 | 407 | 529b | 86 | 1.8b | 2.1c |
| IT145383 | 14.71 | 11.4 | 244 | 331 | 434 | 552b | 90 | 0.1b | 9.4b |
| IT154149 | 14.05 | 12.8 | 179 | 215 | 260 | 313d | 51 | 37.8a | 21.8a |
| IT145387 | 20.53 | 10.0 | 250 | 312 | 383 | 463c | 75 | 1.0b | 20.3a |
| Jeonnam1 | 15.78 | 15.4 | 237 | 299 | 379 | 472c | 77 | 0.0b | 15.1a |
| IT154153 | 16.22 | 9.4 | 267 | 364 | 502 | 647a | 105 | 0.0b | 2.6c |
| Jeonnam2 | 17.22 | 14.0 | 234 | 282 | 351 | 435c | 71 | 0.5b | 18.3a |
| IT145391 | 18.62 | 11.0 | 243 | 289 | 359 | 434c | 71 | 0.4b | 24.6a |
| IT97K-1042-3 | 14.07 | 13.8 | 224 | 302 | 424 | 551b | 90 | 1.7b | 6.2bc |
| Tvu7426 | 9.81 | 13.0 | 218 | 323 | 462 | 608a | 99 | 0.3b | 0.2c |
| Tvu7778 | 12.56 | 12.2 | 215 | 316 | 444 | 597a | 97 | 0.3b | 0.4c |

[z]Fresh sprout weight/material seed weight×100, [y]Cultivation hours.
[x]Means with same letter within a columns are not significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

**Table 6.** Changes in whole, hypocotyl and root length, Hypocotyl thickness of cowpea sprouts according to the experiment resources.

| Experiment resources | Whole length (㎝) | | | Hypocotyl length (㎝) | | | Root length(㎝) | | | Hypocotyl thickness(㎜) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 48 CH[y] | 72 CH | 96 CH | 48 CH | 72 CH | 96 CH | 48 CH | 72 CH | 96 CH | 96 CH |
| Seowon | 5.0 | 10.4 | 17.1 | 1.04 | 3.03 | 7.33 | 2.70 | 6.40 | 8.54 | 2.92 |
| IT104373 | 4.2 | 9.6 | 14.4 | 0.87 | 2.67 | 5.46 | 2.28 | 5.74 | 7.96 | 2.68 |
| IT145383 | 4.7 | 9.3 | 15.7 | 1.04 | 3.12 | 6.11 | 2.43 | 5.02 | 8.37 | 2.89 |
| IT154149 | 4.2 | 8.0 | 12.2 | 0.92 | 1.82 | 3.48 | 1.89 | 5.02 | 7.52 | 3.07 |
| IT145387 | 4.8 | 9.3 | 14.1 | 1.04 | 2.26 | 4.03 | 2.27 | 4.09 | 5.96 | 3.14 |
| Jeonnam1 | 5.0 | 10.0 | 16.3 | 1.11 | 3.04 | 6.48 | 2.54 | 5.63 | 7.78 | 2.84 |
| IT154153 | 6.3 | 11.5 | 17.6 | 1.60 | 3.63 | 6.49 | 3.39 | 6.75 | 9.51 | 3.15 |
| Jeonnam2 | 4.3 | 9.5 | 15.8 | 1.10 | 2.98 | 6.08 | 1.74 | 5.63 | 5.91 | 2.73 |
| IT145391 | 4.2 | 8.4 | 14.5 | 1.05 | 2.42 | 5.19 | 1.86 | 4.63 | 8.04 | 2.68 |
| IT97K-1042-3 | 3.9 | 8.4 | 13.2 | 0.96 | 3.03 | 4.99 | 1.72 | 4.10 | 6.71 | 2.73 |
| Tvu7426 | 4.6 | 9.3 | 14.8 | 1.25 | 2.86 | 5.25 | 2.40 | 5.00 | 8.00 | 2.44 |
| Tvu7778 | 5.1 | 10.1 | 14.9 | 1.36 | 2.61 | 4.06 | 2.76 | 6.17 | 9.51 | 2.90 |

[y]Cultivation hours.

발아력이 약한 종실이 각각 37.8, 21.8%로 매우 높았기 때문이었다. 이상의 결과는 양질의 콩나물 재배에는 입중이 가벼운 콩 품종이 좋다는 Suh *et al*. (1997)의 보고와는 상이하게 다중 요인의 영향을 받았다. 즉, 동부나물 생산에 적합한 원료곡(자원)의 특징은 종실이 작을 뿐만 아니라 종피가 얇으며 발아력이 우수한 특징을 보였다. 각 시험자원별 나물의 생장반응을 검토한 결과는 Table 6과 같다. Table 5에서 나물 생산수율이 높은 자원중에서 IT154153 (백립중 16.22 g)과 Sewon (백립중 12.58 g)은 전장과 하배축장 등이 길었고, 백립중이 9.81 g로 낮은 Tvu7426은 전장과 하백

**Table 7.** Changes in vitamin C content and Hunter's color values of cowpea sprouts(freeze-dried power) according to the experiment resources.

| Experiment resources | Vitamin C (㎎/g DW) | Cotyledon | | | Epicotyl | | | Hypocotyl | | | Root | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* | L* | a* | b* |
| Seowon | 2.00 | 64.9 | -0.8 | 41.7 | 60.5 | -2.5 | 26.4 | 63.9 | -1.1 | 11.5 | 46.0 | 2.7 | 14.0 |
| IT104373 | 1.71 | 61.2 | -3.0 | 44.0 | 64.2 | 0.0 | 23.4 | 63.0 | -1.6 | 13.9 | 49.0 | 3.3 | 14.7 |
| IT145383 | 1.87 | 60.2 | -1.9 | 41.2 | 62.8 | 0.3 | 24.9 | 64.3 | -1.6 | 12.1 | 47.6 | 3.9 | 15.3 |
| IT154149 | 1.84 | 62.0 | -0.8 | 40.0 | 64.8 | 0.7 | 24.3 | 61.2 | -1.0 | 14.5 | 51.6 | 2.6 | 13.7 |
| IT145387 | 1.60 | 64.2 | -0.8 | 39.5 | 65.7 | 1.2 | 23.0 | 64.2 | 0.3 | 15.6 | 49.1 | 3.4 | 15.0 |
| Jeonnam1 | 1.70 | 60.4 | -2.5 | 44.5 | 67.2 | 0.5 | 24.8 | 62.6 | -0.9 | 13.9 | 47.4 | 3.3 | 16.3 |
| IT154153 | 2.27 | 58.6 | -3.3 | 45.7 | 66.1 | -0.3 | 29.5 | 62.3 | -1.4 | 15.2 | 49.4 | 3.5 | 17.8 |
| Jeonnam2 | 1.75 | 60.4 | -1.6 | 46.1 | 65.7 | 0.3 | 25.3 | 62.5 | -1.2 | 14.0 | 46.2 | 3.5 | 15.5 |
| IT145391 | 1.72 | 61.0 | -1.5 | 42.9 | 69.0 | 0.2 | 25.4 | 63.9 | -1.5 | 15.0 | 46.7 | 3.8 | 14.8 |
| IT97K-1042-3 | 1.96 | 55.8 | -1.2 | 43.9 | 67.6 | -1.3 | 24.4 | 63.1 | -1.5 | 11.5 | 45.3 | 2.2 | 14.9 |
| Tvu7426 | 2.14 | 56.0 | -1.9 | 45.0 | 66.3 | -1.4 | 29.2 | 61.7 | -2.2 | 13.8 | 48.5 | 2.4 | 14.5 |
| Tvu7778 | 2.01 | 56.9 | -2.7 | 48.3 | 66.2 | -2.6 | 36.5 | 62.4 | -2.4 | 13.4 | 51.1 | 2.3 | 16.0 |

※ L* : lightness, a* : redness, b* : yellowness.

**Table 8.** General and inorganic components content of cowpea sprouts(freeze-dried power) according to the experiment resources.

| Division | Experiment resources | % | | | | | | ㎎/㎏ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | T-C | T-P | K | Ca | Mg | Na | B | Al | Ti | Cr | Mn | Fe | Ni | Cu | Zn | Mo |
| Sprout | Seowon | 44.4 | 39.6 | 1.81 | 0.21 | 0.38 | 0.09 | 4.21 | 1.77 | 0.68 | 2.46 | 7.01 | 61.3 | 0.95 | 11.18 | 46.8 | 75.7 |
| | IT104373 | 40.4 | 28.6 | 1.64 | 0.21 | 0.35 | 0.08 | 3.87 | 1.85 | 0.32 | 1.68 | 8.55 | 65.8 | 0.93 | 9.38 | 35.8 | 20.3 |
| | IT145383 | 40.2 | 28.2 | 1.87 | 0.24 | 0.37 | 0.10 | 4.08 | 0.70 | 0.37 | 4.55 | 6.57 | 65.2 | 2.17 | 8.83 | 36.0 | 20.8 |
| | IT154149 | 41.4 | 24.7 | 1.90 | 0.23 | 0.37 | 0.09 | 3.82 | 2.28 | 0.31 | 10.19 | 7.95 | 93.5 | 5.07 | 6.73 | 27.3 | 29.0 |
| | IT145387 | 44.3 | 26.6 | 1.70 | 0.18 | 0.32 | 0.07 | 3.54 | 0.97 | 0.22 | 2.12 | 9.17 | 50.0 | 1.05 | 6.71 | 25.8 | 17.9 |
| | Jeonnam1 | 43.8 | 28.3 | 1.34 | 0.18 | 0.28 | 0.05 | 3.03 | 0.00 | 0.32 | 1.85 | 10.73 | 57.8 | 1.03 | 6.75 | 26.0 | 18.0 |
| | IT154153 | 44.3 | 35.6 | 1.25 | 0.19 | 0.28 | 0.07 | 1.90 | 0.00 | 0.43 | 2.74 | 4.51 | 62.9 | 1.79 | 9.52 | 31.7 | 29.2 |
| | Jeonnam2 | 44.3 | 29.2 | 1.50 | 0.21 | 0.31 | 0.07 | 1.99 | 0.00 | 0.27 | 4.54 | 11.54 | 71.8 | 8.27 | 7.58 | 26.1 | 11.3 |
| | IT145391 | 39.7 | 27.5 | 1.63 | 0.20 | 0.33 | 0.06 | 3.22 | 0.49 | 0.14 | 1.02 | 8.46 | 54.2 | 1.09 | 7.12 | 30.9 | 23.0 |
| | IT97K-1042-3 | 39.7 | 32.8 | 1.51 | 0.21 | 0.25 | 0.09 | 2.27 | 0.00 | 0.26 | 0.42 | 9.62 | 51.1 | 0.86 | 7.65 | 32.9 | 31.8 |
| | Tvu7426 | 39.6 | 32.9 | 1.85 | 0.22 | 0.43 | 0.09 | 2.74 | 0.00 | 0.10 | 0.51 | 8.51 | 65.9 | 0.24 | 8.09 | 37.6 | 88.0 |
| | Tvu7778 | 40.0 | 30.8 | 1.56 | 0.19 | 0.33 | 0.07 | 4.23 | 0.00 | 0.20 | 2.58 | 8.57 | 66.9 | 1.67 | 9.60 | 31.4 | 81.3 |
| | Mean | 41.8 | 30.4 | 1.64 | 0.21 | 0.33 | 0.08 | 3.15 | 0.73 | 0.31 | 2.92 | 8.42 | 63.6 | 2.13 | 8.14 | 32.5 | 33.2 |
| Raw seed | Seowon | 39.4 | 28.6 | 1.39 | 0.08 | 0.32 | 0.02 | 4.03 | 0.00 | 0.05 | 1.32 | 6.75 | 68.4 | 0.70 | 4.66 | 30.5 | 71.3 |
| | IT104373 | 38.8 | 22.5 | 1.47 | 0.10 | 0.28 | 0.04 | 5.68 | 2.75 | 0.18 | 0.73 | 8.97 | 57.3 | 0.82 | 6.13 | 24.5 | 11.1 |
| | IT145383 | 38.2 | 22.0 | 1.40 | 0.07 | 0.23 | 0.05 | 5.43 | 0.64 | 0.15 | 1.37 | 6.33 | 48.0 | 0.98 | 3.86 | 23.6 | 12.2 |
| | IT154149 | 39.1 | 19.4 | 1.57 | 0.09 | 0.25 | 0.05 | 4.97 | 1.03 | 0.16 | 1.05 | 7.65 | 49.4 | 0.99 | 4.07 | 15.5 | 23.7 |
| | IT145387 | 38.7 | 19.8 | 1.69 | 0.10 | 0.28 | 0.01 | 4.68 | 6.46 | 0.92 | 0.34 | 9.35 | 44.0 | 0.47 | 3.56 | 23.4 | 12.4 |
| | Jeonnam1 | 37.6 | 19.8 | 1.46 | 0.09 | 0.28 | 0.01 | 3.55 | 7.77 | 0.59 | 0.70 | 10.88 | 54.0 | 0.79 | 3.12 | 20.0 | 12.2 |
| | IT154153 | 39.0 | 25.0 | 1.51 | 0.12 | 0.29 | 0.01 | 2.53 | 6.45 | 0.76 | 0.28 | 6.04 | 51.7 | 0.64 | 4.03 | 24.8 | 8.7 |
| | Jeonnam2 | 38.2 | 21.1 | 1.47 | 0.08 | 0.27 | 0.01 | 3.35 | 7.01 | 0.45 | 0.45 | 10.67 | 50.1 | 2.28 | 3.67 | 20.6 | 8.7 |
| | IT145391 | 38.2 | 23.9 | 1.46 | 0.11 | 0.28 | 0.01 | 3.90 | 8.05 | 0.63 | 0.39 | 8.24 | 49.1 | 0.78 | 3.79 | 24.7 | 10.4 |
| | IT97K-1042-3 | 39.3 | 27.5 | 1.37 | 0.10 | 0.28 | 0.01 | 4.04 | 7.44 | 0.71 | 1.24 | 10.39 | 54.8 | 1.09 | 4.07 | 23.9 | 25.6 |
| | Tvu7426 | 39.3 | 27.1 | 1.46 | 0.09 | 0.33 | 0.01 | 5.28 | 5.08 | 0.23 | 1.32 | 9.49 | 51.2 | 0.57 | 3.24 | 27.0 | 63.9 |
| | Tvu7778 | 39.1 | 25.7 | 1.60 | 0.09 | 0.34 | 0.01 | 5.77 | 1.02 | 0.04 | 1.60 | 9.15 | 46.0 | 1.28 | 4.51 | 24.6 | 64.6 |
| | Mean | 38.7 | 23.5 | 1.49 | 0.10 | 0.28 | 0.03 | 4.22 | 4.45 | 0.43 | 1.01 | 8.60 | 53.5 | 1.02 | 4.36 | 24.3 | 24.5 |

축장이 상대적으로 작은 편이었다. 각 시험자원별 생장반응은 자원의 고유특성과 밀접한 관계가 있을 것으로 보여지기 때문에 좀 더 면밀한 검토는 추후에 실시해야 할 것으로 보아진다. 시험재료별로 생산한 동부나물의 비타민 C 함량은 Table 7과 같이 IT154153, Tvu7426, Tvu7778 순으로 높았고, 나물 부위별 생체 Hunter's color values는 시험재료간 일부 차이가 있었으나 좀 더 자세한 검토가 필요할 것으로 판단되었다. 각 시험자원의 원료곡(종실)과 나물의 일반 및 무기성분을 분석한 결과는 Table 8과 같다. 동부나물의 탄수화물, 단백질, 칼륨, 칼슘 등 일반성분의 함량은 원료곡보다 많았고, 무기성분 중에서 아연, 몰리브덴, 철 등의 함량은 동부나물에서 원료곡보다 많았으나 알루미늄, 붕소 등의 함량은 동부나물보다 원료곡에서 많은 특징을 나타냈다. 한편 동부나물의 아연, 몰리브덴, 망간 등의 함량은 대체로 원료곡의 그들 함량과 비례하는 경향을 나타내는 등 원료곡의 일반 및 무기성분의 함량에 따라 동부나물의 일반 및 무기성분 함량과도 일정한 상관관계가 있을 것으로 보여지나 현재까지의 결과로는 정확한 판단을 내리기는 곤란할 것으로 보아진다. 한편 12개 동부자원 나물의 무기성분 함량은 칼륨, 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 철, 몰리브덴, 아연 순으로 많았다. 이와 같은 결과는 콩나물의 무기성분 함량이 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 철, 아연 순으로 많다는 Youn *et al*. (2011)의 보고와 약간 상이한 특성을 나타냈다. 이상의 결과를 종합하면 동부나물 생산수율이 높고 배축장이 길어 품위가 우수한 자원은 IT154153, Seowon 및 Tvu7429 등이고, 현재 국내에 유일하게 품종으로 등록된 Seowon을 활용하면 가장 좋을 것으로 판단되었다.

## 적 요

본 연구는 동부나물 생산에 적합한 재배온도를 설정하고, 유전자원을 선발하고자 수행하였다. 재배온도 설정을 위해 Seowon을 이용하여 15℃에서 30℃까지 3℃ 간격으로 처리하였다. 나물 생산에 적합한 유전자원의 선발을 위해 Seowon, IT154149, IT154153, Tvu7426, Tvu7778 등 12계통 및 품종을 이용하여 27℃에서 재배하였다.

1. 동부나물 생산수율은 27℃에서 657%로 가장 높았고, 재배온도가 낮아질수록 떨어졌다.
2. 비타민 C 함량은 24℃ 재배에서 2.85 ㎎/g로 가장 많았고, 기타 재배온도에서는 2.15~2.29 ㎎/g 범위였으며, 재배기간이 길어질수록 증가하였다.
3. 동부나물의 무기성분 함량은 재배온도에 따른 차이가 없었고, 아미노산 함량은 15℃에서 24℃까지는 재배온도가 높아질수록 증가한 반면 24℃에서 30℃까지는 재배온도가 높아질수록 감소하였다.
4. 동부 자원별 나물 생산수율은 IT154153 647%, Seowon 615%, Tvu7426 608% 순으로 많았다. 동부나물의 생산수율이 높은 자원은 종실이 작고 종피가 얇으며 발아력이 우수한 특징을 나타냈다.
5. 동부나물의 무기성분 함량은 칼륨, 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 철, 몰리브덴, 아연 순으로 많았다. 동부나물의 단백질, 칼슘, 아연, 몰리브덴, 철 등의 함량은 원료곡보다 많았고, 알루미늄, 붕소 등의 함량은 원료곡보다 적었다.

## 사 사

본 논문의 일부는 농촌진흥청 연구비 지원(과제번호: PJ008765)에 의해 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

## 인용문헌(REFERENCES)

Bae, K. G., S. W. Nam, K. N. Kim, and Y. H. Hwang. 2002. Effect of microbe control and water temperature on early growth and yield of soybean sprouts. Korean J. Crop Sci. 47(6) : 453-458.

Choi, I. H., S. O. Kim, K. S. Kim, and M. Y. Lee. 1998. Effect of mungbean sprouts juice on cadmium-induced hepatotoxicity in rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27(5) : 980-986.

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.

Hyangmunsa. 2007. Upland crop. Seoul, Korea, pp. 270-359.

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., D. M. Son, S. U. Chon, K. D. Lee, K. H. Kim, and Y. S. Rim. 2009. Phenolic compounds content and DPPH, ADH, ALDH activities of mungbean sprout based on growth temperature. Korean J. Crop Sci. 54(1) : 1-6.

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, K. J. 1982. Changes of lipid and free fatty acid in mungbean sprouts during growth. Korean Home Economics Association 20(2) : 85-89.

Kim, K. J. 1981. Changes of nitrogen compounds and free amino acid of mungbean sprout. Korean Home Economics Association 19(1) : 25-31.

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, S. L., J. J. Hwang, Y. K. Son, J. Song, K. Y. Park, and K. S. Choi. 2000a. Culture methods for the production of clean soybean sprouts. Ⅰ. Effect on growth of soybean sprouts under the temperature control of culture and water supply. Korea Soybean Digest. 17(1) : 69-75.

Kim, S. L., J. Song, J. C. Song, J. J. Hwang, and H. S. Hur. 2000b. Culture methods for the production of clean soybean sprouts. Ⅱ. Effect on the growth of soybean sprouts according to interval and quantity of water supply. Korea Soybean Digest. 17(1) : 76-83.

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, J. C. and Y. H. Hwang. 1996. Variation of asparagine and aspartic acid contents in beansprout soybean. Korean J. Crop Sci. 41(5) : 592-599.

Rural Development Administration(RDA). 2006. Genetic characterization and management tips. Mungbean. Suwon, Korea, pp. 13-14.

Suh, S. K., H. S. D. Kim, S. K. Jo, Y. J. Oh, S. D. Kim, and Y. S. Jang. 1997. Effect of different cultural conditions on growing characteristics of soybean sprouts. Korean Soybean Dig. 14(2) : 72-84.

Yang, C. B. 1981. Changes in nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout. Ⅱ. Changes amino acid composition. J. Korean Agricultural Chemical Society 24(2) : 94-100.

Youn, J. E., H. S. Kim, K. A. Lee, and Y. H. Kim. 2011. Contents of minerals and vitamines in soybean sprouts. Korean J. Crop Sci. 56(3) : 226-232.