

콩나물의 영양성분과 Isoflavones 함량에 미치는 광질의 효과

지희연*‡ · 노재승**‡ · 김정태*** · 이선주* · 김미정**** · 한상준* · 정일민*‡

*건국대학교 생명환경과학대학 응용생명과학과, **그린콩나물 연구소, ***작물과학원, ****작물과학원 호남농업연구소

Light Quality on Nutritional Composition and Isoflavones Content in Soybean Sprouts

Hee Youn Chi*‡, Jae-Seung Roh**‡, Jung Tae Kim***, Sun Joo Lee*, Mi Jung Kim****, Sang Joon Hahn*, and Ill Min Chung*‡

*Department of Applied Life Science, College of Life and Environment Science, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

**Green Kongaul Laboratory, Icheon-shi, Gyeonggi-do 467-863, Korea

***National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

****Honam Agricultural Research Institute, NICS, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT : This objective of this study was to determine the characteristics of nutrition and isoflavone under light with soybean sprouts. Crude protein and crude fat content in green soybean sprouts were higher than common soybean sprouts. Aspartic acid and vitamin B₁, B₂, C and E content in green soybean sprouts were much higher than general. Green soybean sprouts had crude fiber content slightly larger than normal. Mineral and vitamin C content in isomeal were three to five times larger than aspameal. Daidzein content in green soybean sprouts was 82.3 times larger than soybean seed. Also genistein content was increased 17.5 times.

Keywords: soybean, soybean sprouts, light, isoflavone

콩나물은 우리나라 고유의 전통식품으로 단백질, 비타민, 무기질의 급원으로 널리 알려져 있다. 가격이 저렴하고 기호성이 높아 많이 이용되고 있으며, 재배기간이 짧고 사계절 내내 장소의 구분 없이 재배가 가능하여 채소 생산이 불리한 겨울철에는 더욱 중요한 식품이다. 현재 식품으로 많이 이용되고 있는 콩나물의 재배과정 중 생육 특성과 관능적 특성 또한 보고되었는데, 각 품종별 수율은 콩 종자의 중량 순서와 일치했으며, 재배 6일을 전후로 배축길이의 증가폭이 컸고, 재배 6일째 콩나물이 외관, 향, 맛, 씹힘 등 관능평가에서 다른 재배일수의 콩나물보다 우수하게 평가되었다(최 등, 2000; 송 등, 2000). 남(1993)은 콩나물의 무게증가는 주로 수분함량의 증가와 연관이 있어서 수분함량이 무게의 증가와 비슷한 경향을

보였다고 보고하였다. 콩이 발아되어 콩나물로 성장하는 과정 중에 일반적인 영양성분이 상당히 달라지는데 지방 함량이 감소하는 반면 조단백과 섬유소 함량은 증가하고 비타민류 특히 비타민 A와 C의 함량증가가 현저하다고 하였고(김 등, 1993; 김 등, 1996), Collins & Sand(1976)는 소화율이 증진되면서 가스발생인자와 특히 trypsin inhibitor의 활성이 감소된다고 보고하였다. Park(1994)은 숙취해소에 효과가 있는 asparagine이 콩나물 뿌리에 많이 집적된다고 하였다.

최근 콩의 항염양성 인자로 알려졌던 물질들이 여러 생리적인 기능을 가지고 있다고 밝혀지면서 콩의 가치가 더욱 높아지고 있는데(Messina, 1995), 그 중 isoflavones이 항암, 항산화, 심장질환과 골다공증 예방, 콜레스테롤 저하, 면역기능 강화 등 여러 가지 이로운 기능을 한다는 것이 밝혀지면서(Cassidy, 1996; Kwon et al., 1998), 콩과 콩 이용식품에 관심이 높아지고 소비도 늘어나고 있다. 사람들의 isoflavones 섭취량을 추정할 때는 isoflavones의 주급원인 콩과 콩 이용식품의 섭취량을 통해 추정해 볼 수 있는데(Murphy et al., 1999), Kim & Kwon(2001)이 조사한 결과 우리나라 사람들의 isoflavones 섭취량은 콩과 콩 이용식품인 두부, 된장, 콩나물이 전체 isoflavones 섭취량의 94%를 차지한다고 하였다. 콩에 함유된 주요 isoflavones 중에서 daidzein과 genistein은 각종 질병 예방에 효과적이라고 알려져 있으며(Chait, 1996; Schoene & Guidry, 1996; Lee, 2001), 항암 작용은 대부분 genistein의 활성으로 이루어진다는 많은 연구 결과가 보고되었다(Akiyama et al., 1987; Peterson & Barnes, 1991; Lamartiniere et al., 1996).

Wang et al.(1990)은 콩나물 재배 과정 중 isoflavones의 함량은 증가하는 경향이 있다고 하였으며, Kim & Kim(1996)은 건물 중 비교시에는 isoflavones 함량이 증가된 것으로 나

‡Corresponding author: (Phone) +82-2-450-3730 (E-mail) imcim@konkuk.ac.kr <Received October 24, 2005>

‡These authors contributed equally to this work.

타나지만 수율과 수분함량을 고려하면 10배 정도 감소한 결과가 나타난다고 하였고, 많은 양의 isoflavones이 콩 종실의 배축에 있었지만 발아할 때 대부분이 사용되거나 소실되는 경향이 있으며, 잔뿌리에는 daidzein, 자엽에는 genistein이 우세하다고 하였다.

현재까지 콩에 대한 isoflavones을 포함한 생리활성 물질의 분석은 활발히 진행되어 왔으나, 그 가공식품의 한 형태인 콩나물에 대해서는 이런 생리활성 물질들에 대한 연구 보고가 그다지 많지 않은 상태이며, 특히 재배 시 선풍조사에 의한 녹색콩나물에 대해서는 현재까지 보고되어 있지 않다.

본 연구는 녹색콩으로 재배한 녹색콩나물의 isoflavones을 포함한 영양소의 변화와 기준에 이용하던 자엽이 황색인 콩나물과 녹색콩나물의 isoflavones에 대한 분석을 통해 녹색콩나물 이용가능성에 대한 기초 자료를 제공하고자 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

콩나물 재배

실험에 사용된 콩은 콩나물용으로 가장 널리 이용되는 재래종인 오리알태를 양질의 것을 선정하여 구입하였다. 콩 종실은 물에 4시간 동안 불린 후에 재배기를 이용하여 5일간 재배하였다. 콩나물 재배는 3반복으로 하였는데, 황색콩나물은 기존의 재배방법과 같이 차광상태에서 재배하였고, 녹색콩나물은 재배상자를 제작하여 재배하였다. 재배상자는 색 셀로판지와 투명 아크릴 필름을 이용하여 30×30×45 cm의 크기로 제작하였다. 녹색콩나물은 발아시기까지 적색상자에서 1일간 재배한 후, 다음 2일간은 녹색상자에서, 마지막 2일간은 황색상자에서 재배하였다.

일반 성분 및 무기질 함량 분석

일반 성분 함량을 분석할 콩나물은 먼저 105°C에서 상압 건조하여 수분 함량을 측정하였다. 조단백 함량은 micro Kjeldahl법으로 전질소량을 정량하고 그 값에 질소계수 6.25를 곱하여 조단백질 함량을 계산하였다. 조지방 함량은 Soxhlet 추출법을 이용하였으며, 추출용매는 ether을 이용하였다. 조섬유 함량은 H₂SO₄-NaOH 분해법, 회분 함량은 550°C 직접회화법을 이용하여 측정하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분 함량, 조단백 함량, 조지방 함량, 회분 함량을 뺀 값으로 계산하였다. 비타민류 조성은 HPLC를 이용하여 분석하였고, 열량은 일반영양소분석 결과로부터 열량 환산계수를 이용하여 계산하였다. 무기질 시료의 전처리기는 Microwave 시료전처리기로 습식분해 후, 일정용액으로 하여 원자흡광분광광도계(atomic absorption spectrophotometer)를 이용해 분석하였다.

Isoflavones 추출과 분석

콩종실과 콩나물은 동결 건조시킨 후 곱게 분쇄한다. 각각

의 분말 2g을 10 mL의 acetonitrile과 2 mL의 0.1 N HCl을 사용하여 air-shaker에서 2시간 동안 실온에서 추출하였다. 추출액을 Whatman No. 42 여과지로 여과하여 동결건조한 후 80% HPLC용 MeOH 10 mL에 용해시키고, 0.45 µg micro syringe PTFE filter로 여과하여 1 mL vial에 담아 HPLC 분석에 이용하였다.

HPLC 분석은 Wang & Murphy(1994a, 1994b)의 방법에 따랐다. HPLC system은 Young-Lin사의 Young-Lin M930 liquid chromatograph pump와 M720 detector를 이용하였으며, column은 YMC-Pack ODS-AM-303(250×4.6 mm)를 사용하였다. 이동상은 0.1%의 acetic acid를 함유한 증류수를 용매 A로 하고, 0.1%의 acetic acid를 함유한 acetonitrile을 용매 B로 사용하였으며, 농도구배조건으로 분석하였다. 구배조건은 용매 B를 50분까지 15%에서 35%로 증가시키고, 35% 조건에서 10분 동안 유지하였다. 시료당 주입량은 20 µL이고, 이동상의 유속은 분당 1 mL로 하였으며, UV detector의 파장은 254 nm로 하였다. 본 실험에서 isoflavones 함량은 total daidzein(malonyldaidzin + acetyldaidzin + daidzein)과 total genistein(malonylgenistin + acetyldgesnitin + genistein)의 함량을 구하였다.

결과 및 고찰

일반 성분 함량

재배상자에서 기른 녹색콩나물과 기존의 황색콩나물의 영양 조성을 비교한 결과, 조지방 함량, 회분 함량, 조섬유 함량은 유의적으로 차이는 없었지만 황색콩나물에 비해서 녹색콩나물이 약간 높았다(Table 1). 조단백, 비타민 함량, 아스파라긴산 함량, 칼로리는 유의적인 차이를 보였는데, 조단백 함량은 2배, 아스파라긴산 함량은 5배 정도 많았고, 특히 비타민 B1 함량은 37.9배, 비타민 B2 함량은 28.8배, 비타민 C 함량은 22.4배, 비타민 E 함량은 23.8배나 높았다. 기존의 황색콩나물은 차광조건에서 재배되었기 때문에 콩 종실이 가지고 있던 영양분을 생장과정 중에 소비하여 축적된 영양분을 소모하지만, 녹색콩나물은 선풍조사에 의해 광합성을 함으로써 황색콩나물보다 다른 영양분을 함유할 수 있는 것으로 생각된다.

아이소밀과 아스파밀의 영양 조성

기존에 있는 황색콩나물이 밥, 국, 무침 등 여러 가지 음식에 이용되고 있는 것과 같이 녹색콩나물을 대용으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 분말로 만들어 여러 가지 식품의 원료로서 이용될 수 있다. 또한 상대적으로 isoflavone이 많이 함유된 자엽부위와 아스파라긴산이 많이 함유된 뿌리부위를 따로 이용하여 기능성 음료도 만들어지고 있다. 녹색콩나물의 자엽 쪽 상반부를 잘라서 원료로 사용하는 아이소밀(isomeal)은 녹색콩나물의 뿌리쪽 하반부를 잘라서 원료로 사용하는 아스파

Table 1. Comparison of nutritional compositions in soybean sprouts and green soybean sprouts.

	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Ash (%)	Vitamin B ₁ (mg/g)	Vitamin B ₂ (mg/g)	Vitamin C (mg/g)	Vitamin E (mg/g)	Aspartic acid (mg/g)	Crude fiber (mg/g)	Calorie (cal/100g)
Soybean sprouts	3.65 ^{bj}	1.13 ^a	0.71 ^a	0.09 ^b	0.10 ^b	0.70 ^b	0.14 ^b	0.32 ^b	0.60 ^a	33.25 ^b
Green soybean sprouts	7.61 ^a	1.21 ^a	0.79 ^a	3.41 ^a	2.88 ^a	15.70 ^a	3.33 ^a	1.70 ^a	0.83 ^a	53.40 ^a

^j Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the least significant difference (LSD) test (P < 0.05).

Table 2. Nutritional compositions of isomeal and asameal.

Components	Isomeal	Asameal
Carbohydrate (%)	4.37 ^a ^j	3.67 ^a
Crude protein (%)	4.16 ^a	3.78 ^a
Crude fat (%)	0.95 ^a	1.04 ^a
Crude Fiber (mg/100 g)	1.95 ^a	1.43 ^a
Aspartic acid (mg/100 ml)	0.93 ^b	517.4 ^a
Vitamin C (mg/100 ml)	1.73 ^a	0.36 ^b
K (mg/100 ml)	140.40 ^a	59.44 ^b
P (mg/100 ml)	66.44 ^a	13.84 ^b
Ca (mg/100 ml)	23.56 ^a	7.46 ^b
Mg (mg/100 ml)	15.67 ^a	4.53 ^b
Fe (mg/100 ml)	0.42 ^a	0.22 ^a
Calorie (cal/100 ml)	34.87 ^a	33.44 ^a

^j Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the least significant difference (LSD) test (P < 0.05).

밀(asameal)보다 아스파라긴산의 함량만 현저하게 낮는데 (Table 2), 이것은 양(1981)의 콩 종실이 발아할 때 배축부에 아스파라긴산이 상당히 증가한다는 연구결과와 일치하고, 이 & 황(1996)의 콩나물 뿌리에 아스파라긴산이 많이 집적된다고 한 연구결과와도 일치한다. 아스파라긴산은 알코올 분해 중간 산물인 맹독성인 아세트알데하이드에 대해 분해능을 가진 것

으로 알려져 있으므로 알코올 분해 음료수로도 이용가능하다고 생각되어 진다.

Table 2에서 보면 아이소밀과 아스파밀의 성분 비교에서 탄수화물, 조단백질, 조지방, 조섬유, 철(Fe), 칼로리는 유의적인 차이가 없었지만, 아이소밀은 아스파밀보다 칼륨(K), 인(P), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 비타민 C의 함량도 3~5배 정도 높게 나타나고 통계적으로도 유의적인 차이가 있었다.

Daidzein과 Genistein 함량

콩 종실과 5일간 재배한 녹색콩나물의 isoflavones 함량 중 genistein과 daidzein의 함량을 비교해 보았다. 콩의 생리활성 물질 중 isoflavone은 그 구조와 역할이 인체 내의 estrogen과 비슷하여 크게 주목받고 있는데, 특히나 genistein과 daidzein이 콩 isoflavone의 주종을 이루고 있다. Kim & Kim(1996)에 의하면 콩 종실에 비해 콩나물에서 isoflavones은 daidzein, genistein이 증가하는 결과를 보였다고 하였는데, 녹색콩나물에서도 daidzein과 genistein의 함량이 증가한 것으로 나타났다. Table 3, 4는 콩 종실 100 g과 콩 종실 100 g으로 생산된 녹색콩나물의 daidzein과 genistein의 함량을 비교한 것이다. 건물중 1 g당 함량을 비교해보면 콩 종실에 비해 녹색콩나물의 daidzein의 함량은 약 26.5배, genistein의 함량은 약 5.6배가 증가된 것으로 나타났다. 실제 콩 종실 100 g으로 생산한 녹색콩나물이 함유하는 daidzein과 genistein의 함량은 콩 종실

Table 3. Comparison of daidzein content in soybean seeds and green soybean sprouts.

	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Daidzein content of dry weight (μg/g)	Total daidzein content (μg) ^j
Soybean seed	100	90	20.5	1,845
Green soybean sprouts (yielded by 100 g of soybean seed)	500	280	542.6	151,928

^j: Total daidzein content : malonyldidzin + acetyldaidzin + daidzein

Table 4. Comparison of genistein content in soybean seeds and green soybean sprouts.

	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Genistein content of dry weight (μg/g)	Total genistein content (μg) ^j
Soybean seed	100	90	48.2	4,338
Green soybean sprouts (yielded by 100 g of soybean seed)	500	280	271.6	76,048

^j: Total genistein content : malonylgenistin + acetyldgesninin + genistein

100 g이 가지는 daidzein과 genistein의 함량보다 daidzein은 82.3배, genistein은 17.5배 증가한 것을 알 수 있다. 이것은 김 등(2003)은 콩에서 콩나물로 재배시 총 isoflavone 함량이 그 영양학적 의미로 평균 1.41배 증가하였다고 보고하였는데, 본 실험에서 조광 재배를 통한 콩나물 재배 시 total daidzein과 total genistein이 상당히 증가한 것을 알 수 있었다.

적 요

본 연구는 녹색조광으로 인한 녹색콩나물의 일반성분 분석과 isoflavones의 분석을 통해 녹색콩나물의 우수함과 이 자료를 이용한 식품개발에 대해 기초 자료를 제공하고자 시험을 실시하였다.

1. 황색콩나물에 비해 녹색콩나물은 조단백 함량은 2배, 아스파라긴산 함량은 5배 정도 많았고, 특히 비타민 B1 함량은 37.9배, 비타민 B2 함량은 28.8배, 비타민 C 함량은 22.4배, 비타민 E 함량은 23.8배나 높았다.

2. 건물중 1 g당 함량을 비교해보면 콩 종실에 비해 녹색콩나물의 total daidzein의 함량은 약 26.5배, total genistein의 함량은 약 5.6배가 증가된 것으로 나타났다.

인용문헌

- Akiyama, T., S. Ishida, S. Nakagawa, H. Ogawara, S. Watanabe, N. Itoh, M. Shibuya, and Fukami, Y. Genistein. 1987. A specific inhibitor of tyrosin-specific protein kinase. *J. Biol. Chem.* 262(12): 5592-5595.
- Cassidy, A. 1996. Physiological effects of phytoestrogens in relation to cancer and other human health risks. *Proc. Nutr. Soc.* 55: 399-417.
- Chait, A. 1996. Effects of isoflavones on LDL-cholesterol in vitro but in vivo. in proceeding of second international symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease, Brussel, Belgium.
- 최희돈, 김성수, 홍희도, 이진열. 2000. 나물콩 품종별 콩나물의 물리화학적 및 관능적 특성 비교. *한국농화학회지.* 43: 207-212.
- Collins, J. L. and G. G. Sand. 1976. Changes in trypsin inhibitory activity in some soybean varieties during maturation and germination. *J. Food Sci.* 41: 168-172.
- Kim, J. S. and C. S. Kwon. 2001. Estimated dietary isoflavone intake of Korean population based on national nutrition survey. *Nutrition Research.* 21: 947-953.
- Kim, S. R. and S. D. Kim. 1996. Studies on soybean isoflavones: I. Content and distribution of isoflavones in Korea soybean cultivars. *RDA J. Agric. Sci.* 38: 55-165.
- 김석동, 김수희, 홍은희. 1993. 콩나물의 성분과 그 영양학적 의미. *한국콩연구회지.* 10(1): 1-9.
- 김철재, 박진숙, 김상용, 오덕근. 1996. 발아 및 성장 중에 일어나는 콩나물의 품종간 변화. *한국콩연구회지.* 13(1): 55-61.
- 김연희, 황영현, 이해성. 2003. 66품종 나물콩과 콩나물의 isoflavone 분석. *한국식품과학회지.* 35(4): 568-575.
- Kwon, T. W., Y. S. Song, J. S. Kim, G. S. Moon, J. I. Kim, and J. H. Hong. 1998. Current research on the bioactive functions of soyfoods in Korea. *Korea Soybean Digest.* 15(2): 147-160.
- Lamartiniere, C. A., W. B. Murrill, and N. M. Brown. 1996. Genistein suppresses chemically-induced mammary cancer. in Proceeding of second international symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease, Brussel, Belgium.
- 이준찬, 황영현. 1996. 나물콩 품종의 Asparagine과 Aspartic acid 함량 변이. *한국작물학회지.* 41(5): 592-599.
- Lee, Y. S. 2001. Effect of isoflavones on proliferation and oxidative stress of MC3T3-E1 osteoblast-like cells. *Korea Soybean Digest.* 18(1): 35-42.
- Messina, M. 1995. Modern applications for an ancient bean : soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. *J. Nutr.* 125: 567S-569S.
- Murphy, P. A., T. Song, G. Buseman, K. Barua, G. R. Beecher, D. Trainer, and J. Holden. 1999. Isoflavones in retail and institutional soy foods. *J. Agric. Food Chem.* 47: 2697-2704.
- 남상숙. 1993. 콩나물 재배 중 성분변화, Lipoxygenase 활성 및 휘발성 성분변화에 관한 연구. *중앙대학교 박사학위논문.*
- Park, S. C. 1994. Effect of bean sprout extracts on metabolism and biological functions of ethanol in vitro and in vivo. *한국콩연구회 10주년 기념발표논문집.* 123-130.
- Peterson, G. and S. Barnes. 1991. Genistein inhibition of the growth of human breast cancer cell : independence from estrogen receptors and the multidrug resistance gene. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 179: 661-667.
- Schoene, N. W. and C. A. Guidry. 1996. Genistein inhibits reactive oxygen species (ROS) formation during activation of rat platelets in whole blood. in Proceeding of second international symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease, Brussel, Belgium.
- 송진, 김선림, 황종진, 손영구, 송정춘, 허한순. 2000. 재배기간에 따른 콩나물의 물리화학적 특성. *한국콩연구회지.* 17(1): 84-89.
- Wang, G., S. S. Kuan, O. J. Francis, G. M. Ware, and A. S. Carman. 1990. A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J. Agric. Food Chem.* 38: 185-190.
- Wang, H. and P. A. Murphy. 1994a. Isoflavone content in commercial soybean foods. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1666-1673.
- Wang, H. and P. A. Murphy. 1994b. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa : Effects of variety, crop year and location. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1674-1677.
- 양차범. 1981. 콩나물 제조 중 질소화합물의 변화와 그 영양학적 평가. 제2보 총아미노산 조성의 변화. *한국농화학회지.* 24(2): 94-100.