

## 콩나물 식미 결정 성분 요인 분석

황인택\* · 이경애\*\* · 김희선\*\* · 김용호\*<sup>†</sup>

\*순천향대학교 의료생명공학과, \*\*순천향대학교 식품영양학과

## Analysis of Chemical Factors Determining Taste of Soybean Sprouts

In-Taek Hwang\*, Kyong-Ae Lee\*\*, Hee-Seon Kim\*\*, and Yong-Ho Kim\*<sup>†</sup>

\*Dept. of Medical Biotechnology, Soonchunhyang Univ., Asan-si 336-745, Korea

\*\*Dept. of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang Univ., Asan-si 336-745, Korea

**ABSTRACT** Soybean sprout is a year-round traditional vegetable that is easily produced and relatively inexpensive in Korea. In addition, the sprout is known as a good source of protein, vitamins and minerals. The quality of the soybean sprout has been mainly evaluated only by its appearance like length, width, color, and the others without considering any odor or taste attributes. We studied the chemical factors affecting taste of soy sprouts cultivated with 5 recommended soybean cultivars through evaluation of chemical constituents in relation to their sensory characteristics. Correlation coefficient among the chemical constituents and sensory characteristics of soybean sprout showed that the linolenic acid and Ca contents were positively correlated with total acceptability of soybean sprout and histidine, aspartic acid, and serine showed a negative association with beany odor of soybean sprout. Multiple regression analysis was done to formulate selection criteria for good taste of soy sprout. The estimation of step-wise regression analysis conducted by 47 chemical components for major quality-related characteristics showed that linolenic acid and mineral contents were the main components increasing the acceptability of soybean sprout.

**Keywords** : soybean sprout, odor, taste, chemical factors, sensory characteristics

**콩나물**은 우리나라 고유의 전통식품으로 일 년 사시사철 저렴한 값으로 쉽게 공급받을 수 있어 전 국민의 중요한 주식으로 자리잡고 있다(Snyder and Kwon, 1987). 따라서 품질 좋은 콩나물을 생산하기 위한 우량품종 육성이 우리나라

에서는 콩 육종의 중요한 과제가 된다(Jeon *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 1998; Kim, 1992). 그러나 현재 콩나물의 품질은 맛은 거의 고려하지 않고 일부 이화학적 특성과 함께 대부분 시각적인 품질, 즉 외관에 의해 결정되고 있으므로 개선이 필요하다. 기호도가 높은 고품질 콩나물을 생산할 수 있는 나물콩 품종을 육종하기 위해서는 외관 및 이화학적 특성뿐만 아니라 콩나물의 향미 특성, 관능적 특성 등을 분석하고, 이들 특성이 실제로 콩나물의 맛과 관련성이 있는지에 대한 탐색이 필요하나 이와 관련된 국내 연구는 미흡하다.

콩나물에 함유된 화학성분에 대한 기존의 연구에 의하면 콩나물의 일반성분 함량은 원료콩의 성분함량에 크게 영향을 받는데(Shon *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2002; Choi *et al.*, 2000; Kim *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 1993), 콩나물에 함유된 무기이온은 K, Ca, Mg, Na의 순으로 함량이 높았으며 부위별로도 자엽과 배축 모두 같은 경향이였다(Youn *et al.*, 2011). 콩나물의 총 식이섬유 함량, 비타민 C 및 B 함량도 품종 간 차이가 있었으나, 비타민의 경우 조리과정에서 열 처리에 의해 상당 부분 소실되었다(Lee and Kim, 2004; Kim *et al.*, 1982). 한편, 비타민 C는 자엽과 배축에 고루 분포하였으나 비타민 B는 대부분 자엽에 분포하였다(Youn *et al.*, 2011). 콩나물의 향기 성분을 분석한 결과 총 57개의 향기 성분이 분석되었으며 품종별로 46~50개의 성분을 확인하였다. 향기성분은 알코올류 16종, 알데히드류 17종, 케톤류 10종, 퓨란류 2종, 산류 2종 및 기타 5종이 분석되었으며, 개별 향기성분에서는 2-hydroxybenzaldehyde, hexanol, 1-octen-3-ol 등이 상대적으로 함량이 높았다(Kim *et al.*, 2009). 그러나 이러한 콩나물의 성분함량과 콩나물 맛과의

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-41-530-1281 (E-mail) yohokim@sch.ac.kr

<Received 6 May, 2013; Revised 6 August, 2013; Accepted 30 September, 2013>

연관성 연구는 아직 부족하며 따라서 기호도가 높은 고품질 콩나물 생산을 위해서는 맛을 기준으로 콩나물의 성분과 콩나물의 체계적인 품질 평가 및 표준화가 필요하다.

최근 들어 우리 전통음식을 세계화시키기 위한 노력이 많이 이루어지고 있는데, 콩나물도 세계인의 입맛에 맞는 콩나물로의 변신이 중요한 과제가 될 수 있다. 따라서 콩나물 맛의 표준화 설정 및 우량 나물콩 장려품종을 개발하기 위한 기초연구로 맛 특성 탐색과 이와 관련된 지표 성분 개발 연구가 시급하다고 하겠다. 본 연구에서는 우량 나물콩 품종 육성을 위하여 콩나물의 화학적 특성과 맛 관련 관능적 특성과의 상호 연관 관계를 연구함으로써 콩나물 맛을 결정하는 성분 요인들을 탐색하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

나물콩 5품종(녹채콩, 다원콩, 서남콩, 오리알태, 풍산나물콩)으로 재배한 콩나물을 실험재료로 사용하였다. 나물콩 장려품종 4품종은 국립식량과학원에서 분양받아 사용하였으며 오리알태는 우리콩나물 살리기 운동본부에서 구입하였다. 콩나물은 콩나물 재배기(신창 INC : SC-9000A)를 이용하여 재배하였다. 공시재료 나물콩 50 g을 30분간 수침 후 선별하여 콩나물 재배기에서 연속 수주하며 25°C에서 재배하였으며, 재배 5일째에 수확하여 실험재료로 사용하였다.

### 화학적 성분 분석

조단백, 조지방, 회분 등 일반성분 함량은 AOAC법(1990)에 의하여 수행되었으며(Shon *et al.*, 2008), 아미노산 분석은 cation separation column (LCA K07/Li 4.6×150 mm, Sykamm, Germany)과 ammonia filtration column (LCA K05/Li 4.6×100mm, Sykamm, Germany)을 사용하여 아미노산 자동 분석기 (S7130, S5200, S2100 Amino acid analyzer, Sykamm, Germany)를 이용하여 분석하였다(Kim *et al.*, 2009). 지방산 분석은 Hewlett Packard의 HP 6890 GC SYSTEM(U.S.A)을 사용하여 FID 검출기와 HP-capillary column, 온도 300°C 조건에서 분석하였으며(Kim *et al.*, 2011), Ca, K, Na, Fe, Mg, Mn, Cu, Zn 등 무기이온 함량은 건식 회화법(AOAC)을 이용하여 시료 전처리를 한 후 Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES, ICPS-7500, Shimadzu, Japan)로 분석 정량하였다(Youn *et al.*, 2011). 총 식이섬유 함량은 MES/TRIS buffer와 효소법으로 분석하였으며(Kim *et al.*, 2011), Vitamin C와 Vitamin B 함량은 YMC-PACK Pro C18 칼럼을 사용

한 HPLC를 이용하여 540 nm 와 210 nm 파장에서 분석하였다(Youn *et al.*, 2011). 콩나물의 향미 성분 분석은 HP 5973 Mass selective detector(Agilent technologies Inc., USA)가 연결된 HP 6890 Series GC System을 사용하였으며 column은 DB-WAX(60 m×0.25 mm i.d., 0.25 µm film thickness, J&W, USA)를 이용하였다(Kim *et al.*, 2009).

### 관능검사

순천향대학교 식품영양학과 재학생 10명에게 실험목적, 검사하는 관능적 특성, 용어, 척도 등을 설명하고 시료의 평가, 토론 등을 통해 관능검사원으로 훈련시키고 이들 관능검사원을 대상으로 콩나물의 비린 냄새(beany odor), 고소한 냄새(nutty odor), 비린 맛(beany taste), 고소한 맛(nutty taste), 쓴맛(bitter taste), 단맛(sweet taste) 등 전반적인 콩나물 맛 관련 선호도를 조사하였으며 7점 평점법을 적용하였다(Shon *et al.*, 2008).

### 통계처리

실험결과는 SPSS 와 SAS 통계프로그램을 이용하였다. 콩나물에 대한 전반적인 선호도와 관능적 특성, 아미노산 함량, 지방산 함량, 무기질 함량과의 상관관계는 SPSS 통계 프로그램 중 Pearson's correlation coefficient를 산출하여 분석하였으며, 콩나물의 관능적 특성과 화학 성분 간의 관련성은 SAS 프로그램을 사용하여 step-wise multiple regression 법으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

나물콩 육종은 그동안 작물학적 특성 개량을 목표로만 수행되어 왔으며 실제적인 식품으로서 콩나물과의 상호 관계 연구가 미흡하였다. 본 연구에서는 콩나물의 이화학적 성분과 관능적 특성을 종합하여 맛 관련 지표 성분을 분석하였다.

Table 1은 콩나물의 관능적 특성과 아미노산 함량과의 상관을 분석한 결과이다. 표에서 보는 것처럼 고소한 맛과 고소한 냄새는 아미노산 함량과 상관이 나타나지 않았다. 그러나 달콤한 맛과 aspartic acid, serine, histidine 등은 유의성은 없었으나 정의 상관을 나타내었다. 이것은 아미노산 함량이 콩나물의 기호도를 높일 수 있는 맛에는 크게 영향을 끼치는 못하는 것으로 사료된다. 한편, 조리하기 전의 콩나물은 콩에서 유래되는 lipoxygenase의 영향으로 비린 맛이 강하다. 따라서 전통적으로 우리는 콩나물을 요리할 때 비린 맛을 없애기 위해 데치거나 삶은 후 조리하고 있다.

**Table 1.** Pearson's correlation coefficients between sensory properties and amino acids in fresh soy sprout.

Amino acids	Beany odor	Nutty odor	Beany taste	Nutty taste	Sweet taste	Bitter taste	Acceptability
Asp	-0.374	0.277	-0.772*	-0.165	0.463	-0.149	0.370
Arg	-0.150	0.220	-0.266	0.244	0.145	-0.278	0.504
Val	-0.110	0.056	0.177	0.237	0.219	0.511	0.266
Phe	-0.538*	0.415	-0.250	0.111	0.113	0.375	0.351
Ser	-0.530*	0.419	-0.694**	0.267	0.440	0.122	0.481
Ala	-0.255	0.081	0.076	0.196	0.254	0.504	0.283
Glu	-0.009	-0.175	-0.039	-0.028	0.046	-0.187	-0.286
His	-0.532*	0.234	-0.395	0.236	0.443	0.320	0.391
Ile	-0.375	0.327	-0.061	0.086	0.061	0.559*	0.038
Thr	-0.426	0.185	-0.209	0.062	0.264	0.495	0.054
Leu	-0.337	0.383	0.000	0.119	-0.048	0.536*	0.012
Tyr	0.112	0.112	0.210	0.160	0.157	0.498	-0.280
Trp	-0.420	0.142	-0.332	0.009	0.337	0.327	0.227
Gly	-0.211	0.226	0.049	0.303	0.369	-0.661**	0.379
Met	-0.101	0.172	-0.288	0.115	0.044	-0.028	-0.028
Cystine	-0.037	0.129	-0.388	-0.136	-0.090	-0.351	-0.148

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

Table 1에서는 phenylalanine과 histidine, serine 등이 비린 냄새와 부의 유의성을 나타내었으며, aspartic acid와 serine은 비린맛과도 유의성이 있는 부의 상관을 보였다. 따라서 이들 아미노산의 함량이 높다는 것은 콩나물 맛의 비선호도를 감소시킬 수 있을 것으로 추정할 수 있으므로 콩나물 맛 지표에 어느 정도 기여할 것으로 판단된다. 특히 aspartic acid, serine, histidine 등은 달콤한 맛과 정의 상관을 보였으므로 이를 뒷받침하는 결과라고 생각된다. 콩나물의 쓴맛에 관여하는 아미노산으로는 isoleucine, leucine, glycine 등에서 정의 상관이 나타났다.

그러나 콩나물의 전체적인 선호도와 상관관계를 나타내는 아미노산 성분은 없었다. 이것은 콩나물에 함유되어 있는 아미노산의 절대적인 함량과도 관련이 있을 것으로 생각되는데 함량이 높은 아미노산은 맛에 영향을 끼칠 수 있으나 절대 함량이 적은 아미노산은 그 효과가 미미할 것이다. 본 연구진의 기존 보고(Kim *et al.*, 2009)에서 콩나물의 아미노산 함량은 aspartic acid가 건물중 기준 198~412 mg/100 g로 가장 높았으며, 그 밖에 arginine, alanine, valine, histidine 등이 높은 반면 tyrosine, methionine, cystine 등의 함량은 낮았다.

아미노산 중에는 alanine과 glycine 등이 단맛에 관여하며

glutamine, alanine, serine, asparagine, aspartic acid 등이 감칠맛(flavor enhancer, potentiator)에 미미하나마 관여한다고 하나(安, 1984) 아직 이에 대한 명확한 연구 결과들은 없다. 또한 arginine, aspartic acid, isoleucine, lysine, proline, serine, threonine, valine 등 8종은 무미한 아미노산이고 cysteine, glutamic acid, methionine 등 3종은 여러 가지 맛을 내는 아미노산이며, alanine, histidine, leucine, phenylalanine, tryptophane, throsine, glycine 등은 단맛 또는 쓴맛을 나타내나 광학이성질체에 따라 맛이 달라지며 일반적으로 천연 아미노산(L-amino acid)보다 합성된 아미노산(D-amino acid)의 단맛이 강하다고 한다(이와 신, 2010). 이와 같이 어느 특정 아미노산이 특정 맛에 기여한다고 판단하기는 어려울 것으로 판단되며, 본 연구에서도 콩나물의 기호도와 특정 아미노산과의 관계를 단정 짓기가 어려웠다.

지방산 조성과 콩나물의 관능적 특성과의 상관관계는 Table 2에 나타내었다. 포화지방산과 불포화지방산의 전체 함량과 콩나물 맛과의 상관계수는 쓴 맛을 제외하고는 0.1 내외를 나타내어 관련 정도가 매우 낮은 것으로 판단되었다. 개개 지방산과 콩나물 맛과의 상관관계를 분석한 결과 고소한 맛, 고소한 냄새, 비린 맛에 영향을 미치는 지방산은 없는 것으로 나타났다. 단 맛에서는 linolenic acid가 정의

**Table 2.** Pearson's correlation coefficients between sensory properties and fatty acids in fresh soy sprout.

Fatty acids	Beany odor	Nutty odor	Beany taste	Nutty taste	Sweet taste	Bitter taste	Acceptability
C16	-0.155	0.256	0.192	0.123	-0.160	0.457	-0.207
C18	-0.073	-0.043	-0.057	0.057	0.286	0.335	-0.114
C18_1	0.332	0.042	0.202	-0.196	-0.539*	-0.347	-0.468
C18_2	-0.532*	0.069	-0.116	-0.001	0.316	0.557*	0.324
C18_3	-0.019	-0.178	-0.273	0.332	0.628*	-0.088	0.558*
SFA	-0.130	0.077	0.072	0.109	0.120	0.506	-0.154
USFA	0.130	-0.077	-0.072	-0.109	-0.120	-0.506	0.154

\*  $p < 0.05$ 

SFA : satisfied fatty acid; USFA : unsatisfied fatty acid

**Table 3.** Pearson's correlation coefficients between sensory properties and mineral ions in fresh soy sprout.

	Beany odor	Nutty odor	Beany taste	Nutty taste	Sweet taste	Bitter taste	Acceptability
Ca	-0.082	-0.113	-0.449	0.442	0.733**	-0.042	0.665**
K	0.456	-0.473	0.160	-0.149	-0.264	0.035	0.006
Mg	0.090	-0.108	0.134	0.182	0.381	0.218	0.214
Cu	0.108	0.416	-0.053	-0.132	-0.202	-0.169	-0.155
Fe	0.148	-0.470	0.258	-0.244	0.033	-0.046	-0.324
Mn	-0.274	0.244	0.028	0.221	0.085	0.380	0.295
Zn	0.352	-0.483	-0.100	0.166	0.355	-0.189	0.314
Na	-0.483	0.502	-0.676**	-0.032	0.114	-0.035	0.401

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ 

상관을 보인 반면 oleic acid는 부의 상관을 나타내었다. Linoleic acid는 비린 냄새와는 부의 상관을 보였으며 쓴 맛과는 정의 상관을 나타내었다. 한편, Kikuchi and Kitamura (1987)는 콩의 비린내에 lipoxygenase와 불포화지방산과의 상호작용으로 발생한다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서는 linoleic acid가 비린 냄새와 부의 상관인 것으로 분석되었으므로 이에 대해서는 추후 검토가 필요할 것이며 이것 또한 지방산 함량의 절대치 및 상대치와도 관련이 있을 것으로 추정된다. 한편, 본 연구진의 기존 보고(Kim *et al.*, 2011)에서 콩나물의 지방산 함량은 linoleic acid가 50.4~56.3%로 가장 높으며, 그 밖의 지방산은 oleic acid, palmitic acid, linolenic acid, stearic acid 순으로 높았으며, 이는 원료콩에 함유된 지방산 함량과 같은 경향이였다.

Table 3은 무기이온 조성과의 상관관계를 분석한 결과이다. 무기이온 중 Ca 함량이 단맛 및 전체적 선호도와 정의 상관을 보여 콩나물의 맛에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 이를 뒷받침 할 수 있는 근거가 아직 부족하므로

추후 검토가 필요할 것으로 사료된다. 특히 맛에 관여하는 것으로 밝혀진 물질들은 여러 가지 모습의 화합물로 존재하므로 특정 이온 몇몇의 존재가 맛에 영향을 끼친다고는 판단하기 어렵다.

Na 함량은 비린 맛과 부의 상관이 높게 나타났으며 유의성은 인정되지 않았으나 비린 냄새와도 부의 상관을 보인 반면 고소한 냄새와 달콤한 맛과는 정의 상관을 보였다. 따라서 Na 함량이 콩나물 맛에 긍정적으로 작용하리라는 추정이 가능하다. 한편, 요즘 조미료로 널리 사용되는 MSG (monosodium glutamate)는 나트륨 염의 일종이다. 본 연구진의 기존 보고(Youn *et al.*, 2011)에서 콩나물의 무기이온 함량은 K 함량이 가장 높았으며, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu 순으로 많이 함유되어 있었다.

Table 4는 본 연구에서 분석된 콩나물의 화학적 성분 47개를 이용하여 콩나물 맛과의 상호관계를 다중회귀법에 의하여 분석한 결과이다. 분석은 step-wise법을 사용하여 콩나물의 맛 관련 지표에 영향을 미치는 화학적 성분을 다중회

**Table 4.** Stepwise multiple linear regressions for sensory properties by chemical components of soy sprout.

	Regression equation	R <sup>2</sup>	Variable
Beany odor	$y=5.181 - 0.049x$	0.957	x=serine
Nutty odor	$y=2.174 + 0.017x_1 + 0.033x_2$	0.995	x <sub>1</sub> =aspartic acid x <sub>2</sub> =linolenic acid
Beany flavor	$y=5.855 - 0.129x_1 - 0.055x_2$	0.999	x <sub>1</sub> =serine x <sub>2</sub> =aspartic acid
Bitter flavor	$y=9.673 - 0.915x_1 + 0.624x_2$	0.997	x <sub>1</sub> =glycine x <sub>2</sub> =linoleic acid
Nutty flavor	$y=5.692 + 0.425x_1 + 0.063x_2$	0.936	x <sub>1</sub> =glycine x <sub>2</sub> =mineral contents
Sweet flavor	$y=9.256 + 0.088x_1 + 0.063x_2$	0.996	x <sub>1</sub> =mineral contents x <sub>2</sub> =histidine
Acceptability	$y=-7.251 + 1.588x_1 + 0.712x_2$	0.994	x <sub>1</sub> =linolenic acid x <sub>2</sub> =mineral contents

귀식으로 도출하였다. 아미노산, 지방산, 무기이온들이 주요 지표로서 관능적 특성과 상관관계를 보였으며, 비타민류, 식이섬유, 향기성분 등은 상관이 나타나지 않았다. 식이섬유 함량은 공시재료별로 2.42~3.17% 범위로 변이가 있었으나 변이 차이가 콩나물 식미와는 경향성이 없었으며(Kim *et al.*, 2011), 비타민 C와 B군 함량(Youn *et al.*, 2011) 및 향기성분(Kim *et al.*, 2009)은 함유된 성분 함량이 미미한 까닭에 그 효과가 낮은 것으로 판단된다. 특히 맛은 혀의 미각세포에 의한 것이므로 향기성분은 어느 정도 식품의 기호도에 영향을 끼칠 수는 있겠으나 맛에 대한 근본적인 효과는 없었을 것으로 사료된다.

콩나물 식미에 영향이 있는 것으로 분석된 아미노산, 지방산, 무기이온 함량 중에서도 지방산 함량이 다른 성분들에 비해 콩나물 맛에 영향을 끼치는 정도가 높은 것으로 분석되었으며, 특히 linolenic acid가 전체 콩나물 맛의 기호도에 긍정적인 효과가 높게 나타났다. 아미노산 중에는 serine, aspartic acid, histidine, glycine이 긍정적인 효과가 있었으며, 무기이온 함량도 콩나물 맛에 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

그런데 본 연구에서는 콩나물의 47개 성분을 통합적으로 회귀분석에 사용하였으며, 분석에 이용된 성분 수가 많아짐에 따른 실험 오차가 발생할 수도 있었을 것이므로 추후 성분요인을 그룹별로 구분하여 콩나물 맛 관련 지표를 탐색하는 것이 필요하리라 판단된다.

## 적 요

나물콩 5품종(녹채콩, 다원콩, 서남콩, 오리알태, 풍산나물콩)으로 재배한 콩나물을 실험재료로 사용하여 콩나물의 맛 관련지표를 탐색하였다. 공시재료로 재배된 콩나물들의 이화학적 성분함량과 관능평가와의 상관관계 등을 분석하여 콩나물의 맛에 관련된 지표를 판단하였으며, 분석결과 아미노산, 지방산, 무기질 함량이 콩나물의 관능 특성과 연관이 있었다. 아미노산 중 histidine, aspartic acid, serine 등이 콩나물의 비린 맛과 부의 상관을 보이는 동시에 달콤한 맛과는 유의성은 없었으나 어느 정도 정의 상관 경향이 나타났다. 지방산에서는 콩나물의 전체적 선호도에 linolenic acid가 정의 상관인 반면 oleic acid와는 부의 상관을 보였다. 무기질 중에는 Ca 함량이 콩나물의 전체적 선호도와 정의 상관을 나타내었다. 한편, 콩나물 맛 관련 지표를 탐색하기 위하여 콩나물의 화학성분 47개를 다중회귀식으로 검토한 결과 콩나물의 전체적 선호도에는 linolenic acid 등 지방산 함량의 영향이 크게 나타났다. 아미노산 중에는 arginine과 serine의 영향이 컸으며 무기이온 중에는 Ca의 함량이 콩나물 맛에 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 현장협력개발사업(과제번호-200803 A010067) 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 인용문헌

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 16<sup>th</sup> ed. Association of official analytical chemists Inc., Washington D.C. USA.
- Choi, H. D., S. S. Kim, H. D. Hong, and J. Y. Lee. 2000. Comparison of physicochemical and sensory characteristics of soybean sprouts from different cultivars. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43(3) : 207-212.
- Jeon, S. H., C. W. Lee, H. Y. Kim, H. K. Kim, and J. H. Kang. 2008. Growth of soybean sprouts affected by period and method of seed storage. *Korean J Crop Sci* 53(1) : 21-27.
- Kikuchi, A. and K. Kitamura. 1987. Simple and rapid carotene bleaching tests for the detection of lipoxygenase isozymes in soybean seeds. *Japan J. Breed* 37 : 10-16
- Kim, C. J., J. S. Park, S. Y. Kim, and D. K. Oh. 1996. Varietal differences among soybean sprouts during germination and maturation. *Korean Soybean Dig* 13(1) : 55-61.
- Kim, E. J., K. I. Lee, and K. Y. Park. 2002. Effects of germanium treatment during cultivation of soybean sprouts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31(4) : 615-620.
- Kim, J. H., K. A. Lee, Y. H. Kim, and H. S. Kim. 2009. Analyses of free amino acids in different parts of bean sprouts by different cooking methods and from different merchants. *J Food Sci Nutr* 14 : 316-322.
- 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., S. H. Kim, and E. H. Hong. 1993. Composition of soybean sprouts and its nutritional value. *Korean Soybean Dig* 6(1) : 1-9.
- Kim, S. Y., K. A. Lee, H. T. Yun, J. T. Kim, U. H. Kim, and Y. H. Kim. 2011. Analyses of fatty acids and dietary fiber in soy sprouts. *Korean J Crop Sci* 56(1) : 29-34.
- 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, Y. S. and Y. H. Kim. 2004. Changes in postharvest respiration, growth and vitamin C content of soybean sprouts under different storage temperature conditions. *Korean J Crop Sci* 49(5) : 410-414.
- Shon, H. K., E. J. Jae, Y. H. Kim, H. S. Kim, K. E. Byoun, and K. A. Lee. 2008. Physicochemical and sensory characteristics of commercial soybean sprouts. *Korean J Food Cookery Sci* 24(6) : 891-898.
- Snyder, H. E. and T. W. Kwon. 1987. Soybean utilization. An avi book. Van nostrand reinhold company. New York.
- 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.
- Ahn, S. Y. 1984. Food Chemistry. Kyomunsa. Seoul.
- Lee, S. R. and H. S. Shin. 2010. Food Chemistry. Shinkwang Pub. Seoul.