

품종이 다른 나물콩으로 재배한 콩나물의 품질 특성

손희경·김용호¹·이경애[†]

순천향대학교 식품영양학과, ¹순천향대학교 의료생명공학과

Quality Characteristics of Bean Sprouts with Different *Namulkong* Cultivars

Hee-Kyeoung Shon · Yong-Ho Kim¹ · Kyong-Ae Lee[†]

Department of Food Science and Nutrition

¹Department of Medicinal Biotechnology, Soonchunhyang University

Abstract

The physicochemical and sensory properties of bean sprouts with different *namulkong* cultivars were examined. The five *namulkong* cultivars included were as follows : *Nokchaekong*, *Dawonkong*, *Seonamkong*, *Orialtae*, and *Pungsannamulkong* with light green, black, yellow, dark green, and yellow seed coats, respectively. The bean sprouts were cultivated in a lab and were used for analyses. The instrumental textural hardness and lipoxigenase activity of the heads were higher than those of the stems in both fresh and boiled bean sprouts. The 3 minutes of boiling caused a decrease in the hardness and lipoxigenase activity of the heads and the stems. The chlorophyll a and b contents in the heads were higher than those in the stems, and they decreased with boiling. The fresh bean sprouts with *Dawonkong*, *Seonamkong* and *Pungsannamulkong* showed higher acceptability than those with *Nokchaekong* and *Orialtae*. The higher acceptability was observed in the boiled and flavored bean sprouts with *Seonamkong* and *Pungsannamulkong*.

Key words: *namulkong*, bean sprout, lipoxigenase activity, chlorophyll, acceptability

I. 서론

콩은 단백질이 풍부하고 아미노산 조성이 우수할 뿐 아니라 이소플라본, 대두사포닌(soyasaponin), 토코페롤, 폴리페놀 등 다양한 생리활성물질을 함유한 식품이다(Xu MJ 등 2005, Kim SL 등 2013). 특히 콩에 함유된 이소플라본, 콩단백질은 골다공증과 유방암 예방 효과, 항산화 활성, 혈청 콜레스테롤 저하 효과 등이 있는 것으로 알려져 있다(Molteni A 등 1995, Rice-Evans CA 등 1996, Trock B 등 2000, Desroches S 등 2004, Lim SM 등 2013). 콩은 그 자체로 조리하여 섭취하기도 하지만 다양한 형태의 가공식품으로 개발, 이용되고 있으며 가장 간편하고 경제적인 콩 가공방법은 콩을 발아시키는 방법이다. 콩은 발아 시 지질, 루테인, β -카로틴, 클로로필 a 등의 함량이 감소하고 콩에 존재하지 않았던 비타민 C가 생합성되며 단백질과 전분의 소화율이 증가할 뿐 아니라 트립신 저해제, 피틴산과 같은 항영양인자의 함량이 낮아

져(Collins JL과 Sand GG 1976, Sathie SK 등 1983, Mostafa MM 등 1987, Lee J 등 2013), 콩 발아식품인 콩나물은 소화율이 좋은 영양식품이다. 또한 콩나물은 원료인 나물콩에 비해 이소플라본 함량이 높으며 숙취해소 효과를 보이는 아스파라긴산이 다량 함유되어 있다(Cho SY 등 2009). 예로부터 콩으로 기른 콩나물 순(대두황권)을 햇빛에 말린 후 살짝 볶아서 다른 약재와 함께 약용으로 사용하기도 하였다(*Donggeuimunheonyeongusil* 2007). 콩과 콩 가공식품의 우수한 건강기능성이 알려지면서 아시아 지역을 중심으로 소비되어 왔던 이들 식품에 대한 서양의 관심이 높아져 서양인들의 입맛에 맞는 대두를 이용한 여러 가공식품이 개발되어 왔으며(McIsaac C 등 1993, Drake MA 등 2000, Friedeck KG 등 2003) 미국에서는 소두 발아식품에 대한 연구도 진행되어 왔다(Abdulalah A 등 1984). 따라서 서양에서도 콩 발아식품인 콩나물의 인기가 높아질 것으로 기대되므로 국내 뿐 아니라 외국에서의 콩나물 소비 확대를 위해 내외국인의 입맛에 맞는 기호성이 우수한 콩나물의 적극적인 개발이 필요하다.

소비자의 기호에 맞는 콩나물을 생산하기 위해서는 기호 특성을 고려한 품질 평가가 이루어져야 하나 주로 생

[†]Corresponding author: Kyong Ae Lee, Department of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University
Tel: +82-41-530-1262
Fax: +82-41-530-1264
E-mail: kaelee@sch.ac.kr

콩나물의 외관, 즉 머리와 줄기 부분은 각각 노란색, 유백색을 띠고 잔뿌리가 없는 것이 좋은 품질의 콩나물로 평가되어 왔다(Park MH 등 1995). 콩나물은 생 것 특유의 냄새 때문에 가열 조리하여 이용함에도 불구하고 콩나물의 품질 특성은 주로 생 콩나물에 대해 연구되어 왔으며(Shin DH와 Choi U 1996, Song J 등 2000), 가열 조리 시 콩나물의 물리화학적 변화에 대한 보고는 부족한 실정이다. 현재 주로 콩나물 재배에 이용되는 나물콩은 껍질이 황색인 황색 종피종이지만 녹색 종피종, 황색 종피종 등 껍질 색이 다양한 나물콩이 개발되어 있다. 나물콩은 껍질의 색에 따라 발아율, 부패립율, 수분 흡수율 등에 차이를 보이므로(Kim SD 등 1982, Kim SS 등 2000), 껍질색이 다른 나물콩으로 재배한 콩나물의 특성에 대한 연구가 필요한 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 껍질색이 황색인 풍산나물콩과 서남콩, 연한 녹색인 녹색콩, 진한 녹색인 오리알태, 검은색인 다원콩 등 5종의 국산 나물콩으로 재배한 콩나물의 이화학적 특성, 관능적 특성 등 품질 특성을 검토하여 고품질 콩나물 개발에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

콩나물 재배에는 녹색콩, 다원콩, 서남콩, 오리알태, 풍산나물콩 등 껍질색이 다른 다섯 종류의 나물콩을 사용하였다. 이 중 녹색콩, 다원콩, 서남콩, 풍산나물콩 등 4 품종은 국립식량과학원에서 분양받았으며 오리알태는 우리 콩나물 살리기 운동본부에서 구입하여 사용하였다.

2. 방법

1) 콩나물 재배

각 나물콩 50 g을 30분 간 물에 수침 후 선별하여 콩나물 재배기(신창 INC: SC-9000A, 오산, 한국)에 넣어 연속적으로 수주하면서 25°C에서 5일간 재배 후 수확하여 실험재료로 사용하였다.

2) 콩나물 시료의 준비

(1) 생콩나물

수확 직후의 콩나물을 3회 수세하여 껍질을 제거하고 체에 밭쳐 30초간 물기를 제거한 후 생 콩나물 시료로 사용하였다.

(2) 삶은 콩나물과 콩나물 무침

콩나물 무침은 Shon HK 등(2008)의 방법을 일부 수정하여 조리하였다. 냄비에 물 1000 mL를 붓고 가열하여 끓기 시작하면 소금 4 g과 생 콩나물 100 g을 넣고 가열

하였다. 3분간 가열한 후 콩나물을 건져내어 30초간 물기를 제거하였다. 이 삶은 콩나물을 다진 파, 다진 마늘, 깨소금, 소금으로 양념하여 콩나물 무침을 만들었다.

3. 콩나물의 재배 수율

각 나물콩으로 재배한 콩나물의 재배 수율(%)은 수침 전 나물콩의 중량(g)과 수확 직 후 콩나물의 생 중량(g)을 이용하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{재배수율(\%)} \\ = \frac{\text{수확 직 후 콩나물의 생 중량 (g)}}{\text{나물콩의 중량 (g)}} \times 100 \end{aligned}$$

4. 콩나물의 생장 특성

수확 직 후의 콩나물을 머리 부분과 줄기 부분으로 나누어 각각의 길이와 두께를 그리고 전장(whole length, 뿌리를 포함)을 캘리퍼 버니스(CD-15 cpx, Mitutoyo Co., Tokyo, Japan)로 20회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

5. 콩나물의 견고성

생 콩나물과 삶은 콩나물의 머리 부분과 줄기 부분의 견고성을 Rheometer(Compac-100II, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 콩나물의 머리 부분은 높이 2.3±0.1 mm 되는 것을 선별하여 길이가 10 mm 되도록 양쪽 끝을 잘라낸 후 시료로 사용하였으며, 줄기부분은 높이 1.7±0.1 mm인 것을 선별하여 길이 5 mm가 되도록 양끝을 자른 후 시료로 이용하였다. 측정조건은 test type, mastication test; plunger diameter, 15 mm; penetration depth, 1.0 mm; test speed 60 mm/sec; load cell, 2 kg(줄기 부분) 또는 10 kg(머리 부분) 이었다.

6. 콩나물의 색도

생 콩나물과 삶은 콩나물의 머리와 줄기의 색도를 분석하기 위하여 분광색차계(JX777, C.T.S. Co., Tokyo, Japan)로 L값, a값, b값을 측정하였다. 표준색판은 L값 93.26, a값 0.58, b값1.03이었다.

7. 콩나물의 리폭시게나제 활성

생 콩나물과 삶은 콩나물의 리폭시게나제 활성은 Kitamura K(1984), Shon HK 등(2008)의 방법에 따라 측정하였다. 콩나물의 머리 또는 줄기를 0.05M Tris-HCl(pH 8.0)와 혼합하여 2시간 반응시킨 후 원심분리(5,000 rpm, 20분)하여 상등액을 분리하였다. 상등액에 리놀레산(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 넣고 30초 후의 흡광도를 측

정하였다. 흡광도는 UV-VIS spectrophotometer(UV-1240, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 234 nm에서 측정하였으며 효소의 활성은 시료 mg 당 흡광도 변화로 나타내었다.

8. 콩나물의 클로로필 함량

생 콩나물과 삶은 콩나물의 머리와 줄기의 클로로필 함량은 Vernon LP(1960), Weemaes C 등(1999)의 방법에 따라 분석하였다. 콩나물의 머리 또는 줄기 5 g과 80% 아세톤 10 mL을 가하여 마쇄한 후 80% 아세톤으로 25 mL로 정용하였다. 이 마쇄물을 여과하여 얻은 여액의 흡광도를 UV-VIS spectrophotometer (UV-1240, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 663 nm와 645 nm에서 측정하였다. 흡광도를 이용하여 다음 식에 따라 클로로필 a와 클로로필 b의 함량을 계산하였다.

$$\text{클로로필 a } (\mu\text{g/g}) = 12.72 \times \text{OD}_{663\text{nm}} - 2.58 \times \text{OD}_{645\text{nm}}$$

$$\text{클로로필 b } (\mu\text{g/g}) = 22.88 \times \text{OD}_{663\text{nm}} - 5.50 \times \text{OD}_{645\text{nm}}$$

9. 관능검사

순천향대학교 식품영양학과 재학생 10명에게 실험목적 등을 설명하고 7점 평점법을 이용하여 관능검사를 실시하였다. 생콩나물, 데친 콩나물, 콩나물 무침에 대해 각각 머리와 줄기의 색, 냄새(콩비린 냄새, 풋 냄새, 고소한 냄새), 맛(콩 비린 맛, 풋 맛, 고소한 맛, 쓴 맛, 단 맛), 텍스처(견고성, 아삭함, 씹힘성), 전반적인 기호도를 조사하였다. 머리의 색은 노란색/녹색이 진할수록, 줄기의 색은 더 하얗수록, 냄새와 맛 특성은 더 강할수록, 기호도가 높을수록 높은 점수를 부여하도록 하였다.

10. 통계분석

실험결과는 SPSS통계프로그램(version 17.0, SPSS Institute Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 분산분석을 실시하였으며 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 시료 간 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 콩나물의 재배수율 및 성장특성

5종류의 국산 나물콩으로 재배한 콩나물의 재배 수율과 성장특성은 Table 1에 나타내었다. 콩나물의 재배수율은 540.00%(녹채콩)~658.32%(다원콩) 이었다. 다원콩은 녹채콩에 비해 재배수율이 높았으며 다른 나물콩으로 재배한 콩나물과는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). Kim SS 등(2000)은 국산 나물콩 4종으로 재배한 콩나물의 수율은 506.8~525.3% 이었다고 보고하였다. 본 실험에서 수율이 높게 나타난 것은 나물콩의 품종, 재배방법 등의 차이에 의한 것으로 생각된다. 콩나물 수율은 높을수록 좋은 나물콩으로 인정받는 중요한 특성으로 재배온도가 높아질수록 수율이 증가하지만 부패립 발생, 세균수를 고려할 때 20~25°C에서 재배하는 것이 좋다(Seo SK 등 1995).

콩나물의 성장특성을 검토하기 위해 콩나물 머리의 길이와 두께, 줄기의 길이와 두께, 전체길이를 캘리퍼버니스로 측정하였다(Table 1). 머리의 길이와 두께는 각각 11.04~11.66 mm, 2.3~2.7 mm이었다. 줄기의 길이는 10.68~14.21 cm로 오리알대로 재배한 콩나물은 다른 나물콩으로 재배한 콩나물에 비해 줄기의 길이가 가장 길었으며 줄기의 두께는 1.59~1.86 mm로 다원콩으로 재배

Table 1. Yield and growth characteristics of bean sprouts with different *namulkong* cultivars

	<i>Nokchae</i>	<i>Dawon</i>	<i>Seonam</i>	<i>Orialtae</i>	<i>Pungsan</i>
Color					
Seed coat	Light Green	Black	Yellow	Dark Green	Yellow
Cotyledon	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Yield	540.00±34.64 ^b	658.32±62.51 ^a	624.25±27.51 ^{ab}	604.31±34.65 ^{ab}	558.33±62.52 ^{ab}
Growth characteristics					
Head					
length (mm)	11.57±0.86 ^a	11.54±0.51 ^a	11.21±1.04 ^a	11.66±0.85 ^a	11.04±1.01 ^a
thickness (mm)	2.51±0.23 ^{ab}	2.32±0.16 ^c	2.43±0.24 ^{bc}	2.67±0.24 ^a	2.61±0.20 ^{ab}
Stem					
length (cm)	11.14±0.62 ^{bc}	11.68±0.83 ^b	10.34±0.56 ^d	14.21±0.90 ^a	10.68±0.51 ^{cd}
thickness (mm)	1.83±0.20 ^a	1.59±0.17 ^b	1.81±0.17 ^a	1.82±0.17 ^a	1.86±0.15 ^a
Total length(cm)	21.49±2.30 ^b	20.21±4.66 ^b	20.30±1.34 ^b	26.62±2.01 ^a	19.46±1.71 ^b

^{a-d}Values with different superscripts within a row are significantly different at $p < 0.05$.

한 콩나물은 다른 콩나물에 비해 가늘었다($p < 0.05$). 5품종의 나물콩으로 재배한 콩나물의 전체길이는 19.5~26.6 cm로 오리알태로 재배한 콩나물의 전체길이가 가장 길었다. Shon HK 등(2008)은 5일 재배하여 수확한 것으로 추정되는 풍산나물콩으로 재배한 시판 콩나물 3종의 머리의 두께와 길이는 각각 11.7~12.7 mm, 4.7~4.7 mm 이었으며 줄기의 길이와 두께는 각각 8.6 cm, 2.1~2.5 cm 라고 보고하였다. Hwang YH 등(2002)은 녹색 종피종과 흰색 종피종이 다른 종피색을 띠는 나물콩에 비해 전장과 줄기의 길이가 길며 종피색에 따라 생장특성에 차이를 보인다고 하였다.

2. 콩나물의 견고성

콩나물의 머리와 줄기의 견고성은 Table 2에 나타난 것과 같이 생콩나물 및 삶은 콩나물의 견고성은 머리가 줄기에 비해 높았다. 생콩나물의 머리의 견고성은 서남콩이 $14.46 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 으로 가장 높았고 다원콩은 $11.03 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 으로 가장 작았으며 줄기는 나물콩 품종 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 3분간 삶은 콩나물의 머리는 서남콩 ($13.31 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)과 녹채콩($11.22 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)이 다른 콩나물에 비해 높은 견고성을 보였으며 줄기는 나물콩 품종 간에 큰 차이가 없었다. 3분간 가열 후 머리의 견고성은 오리알태 콩나물에서는 거의 변화가 없었으나 나머지 4품종의 콩나물에서는 낮아졌으며 견고성의 감소는 다원콩이 $0.67 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 로 녹채콩 $1.07 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, 서남콩 $1.35 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, 오리알태 $1.28 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 에 비해 견고성 변화가 적었다. 머리는 생콩나물에서 높은 견고성을 보인 콩나물이 삶은 후 높은 견고성을 보여 생콩나물의 머리의 견고성은 삶은 콩나물의 머리의 견고성에 영향을 주는 것으로 생각된다. 한편 줄기의 경우 생콩나물에서 높은 견고성을 보인 콩나물이 삶은 후에 더 낮은 견고성을 보이기도 하여 생콩나물의 줄기의 견고성은 가열 후 콩나물의 줄기의 견고성에 큰 영향을 주지 않는 것으로 보인다. Kim SY 등(2011)은 시판 콩나물의 가열 조리 시 수용성 식이섬유 뿐 아니라 불용성 식이섬유 함량도 증가하였으며 콩나물의 총 식이섬유 함량은 나물콩 품종에 따라 차이를 보였

다고 하였다. Park WK와 Kim SH(1991)는 콩나물과 같은 채소류에 함유된 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 펙틴, 리그닌과 같은 식이섬유가 조직감에 영향을 준다고 하였다.

3. 콩나물의 색도

생콩나물 및 삶은 콩나물의 머리와 줄기의 색도를 측정하여 Table 3에 나타내었다. 생콩나물의 머리의 L값은 서남콩과 풍산나물콩으로 재배한 콩나물이 다른 나물콩으로 재배한 콩나물에 비해 높았으며 녹채콩 콩나물은 가장 낮은 L값을 보였다. a값은 (-)값을 나타내어 약한 녹색도를 보였는데 가장 높은 녹색도를 보인 것은 녹채콩 콩나물로 녹채콩은 껍질 뿐 아니라 알맹이도 녹색을 띠어 가장 진한 녹색도를 보였을 뿐 아니라 L값도 가장 낮은 것으로 생각된다. b값은 오리알태, 녹채콩, 서남콩으로 재배한 콩나물이 다원콩과 풍산나물콩으로 재배한 콩나물보다 높아 더 진한 노란색을 띠었다. 삶은 콩나물의 머리의 L값과 b값은 생콩나물보다 높은 경향을 보여 3분간 가열에 의해 머리의 색은 더 밝아지고 더 진한 노란색을 띠었다. 삶은 콩나물의 머리는 생콩나물에서와 같이 녹색도를 나타내어 3분 간 가열 후에도 녹색도가 제거되지 않았다. 생콩나물의 줄기 부분의 L 값은 녹채콩과 오리알태로 재배한 콩나물이 다른 나물콩으로 재배한 콩나물보다 높았으며 a값은 (-)값으로 약한 녹색도를 나타내었다. b값은 녹채콩으로 재배한 콩나물이 다원콩으로 재배한 콩나물과 풍산나물콩으로 재배한 콩나물에 비해 높았다. 삶은 콩나물의 줄기는 생콩나물에 비해 L값은 낮았지고 b값은 높아져 삶은 후 줄기의 색이 조금 어두워지고 노란색은 진해졌다. a값은 생콩나물에서와 같이 (-)값을 나타내어 약한 녹색도를 나타내었으며 머리 부분에서와 같이 3분 가열 후에도 녹색도가 완전히 제거되지 않는 것으로 여겨진다. 콩나물의 머리와 줄기가 녹색을 띠는 것은 클로로필 생성에 의한 것으로 가열시 클로로필이 완전 파괴되기 보다는 다양한 유도체로 변화되기 때문에 녹색이 완전히 제거되지 않은 것으로 보인다(Turkmen N 등 2006). 유통과정에서 발생하는 콩나물 자엽의 녹변은 포장 필름을 투과한 빛에 의해 클로로필이 생성되었기

Table 2. Instrumental textural hardness ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$) of fresh and boiled bean sprouts with different *namul* cultivars

	<i>Nokchae</i>	<i>Dawon</i>	<i>Seonam</i>	<i>Orialtae</i>	<i>Pungsan</i>
Head					
Fresh	13.57±1.29 ^{ab}	11.03±1.03 ^d	14.66±1.55 ^a	12.50±1.65 ^{bc}	11.75±1.38 ^{cd}
Boiled	12.50±0.87 ^a	10.30±0.70 ^c	13.31±0.71 ^a	11.22±0.54 ^{bc}	11.34±0.88 ^b
Stem					
Fresh	3.65±0.55 ^a	3.23±0.44 ^a	3.60±0.61 ^a	3.35±0.61 ^a	3.27±0.47 ^a
Boiled	3.07±0.78 ^a	3.18±0.48 ^a	3.34±0.50 ^a	3.16±0.70 ^a	3.07±0.56 ^a

^{a-d} Values with different superscripts within a row are significantly different at $p < 0.05$.

Table 3. Color values of fresh and boiled bean sprouts with different *namul* cultivars

	<i>Nokchae</i>	<i>Dawon</i>	<i>Seonam</i>	<i>Orialtae</i>	<i>Pungsan</i>
Head					
L ¹⁾					
Fresh	58.89±0.53 ^c	64.35±0.40 ^b	66.80±0.24 ^a	63.80±0.08 ^b	66.13±0.09 ^a
Boiled	63.13±0.22 ^d	69.58±0.17 ^a	67.53±0.33 ^b	65.80±0.16 ^c	66.13±0.28 ^c
a ²⁾					
Fresh	-5.65±0.44 ^c	-4.12±0.35 ^b	-4.38±0.43 ^b	-3.00±0.22 ^a	-4.53±0.54 ^b
Boiled	-8.33±0.60 ^c	-3.48±0.33 ^b	-4.13±0.84 ^b	-1.63±0.23 ^a	-4.40±0.37 ^b
b ³⁾					
Fresh	47.13±0.61 ^a	34.45±0.59 ^b	47.13±0.33 ^a	46.55±0.96 ^a	34.48±0.22 ^b
Boiled	50.58±0.27 ^c	50.28±0.45 ^c	52.06±0.55 ^b	59.20±0.45 ^a	50.55±0.10 ^c
Stem					
L ¹⁾					
Fresh	67.28±0.22 ^a	66.13±0.96 ^b	65.48±0.25 ^b	67.53±0.12 ^a	55.35±0.23 ^b
Boiled	65.00±0.28 ^a	62.10±0.25 ^c	63.40±0.23 ^b	63.10±0.17 ^b	64.70±0.38 ^a
a ²⁾					
Fresh	-4.60±1.01 ^b	-3.00±0.81 ^{ab}	-3.40±0.62 ^{ab}	-3.80±0.37 ^{ab**}	-2.80±0.50 ^a
Boiled	-5.20±0.34 ^d	-2.60±0.22 ^a	-3.50±0.17 ^b	-4.20±0.17 ^{c**}	-4.40±0.19 ^c
b ³⁾					
Fresh	20.80±0.84 ^a	17.20±1.01 ^c	19.10±0.46 ^{abc}	19.40±0.43 ^{ab}	18.10±1.07 ^b
Boiled	25.58±0.45 ^c	27.30±0.26 ^a	26.33±0.24 ^b	27.28±0.28 ^a	26.93±0.22 ^{ab}

^{a-d}Values with different superscripts within a row are significantly different at $p < 0.05$.

¹⁾lightness, ²⁾redness(+)/greenness(-), ³⁾yellowness(+)/blueness(-)

때문이며 이 때 생성된 클로로필의 양은 빛에 노출되는 시간에 비례적으로 증가한다(Lee YS 등 2001). 클로로필의 전구체인 클로로필라이드는 암소 하에서도 생성되기 때문에 일시적으로 빛에 노출되어도 즉시 녹변이 일어난다(Kim ID와 Kim SD 2001).

4. 콩나물의 리폭시게나제 활성

생콩나물 및 삶은 콩나물의 머리와 줄기의 리폭시게나제 활성을 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 생콩나물 및 삶은 콩나물의 리폭시게나제 활성은 머리가 줄기에 비해 각각 2.89~9.74배, 2.11~6.10배 높았으며 품종 간에 차이를 보였다. 생콩나물의 머리 부분의 리폭시게나제 활성은 녹채콩 콩나물이 줄기의 9.74배로 가장 컸으며 다원콩 콩나물 5.00배, 오리알태 콩나물 4.96배 이었다.

생콩나물 머리의 리폭시게나제 활성은 녹채콩 콩나물이 가장 높았고 서남콩 콩나물이 가장 낮았으며 다른 3 품종의 콩나물은 머리의 리폭시게나제 활성에 큰 차이를 보이지 않았다. 삶은 콩나물의 머리의 리폭시게나제 활성은 생콩나물에 비해 크게 감소하여 삶은 콩나물의 줄기의 리폭시게나제와 비슷한 활성을 보였다. 생콩나물에서

가장 높은 활성을 보였던 녹채콩 콩나물에서 리폭시게나제 활성 감소폭이 가장 컸으며 가장 활성이 낮았던 서남콩 콩나물에서 활성 감소폭이 가장 적었다. 삶은 콩나물 머리의 리폭시게나제 활성은 생콩나물에 비해 품종 간 차이가 크지 않았다. 리폭시게나제는 콩에도 존재하지만 콩이 발아하는 동안 활성이 크게 증가하며 발아 4일과 7일 사이에 최대가 되며(Son BY 등 2006), 콩과 콩 가공품 특유의 이취는 콩에 함유된 지방이 리폭시게나제에 의한 효소적 산화에 의해 생성된다(Wolf WJ 1975). 리폭시게나제는 리놀레산으로부터 헥사놀, 옥테놀, 프로판올 등을 생성하는 주 효소이며 생콩나물의 비린 냄새, 풋 냄새 등에 영향을 줄 뿐 아니라 가열 조리한 콩나물에서도 지방의 산화적 분해를 일으킨다(Arai S 등 1970, Rackie JJ 등 1979, Suda I 등 1995). 콩나물의 머리 부분을 구성하는 주 지방산은 리놀레산으로 구성 지방산의 50% 이상을 차지하며(Kim SY 등 2011) 콩나물의 머리 부분이 줄기 부분에 비해 리폭시게나제 활성이 높기 때문에 생콩나물의 비린 냄새는 주로 머리 부분에 기인하는 것으로 생각된다. 한편 생콩나물 및 삶은 콩나물의 줄기의 리폭시게나제 활성은 품종 간에 뚜렷한 차이가 없었으며 머리에서

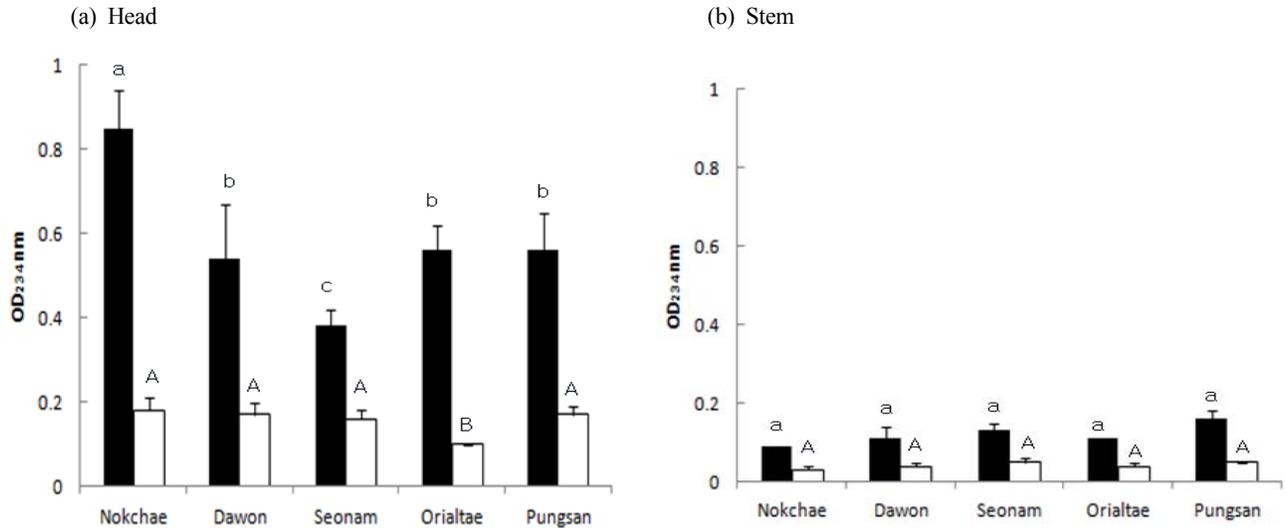


Fig. 1. Lipoxigenase activities in the head and stem of fresh (■) and boiled (□) bean sprouts with different *namulkong* cultivars

*Absorbance difference at 234 nm after 30 sec/mg dry wt. sample.
^{a-c}Different values in fresh bean spouts are significantly different at p<0.05.
^{A-B}Different values in boiled bean sprouts are significantly different at p<0.05.

와 같이 3분간 가열 시 활성 저하가 일어났다.

5. 콩나물의 클로로필 함량

콩나물 유통과정 중 빛에 의해 생성된 클로로필은 머리를 녹화시켜 관능적인 외관 특성을 저하시키는 것으로 생각되어 왔다. 최근 클로로필과 그 유도체는 항암활성, 항변이원성 활성과 같은 생리활성이 보고되어(Chemomorsky S 등 1999, McCarty MF 2001, Morita K 등 2001, Li WT 등 2007) 우수한 건강식품소재로 여겨지면서 빛을 이용하여 머리 부분에 클로로필이 축적된 녹색 콩나물 재배에 관한 연구도 진행되고 있다(Cha MJ 등 2011).

생 콩나물 및 삶은 콩나물에 함유된 클로로필 a와 클로로필 b의 함량은 Table 4와 같다. 생콩나물 및 삶은 콩나물의 머리는 줄기에 비해 더 많은 양의 클로로필 a와 b를 함유하고 있었다. 5품종 나물콩으로 재배한 생콩나물과 삶은 콩나물 머리의 클로로필 a/b는 각각 0.55~0.60, 0.54~0.66으로 클로로필 a에 비해 클로로필 b 함량이 더 높은 경향을 보였다. 녹채콩 콩나물의 머리는 클로로필 a와 b의 함량이 가장 높았으며 풍산나물콩, 서남콩, 다원콩, 오리알태 콩나물 순으로 함량이 낮아졌으나 다원콩 콩나물과 오리알태 콩나물 간의 유의차는 없었다. 녹채콩 콩나물이 다른 품종의 콩나물에 비해 클로로필 함량이 높은 것은 녹색을 띠는 녹채콩의 자엽(알맹이)에 함유된 클로로필 영향에 의한 것으로 여겨지며 껍질의 색은 클로로필 함량에 큰 영향이 없는 것으로 보인다. 삶은 콩나물의 머리의 클로로필 a와 b 함량은 품종별 차이를 보였는데 클로로필 a는 다원콩 콩나물과 서남콩 콩나물이, 클

로로필 b는 녹채콩 콩나물과 다원콩 콩나물이 다른 품종의 콩나물에 비해 높았다. 3분간 가열한 삶은 콩나물의 머리의 클로로필 a와 b 함량은 품종에 따라 생콩나물 머리에 비해 감소하거나 다소 증가하는 경향을 나타내었다. Tijssens LMM 등(2001)은 브로콜리와 그린빈의 블랜칭 시 녹색이 진해지는 것은 무색 또는 연한 녹색을 띠는 클로로필 전구체가 진한 녹색을 띠게 되거나 세포내 공기가 조리수로 대체되어 투명도가 증가하기 때문이라고 하였다. 따라서 가열 후 다원콩, 서남콩, 오리알태로 재배한 콩나물 머리의 클로로필 a증가는 클로로필 전구체의 변화나 콩나물 조직의 변화에 의한 것으로 여겨지며 가열 후 클로로필 a의 증가에 대해서는 이 후 자세히 검토되어야 할 것으로 생각된다. 조리시 클로로필의 변화는 조리방법, 가열시간이나 pH와 같은 조리조건에 따라 차이가 있으며 조리시의 변화는 화학적 분해, 클로로필 관련 성분의 용출 등에 의한(Van Loey A 등 1998, Teng SB와 Ben BH 1999, Koca N 등 2006). Teng SB와 Ben BH (1999)는 시금치는 찌거나 베이킹할 때 보다 데치거나 마이크로웨이브 조리 시 클로로필 a, b의 분해가 더 빨리 일어났으며 생시금치에 존재하지 않는 다양한 클로로필 유도체가 시금치 조리시 생성되었으며 클로로필 a는 조리수 중으로 쉽게 용출되는 특성이 있어 습열조리시 건열조리에 비해 분해가 더 잘 일어났다고 하였다. Turkmen N 등(2006)은 녹색채소 조리 시 채소의 종류와 조리방법에 따라 클로로필과 그 유도체 함량에 차이를 보이는 것은 조직 매트릭스에서 방출되는 유기산의 양의 차이, 식물 조직 내에 존재하는 전구체물질의 변화 등에 의한 것이

Table 4. Chlorophyll contents ($\mu\text{g/g}$) of fresh and boiled bean sprouts with different *namul* cultivars

		<i>Nokchae</i>	<i>Dawon</i>	<i>Seonam</i>	<i>Orialtae</i>	<i>Pungsan</i>
Head						
Chlorophyll a	Fresh	9.07±0.12 ^a	3.82±0.09 ^d	4.51±0.30 ^c	3.31±0.20 ^d	7.58±0.26 ^b
	Boiled	4.07±0.29 ^b	4.86±0.11 ^a	4.55±0.06 ^a	4.06±0.06 ^b	3.47±0.21 ^c
Chlorophyll b	Fresh	15.90±0.29 ^a	6.92±0.17 ^d	8.13±0.58 ^c	5.99±0.35 ^d	13.29±0.58 ^b
	Boiled	7.46±0.66 ^a	7.77±0.22 ^a	8.28±0.10 ^a	6.16±0.08 ^b	6.32±0.43 ^b
Stem						
Chlorophyll a	Fresh	1.06±0.02 ^a	0.68±0.29 ^{ab}	0.35±0.22 ^b	0.51±0.10 ^{ab}	0.73±0.01 ^{ab}
	Boiled	0.71±0.07 ^a	0.50±0.02 ^b	0.24±0.05 ^c	0.10±0.02 ^c	0.66±0.13 ^{ab}
Chlorophyll b	Fresh	1.77±0.04 ^a	1.25±0.66 ^a	0.64±0.37 ^a	0.81±0.04 ^a	1.29±0.01 ^a
	Boiled	1.29±0.15 ^a	0.95±0.11 ^a	0.45±0.11 ^b	0.19±0.04 ^b	1.15±0.27 ^a

^{a-d} Values with different superscripts within a row are significantly different at $p < 0.05$

라고 보고하였다. 한편 생콩나물 및 삶은 콩나물의 줄기에는 클로로필 a에 비해 클로로필 b가 더 많이 함유되어 있었으며 3분간 가열 후 클로로필 함량이 감소하였다. 줄기의 클로로필 함량은 품종 간에 큰 차이는 없었다.

6. 콩나물의 관능적 특성

생콩나물, 삶은 콩나물 및 콩나물 무침의 관능검사를 실시하였다. 생콩나물의 관능검사 결과(Table 5), 생콩나물의 머리의 색은 오리알태 콩나물이 가장 진한 노란색

Table 5. Sensory properties of fresh bean sprouts with different *namul* cultivars

		<i>Nokchae</i>	<i>Dawon</i>	<i>Seonam</i>	<i>Orialtae</i>	<i>Pungsan</i>
Color						
Head						
yellow		1.92±0.80 ^c	4.01±0.86 ^b	4.03±0.74 ^b	4.69±0.87 ^a	3.63±0.59 ^b
green		5.14±0.96 ^a	1.63±0.68 ^b	1.92±0.91 ^b	2.00±0.88 ^b	2.12±1.0 ^b
Stem						
white		2.79±0.88 ^a	3.81±0.88 ^a	4.01±0.35 ^a	4.28±0.91 ^a	3.81±0.65 ^a
Odor						
Beany		4.13±1.01 ^a	3.22±1.03 ^b	3.41±0.89 ^b	3.19±1.04 ^b	3.33±1.02 ^b
Grassy		3.52±1.00 ^a	3.00±0.85 ^a	3.28±0.89 ^a	2.98±0.85 ^a	3.01±0.79 ^a
Nutty		1.51±0.51 ^a	1.79±0.83 ^a	1.82±0.53 ^a	1.71±0.67 ^a	1.69±0.66 ^a
Taste						
Beany		5.22±0.61 ^a	4.31±0.96 ^{bc}	3.58±1.12 ^{cd}	4.51±0.90 ^{ab}	3.39±0.98 ^d
Grassy		4.51±0.96 ^a	4.42±0.76 ^{ab}	4.29±0.88 ^{ab}	4.67±1.07 ^a	3.62±0.90 ^b
Nutty		1.99±0.88 ^a	2.21±1.12 ^a	2.10±1.12 ^a	2.03±1.00 ^a	2.72±1.00 ^a
Sweet		2.00±0.82 ^a	2.59±0.83 ^{ab}	2.18±1.02 ^a	3.21±0.89 ^a	2.28±0.11 ^{ab}
Bitter		2.31±1.01 ^{ab}	2.71±0.70 ^{ab}	2.02±0.92 ^b	3.19±1.25 ^a	2.11±1.02 ^b
Texture						
Hardness		4.10±1.08 ^a	3.01±1.02 ^b	4.13±0.78 ^a	4.71±0.65 ^a	4.22±0.87 ^a
Crispness		4.42±0.86 ^a	3.58±0.60 ^a	4.12±0.58 ^a	4.17±1.15 ^a	4.12±1.16 ^a
Chewiness		4.71±0.98 ^{ab}	3.10±0.42 ^c	4.03±0.77 ^b	4.52±0.70 ^{ab}	4.18±0.70 ^{ab}
Acceptability		3.21±1.01 ^b	4.12±0.69 ^a	4.29±1.07 ^a	3.10±0.73 ^b	4.62±1.05 ^a

^{a-d} Values with different superscripts within a row are significantly different at $p < 0.05$. Each panel marked a response on a 7-point rating.

을 띠었으며 녹채콩 콩나물은 가장 연한 노란색을 보인 반면 가장 진한 녹색을 나타내었다. 녹채콩 콩나물의 머리가 가장 진한 녹색을 띠는 것은 다른 품종의 콩나물에 비해 클로로필 a와 b 함량이 높기 때문이다. 한편 줄기의 색의 하얀 정도는 품종 간 유의적 차이를 보이지 않았다. 비린 냄새는 녹채콩 콩나물이 다른 4품종에 비해 강했으며 풋 냄새와 고소한 냄새는 나물콩 품종 간 유의차가 없었다. 비린 맛은 녹채콩 콩나물이 다른 4품종에 비해 강했으나 오리알태 콩나물과는 유의차가 없었다. 녹채콩 콩나물의 비린 냄새와 비린 맛이 다른 품종의 콩나물에 비해 강한 것은 녹채콩 콩나물의 머리 부분이 다른 품종의 콩나물에 비해 리폭시게나제 활성이 높기 때문으로 여겨진다. 견고성은 다원콩 콩나물이 가장 낮았으며 다른 4품종의 콩나물 간에는 유의차가 없었다. Kim SY 등(2011)은 다원콩 콩나물이 다른 품종의 콩나물에 비해 식이섬유 함량이 낮다고 하였다. 전반적인 기호도는 다원콩 콩나물, 서남콩 콩나물, 풍산나물콩 콩나물이 녹채콩 콩나물과 오리알태 콩나물에 비해 높았다. 삶은 콩나물은 Table 6에 나타낸 것과 같이 머리의 색은 생콩나물에서와 같이 녹채콩 콩나물이 다른 나물콩 콩나물에 비해 진한 녹색

과 연한 노란색을 나타내었으며 줄기의 흰색은 콩나물 간에 차이가 없었다. 비린 냄새와 풋 냄새는 나물콩 품종의 영향을 받지 않았으며 비린 맛은 오리알태 콩나물과 녹채콩 콩나물이 서남콩 콩나물과 풍산나물콩 콩나물에 비해 강했다. 고소한 맛은 서남콩 콩나물과 풍산나물콩 콩나물이 녹채콩 콩나물과 오리알태 콩나물에 비해 강했으며 단 맛은 서남콩 콩나물이 녹채콩 콩나물, 다원콩 콩나물, 오리알태 콩나물에 비해 강했다. 전반적인 기호도는 서남콩 콩나물과 풍산나물콩 콩나물이 가장 높았으며 녹채콩 콩나물과 오리알태 콩나물이 가장 낮았다. 삶은 콩나물은 대부분 그대로 섭취하지 않고 갖은 양념으로 버무린 콩나물 무침을 조리하여 섭취하므로 콩나물무침을 만들어 관능적 검사를 실시하였다(Table 7). 콩나물무침의 머리의 녹색은 녹채콩이 가장 진하게 평가되었으며 줄기의 흰색은 콩나물 간에 차이가 없었다. 콩나물무침의 냄새 특성은 콩나물 간에 큰 차이를 나타내지 않았는데 이는 양념이 영향을 준 것으로 보이며, 고소한 맛은 다원콩 콩나물과 서남콩 콩나물이 다른 품종의 콩나물에 비해 강했으며 서남콩 콩나물과 풍산나물콩 콩나물이 다른 나물콩 콩나물에 비해 더 아삭아삭하였다. 생콩나물에서

Table 6. Sensory properties of boiled bean sprouts cultivated with different *namul-kong* cultivars

	<i>Nokchae</i>	<i>Dawon</i>	<i>Seonam</i>	<i>Orialtae</i>	<i>Pungsan</i>
Color					
Head					
yellow	1.62±0.49 ^d	3.81±0.83 ^b	4.22±0.89 ^{ab}	4.69±0.74 ^a	3.10±0.68 ^c
green	5.00±1.00 ^a	1.32±0.47 ^b	1.48±0.60 ^b	1.78±0.88 ^b	1.79±0.69 ^b
Stem					
white	3.71±1.00 ^a	3.82±0.78 ^a	3.72±0.70 ^a	3.78±0.58 ^a	3.89±0.67 ^a
Odor					
Beany	2.07±0.84 ^a	1.63±0.68 ^a	2.21±0.98 ^a	2.20±1.00 ^a	1.61±0.59 ^a
Grassy	1.71±0.78 ^a	1.69±0.85 ^a	1.82±0.76 ^a	1.78±0.76 ^a	1.56±0.67 ^a
Nutty	3.70±0.95 ^{ab}	3.89±1.04 ^a	3.94±0.56 ^a	3.02±0.97 ^b	3.31±0.97 ^{ab}
Taste					
Beany	2.62±1.23 ^a	1.90±0.85 ^{ab}	1.71±0.68 ^b	2.57±0.68 ^a	1.59±0.60 ^b
Grassy	2.03±0.75 ^a	1.89±0.98 ^a	1.67±0.80 ^a	2.31±0.98 ^a	1.67±0.81 ^a
Nutty	4.12±1.30 ^b	4.31±0.57 ^{ab}	5.12±0.88 ^a	3.63±1.23 ^b	5.10±0.68 ^a
Sweet	2.91±0.85 ^b	2.90±0.70 ^b	3.93±0.77 ^a	3.11±1.02 ^b	3.32±1.06 ^{ab}
Bitter	1.32±0.57 ^a	1.45±0.67 ^a	1.43±0.48 ^a	1.52±0.67 ^a	1.31±0.48 ^a
Texture					
Hardness	3.90±1.01 ^{ab}	3.41±1.11 ^b	3.78±0.92 ^{ab}	4.33±0.73 ^a	4.02±4.04 ^{ab}
Crispness	3.82±1.11 ^a	3.38±0.92 ^a	3.89±1.07 ^a	4.12±0.96 ^a	4.21±0.89 ^a
Chewiness	4.03±0.92 ^{ab}	3.51±1.03 ^b	4.12±0.96 ^b	4.41±0.82 ^a	4.32±1.01 ^{ab}
Acceptability	3.56±0.99 ^c	4.11±0.71 ^b	4.93±0.98 ^a	3.41±0.84 ^c	5.01±0.92 ^a

^{a-d}Values with different superscripts within a row are significantly different at p<0.05. Each panel marked a response on a 7-point rating.

Table 7. Sensory properties of flavored bean sprouts(Kongnamulmuchim) by different *namulkong* cultivars

	<i>Nokchae</i>	<i>Dawon</i>	<i>Seonam</i>	<i>Orialtae</i>	<i>Pungsan</i>
Color					
Head					
yellow	1.83±0.75 ^b	2.81±0.75 ^{ab}	4.41±1.34 ^a	4.23±1.09 ^a	3.28±1.01 ^{ab}
green	5.78±0.50 ^a	2.56±1.13 ^b	1.52±0.83 ^b	3.21±0.75 ^b	1.89±1.21 ^b
Stem					
white	2.70±0.95 ^a	3.62±0.97 ^a	3.78±0.83 ^a	3.32±0.95 ^a	4.21±1.16 ^a
Odor					
Beany	1.72±0.75 ^a	1.34±0.48 ^a	1.61±0.78 ^a	1.63±0.78 ^a	1.32±0.48 ^a
Grassy	2.62±0.89 ^a	1.67±0.95 ^a	1.52±0.83 ^a	1.67±0.95 ^a	1.62±0.78 ^a
Nutty	3.34±0.75 ^a	3.82±0.75 ^a	3.13±0.89 ^a	2.67±1.03 ^a	3.01±0.81 ^a
Taste					
Beany	1.81±0.83 ^a	1.63±0.54 ^a	1.60±0.53 ^a	2.18±0.83 ^a	1.94±0.69 ^a
Grassy	1.68±0.81 ^a	1.71±0.81 ^a	1.62±0.53 ^a	2.01±0.89 ^a	1.69±0.75 ^a
Nutty	2.83±1.11 ^b	4.03±0.75 ^a	5.41±1.04 ^a	2.62±0.78 ^b	4.61±0.89 ^a
Sweet	2.94±0.89 ^a	2.11±1.16 ^a	2.83±1.01 ^a	2.30±1.06 ^a	2.78±1.03 ^a
Bitter	1.22±0.40 ^a	1.27±0.81 ^a	1.21±0.40 ^a	1.53±1.00 ^a	1.33±0.51 ^a
Texture					
Hardness	3.81±0.40 ^{ab}	3.00±0.70 ^b	4.69±0.51 ^a	3.87±0.89 ^{ab}	4.52±0.54 ^a
Crispness	3.32±0.75 ^b	3.26±0.50 ^b	5.01±0.63 ^a	3.76±0.75 ^b	4.51±0.83 ^a
Chewiness	4.34±1.11 ^{ab}	2.78±0.75 ^b	4.32±0.95 ^{ab}	5.01±1.20 ^a	4.46±0.54 ^a
Acceptability	3.63±0.78 ^{bc}	4.01±1.00 ^b	5.34±0.81 ^a	2.32±0.51 ^c	4.02±0.89 ^a

^{a-c}Values with different superscripts within a row are significantly different at $p < 0.05$. Each panel marked a response on a 7-point rating.

가장 기호도가 높았던 서남콩 콩나물과 풍산나물콩 콩나물이 삶은 콩나물, 콩나물 무침에서도 가장 높은 기호도를 나타내었으므로 이 후 생콩나물과 조리한 콩나물의 기호도에 영향주는 요인과 이들의 상관관계 등에 관한 자세한 검토가 필요한 것으로 생각된다. 그동안 콩나물은 머리가 노란색으로 녹색을 띠지 않아야 하며 줄기는 유백색으로 맑아야 하고 조리했을 때 고소하고 너무 질기지 않아야 좋은 품질의 콩나물로 여겨져 왔다(Park MH 등 1995). 머리 부분이 노란색을 띠는 서남콩 콩나물과 풍산나물콩 콩나물이 가장 높은 기호도를 보인 것에 반해 녹채콩 콩나물은 삶은 콩나물과 콩나물무침에서 비린 냄새와 비린 맛이 다른 품종의 콩나물에 비해 강하지 않았음에도 불구하고 기호도가 가장 낮은 것은 머리 부분이 녹색을 띠기 때문인 것으로 생각된다.

IV. 요약

껍질 색이 다른 5품종의 나물콩으로 5일간 재배한 콩나물의 이화학적 특성과 관능적 특성을 검토하였다. 본 실험에 사용한 나물콩인 녹채콩, 다원콩, 서남콩, 오리알태,

풍산나물콩의 씹질 색은 각각 연한 녹색, 검은색, 노란색, 진한 녹색, 노란색이었다. 5일 재배 후 수확한 콩나물의 재배수율은 540.00%~658.32% 이었다. 생콩나물과 삶은 콩나물의 머리 부분은 줄기 부분에 비해 견고성 견고성이 높았으며 가열에 의해 머리와 줄기 부분의 견고성이 낮아졌다. 생콩나물과 삶은 콩나물의 리폭시게나제 활성은 머리 부분이 줄기 부분에 비해 높았으며 3분간 가열 후 머리와 줄기의 리폭시게나제 활성이 감소되었다. 콩나물의 클로로필 a와 b의 함량은 머리 부분이 줄기에 비해 높았으며 3분간 가열에 의해 콩나물의 클로로필 함량은 나물콩 품종에 따라 감소 또는 다소 증가하는 경향을 보였다. 전반적인 기호도는 생콩나물의 경우 다원콩 콩나물, 서남콩 콩나물, 풍산나물콩 콩나물이 녹채콩 콩나물과 오리알태 콩나물에 비해 높았으며 삶은 콩나물과 콩나물 무침은 서남콩 콩나물과 풍산나물콩 콩나물이 가장 높았다.

감사의 글

본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었음.

References

- Abdullah A, Baldwin RE, Fields M, Karr AL. 1984. Sensory attribute and safety aspects of germinated small-seeded soybeans and mungbeans. *J Food Protec* 47(6):434-437
- Arai S, Noguchi M, Kaje M, Kato H, Fujimaki M. 1970. n-hexanal and some volatile alcohols their distribution in raw soybean tissues and formation in crude soy protein concentrate by lipoxygenase. *Agric Biol Chem* 43(9):1420-1423
- Cha MJ, Park EH, Kang SC, Baek KH. 2011. Effects of various wavelength on the hardness and the free amino acid contents of soybean sprouts. *Korean J Environ Agri* 30(4):402-408
- Chemomorsky S, Segelman A, Poretz RD. 1999. Effect of dietary chlorophyll derivatives on mutagenesis and tumor cell growth. *Teratogen Carcinogen Mutagen* 19(5):313-322
- Kim SS, Hong HD, Lee JY, Choi HD. 2000. Comparison of Physicochemical and Sensory Characteristics of Soybean Sprouts from Different Cultivars. *J Korean Soc Agri Chem Biotech* 43(3):207-212
- Cho SY, Lee YN, Park HJ. 2009. Optimization of ethanol extraction and further purification of isoflavones from soybean sprouts cotyledon. *Food Chem* 117(2):312-317
- Collins JL, Sand GG. 1976. Changes in trypsin inhibitory activity of Korean soybean varieties during maturation and germination. *J Food Sci* 41(1):68-172
- Drake MA, Chen XO, Tamarapu S, Leenanon B. 2000. Soy protein fortification affect sensory, chemical and microbiological properties of dairy yoghurts. *J Food Sci* 65(7):1244-1247
- Desroches S, Mauger JF, Ausman LM, Lichtenstein AH, Lamache B. 2004. Soy protein favorably affected LDL size independently of isoflavones in hypercholesterolemic men and women. *J Nutr* 134(3):574-579
- Dongeuimunheonyeongusil*. 2007. *Shindaeyeokdongeuibogam*. Bubin publishers Co., Seoul, p 1839
- Friedeck KG, Karagul-Yuceer Y, Drake MA. 2003. Soy protein fortification of a low-fat dairy-based ice cream. *J Food Sci* 66(9):2651-2657
- Hyang YH, Lee JD, Jo HY, Kwon TH, Jeong YS. 2002. *Agric Res Bull Kyungbook Natl Univ* 20(2):99-105
- Kim ID, Kim SD. 2001. Changes in quality of soybean sprouts grown by ozone water treatment during storage. *Korean J Postharvest Sci Tech* 8(4):379-384
- Kim SD, Jang BH, Kim HS, Ha KH, Kang KS, Kim DH. 1982. Studies on the changes in chlorophyll, free amino acid and vitamin C content of soybean sprouts during circulation periods. *Korean J Nutr Food* 11(3):57-62
- Kim SL, Lee JE, Kwon YU, Kim WH, Jung GH, Kim DW, Lee CK, Lee YY, Kim MJ, Kim YH, Hwang TY, Chung IM. 2013. Introduction and nutritional evaluation of germinated soy germ. *Food Chem* 136(2):491-500
- Kim SY, Lee KA, Yun HT, Kim JT, Kim UH, Kim YH. 2011. Analyses of fatty acids and dietary fiber in soy sprouts. *Korean J Crop Sci* 56(1):29-34
- Kitamura K. 1984. Biochemical characterization of lipoxygenase lacking mutants, L-1-less, L-2-less, and L-3-less soybeans. *Agri Biol Chem* 48(9):2339-2346
- Koca N, Karadeniz F, Burdurhu HS. 2006. Effect of pH on chlorophyll degradation and colour loss in blanched green peas. *Food Chem* 100(2):609-615
- Lee J, Hwang YS, Lee JD, Chang WS, Ghoung MG. 2013. Metabolic alterations of lutein, β -carotene and chlorophyll a during germination of two soybean sprout varieties. *Food Chem* 141(3):3177-3182
- Lee YS, Kim SB, Kim YH. 2001. Characterization of postharvest chlorophyll formation of soybean sprouts. *Korean J Hort Sci Tech* 19(suppl):75
- Li WT, Tsao HW, Chen YY. 2007. A study on the photodynamic properties of chlorophyll derivatives using human hepatocellular carcinoma cells. *Photochem Photobiol Sci Intl J* 6(12):341-346
- Lim SM, Lee JE, Kwon YU, Kim WH, Jung GH, Kim DW, Lee CK, Lee YY, Kim MJ, Lim YH, Hwang TY, Chung IM. 2013. Introduction and nutritional evaluation of germinated soy germ. *Food Chem* 136(2):491-500
- McCarty MF. 2001. The chlorophyll metabolite phytanic acid is a natural rexinoid : potential for treatment and prevention of diabetes. *Med Hypo* 56:217-219
- Mclsaac C, Potter SM, Weigel MM. 1993. Effect of consumer education on the purchase of soy-containing bakery item. *Cereal Food Worlds* 38(3):154-156
- Molteni A, Brizio-Moleni L, Persky V. 1995. In vitro hormonal effects to soybean isoflavones. *J Nutr* 125(suppl):751s-756s
- Morita K, Ogata M, Hasegawa T. (2001) Chlorophyll derived from *Chlorella* inhibits dioxin excretion in rats. *Environ Health Perspec* 109:289-294
- Mostafa MM, Rahma EH, Rady AH. 1987. Chemical and nutritional changes in soybean during germination. *Food Chem* 23(2):83-89
- Park MH, Kim DC, Kim BS, Nahmgoong B. 1995. Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement. *Korea Soybean Dig* 12(1):51-67
- Park WK, Kim SH. 1991. Quantitative analysis and physical properties of dietary fiber in vegetables. *J Korean Soc Food Nutr* 20(2):167-172
- Rackis JJ, Sessa DJ, Honig DH. 1979. Flavor problems of vegetable food proteins. *J Am Oil Chem Soc* 56(3):262-271
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1996. Structure-antioxidant activity relationships of isoflavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol Med* 20(7):933-956
- Sathie SK, Deshpande SS, Reddy NR, Goli DE, Salunkhe DK. 1983. Effects of germination on proteins, raffinose oligo-

- saccharides and antinutritional factors in the Great Northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Food Sci* 48(6):1796-1800
- Seo SK, Kim HS, Jo SK, Oh YJ, Kim SD, Jang YS. 1995. Effect of different cultural conditions on growing characteristics of soybean sprouts. *Korea Soybean Dig* 12(2):49-55
- Shin DH, Choi U. 1996. Comparison of growth characteristics of soybean sprouts cultivated by three methods. *Korean J Food Sci Technol* 28(2):240-245
- Shon HK, Jae EJ, Kim YH, Kim HS, Byoun KE, Lee KA. 2008. Physicochemical and sensory characteristics of commercial soybean sprouts. *Korean J Food Cook Sci* 24(6):891-898
- Son BY, Lee YH, Lee SH. 2006. Changes of lipoxygenase activity during seed germination in soybean. *Korean J Crop Sci* 51(3):209-214
- Song J, Kim SP, Hwang JJ, Son YK, Song JC, Hur HS. 2000. Physicochemical properties of soybean sprouts according to culture period. *Korean Soybean Dig* 17(1):84-89
- Suda I, Hajika M, Nishiba Y, Furuta S, Igita K. 1995. Simple and rapid method for the selective detection of individual lipoxygenase isozyme in soybean seeds. *J Agric Food Chem* 43(3):742-747
- Teng SB, Chen BH. 1999. Formation of pyrochlorophylls and their derivatives in spinach. *Food Chem* 65(3):367-37
- Tijssens LMM, Schijvens EPHM, Biekman ESA. 2001. Modelling the change in colour of broccoli and green beans during blanching. *Innovative Food Sci Emerging Tech* 2:303-313
- Trock B, Butler LW, Clarke R, Hilakivi-Clarke L. 2000. Meta-analysis of soy intake and breast cancer risk. *J Nutr* 130 (suppl):690s-691s
- Turkmen N, Poyrazoglu ES, Sari F, Velioglu S. 2006. Effects of cooking methods on chlorophylls, pheophytins and colour of selected green vegetables. *Intl J Food Sci Tech* 41(3): 281-288
- Van Loey A, Ooms V, Weemaes C, Van Den Broeck I, Ludikhuyze L, Denys IS, Hendrickx M. 1998. Thermal and pressure-temperature degradation of chlorophyll in broccoli (*Brassica oleracea* L. italica) juice : a kinetic study. *J Agric Food Chem* 46(12):5289-5294
- Vernon LP. 1960. Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts. *Anal Chem* 32(9):1144-1150
- Weemaes C, Ooms V, Van Loey AM, Hendrickx ME. 1999. Kinetics of chlorophyll degradation and color loss in heated broccoli juice. *J Agric Food Chem* 47(6):2404-2409
- Wolf WJ. 1975. Lipoxygenase and flavor of soybean protein products. *J Agric Food Chem* 23(2):136-141
- Xu MJ, Dong JF, Zhu MY. 2005. Effects of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprouts. *J Sci Food Agric* 85(6):943-947

Received on Apr.11, 2014/ Revised on June9, 2014/ Accepted on June11, 2014