

게르마늄을 첨가하여 재배한 콩나물에서 영양성분의 함량 분석

김은정 · 이경임* · 박건영†

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소
*양산대학 호텔조리과

Quantity Analysis of Nutrients in Soybean Sprouts Cultured with Germanium

Eun-Jeong Kim, Kyeoung-Im Lee* and Kun-Young Park†

Dept. of Food Science and Nutrition, and Kimchi Research Institute,
Pusan National University, Busan 609-735, Korea

*Dept. of Hotel Culinary Arts, Yangsan College, Yangsan 626-800, Korea

Abstract

This study was carried out to evaluate the nutritional value of soybean sprouts cultured in water with germanium. In the germanium treated soybean sprouts (GSP), the contents of moisture and ash were higher than those of control group (germanium non-treated soybean sprouts), with 88.7~90.2% and 16~24%, respectively. The contents of dietary fiber, vitamin C and total phenol of GSP were also higher than those of control group, especially, with more than 20~40% in total phenol being contained. Minerals of soybean sprouts were considerably increased during 5-day cultivation. Of minerals, the contents of calcium and iron in GSP were higher than in the control. In particular, there was no germanium in control group, but on the other hand, GSP had germanium of 159 ppm. Therefore, it may be suggested that, soybean sprout with germanium is better than soybean sprout without germanium in terms of nutrition.

Key words: germanium, soybean sprouts, dietary fiber, vitamin C, total phenol

서 론

우리 나라에서는 콩을 발아시켜 만든 것을 두아(豆芽), 대두열(大豆蘗), 황권(黃卷), 황두아(黃豆芽), 콩기름 등으로 부르며 오랫동안 우리 고유의 전통식품으로 이용하여 왔으며, 고려 고종 때 의학서적인 「향약구급방」에는 건조콩나물(大豆黃券)이 약용으로 쓰였다고 기술되어 있다(1).

콩나물은 생육기간이 짧고 재배가 쉬워 계절과 장소에 관계 없이 단시간에 쉽게 재배할 수 있고 가격도 저렴하여 경제적이며 단백질, 비타민 및 무기질의 급원으로써 영양적으로 우수한 대중적인 전통식품이라고 할 수 있다(2,3). 콩나물은 콩이 발아되면서 비타민 C를 비롯한 여러 가지 비타민과 섬유소의 함량이 증가되며(4-7) 아미노산 및 질소화합물(8-10), 탄수화물의 함량이 크게 변화된다(11). 특히 asparagine은 콩나물에 많이 함유되어 있으며 영양적으로 매우 중요한 성분이다(12).

그 동안 콩나물의 안전성에 문제가 되어온 잔류 농약의 함량을 감소시키기 위한 오존수의 처리(13) 등을 행하여 안전한 콩나물을 제조하여 공급하기 위한 연구가 이루어졌으며, X선 조사(14), CO₂ gas의 처리(15)로 품질을 개선하기 위한 노력 뿐만 아니라 키토산의 처리(16), 탈지 참깨박의 첨가(17)와 같

은 기능성을 강화한 우수한 콩나물도 연구되고 있다. 또한 게르마늄을 사용하여 콩나물의 생장을 개선한 연구도 행해졌는데(18,19), 이러한 게르마늄은 항돌연변이작용, 면역강화작용, 바이러스 감염의 치료, 골다공증의 치료 뿐만 아니라 해열, 진통 및 증감속 해독작용 등 인체내에서 다양한 생리 활성작용을 지니고 있으며 의학적 치료에도 이용되고 있다(19).

이에 본 연구는 콩나물의 품질을 향상시키기 위해 게르마늄을 첨가한 물을 이용하여 게르마늄 콩나물을 제조하여 일반 콩나물과 영양성분을 비교하였으므로 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

콩나물의 재배

콩나물을 재배하는데 사용한 콩은 밀양의 영남 농업시험장에서 1997년 수확한 은하콩, 서목태와 수박태였다. 콩나물은 전보(19)와 같이 제조하였다. 즉 선별한 콩을 3회 세척하고 1시간 동안 물을 빼 후, 처음 24시간 동안은 5시간 간격으로 15분간 살수하였으며 다음에 3시간 간격으로 15분간 살수하면서 17~20°C에서 5일간 재배하였다. 이때 수돗물, 지하수 및 2.5%의 게르마늄 가루[(주)한국 prevention, Korea]를 첨가한 물을 사

†Corresponding author. E mail: kunypark@hyowon.pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2839, Fax: 82-51-514-3138

용하여 콩나물을 재배하였다.

일반성분의 분석

콩나물의 일반성분으로 수분, 조단백질 및 회분의 함량을 정량하였다. 수분 함량은 105°C 오븐에서 상압 가열 건조하여 측정하였으며, 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로 분석하였고 회분의 함량은 550°C의 회화로에서 직접 회화법으로 측정하였다(20).

식이섬유소 함량 분석

불용성 식이 섬유소 : 시료 0.5 g에 phosphate buffer 25 mL (pH 6)를 넣어 pH 6.0±0.2로 조정하고 termamyl 용액 (Novo Industry A/S Copenhagen/Denmark) 50 µL를 넣었다. Water bath(95~100°C)에서 30분 동안 반응하여 실온으로 냉각한 후 0.275 N NaOH 용액으로 pH 7.5±0.2로 조정하였다. 그리고 protease 용액(Sigma Chemical Co., USA)을 첨가한 후, shaking water bath(60°C, 30분)에서 반응시켜 냉각하여 0.325 M HCl 용액을 넣어서 pH 4~4.6까지 조정하고 amylo-glucosidase(Sigma Chemical Co., USA) 150 µL를 첨가해 shaking water bath(60°C, 30분)에서 반응시켰다. Cellite를 함유한 IG3 여과용 유리도가니에 물 10 mL, 95% ethanol 10 mL, acetone 10 mL를 차례로 부어 residue를 씻은 후 105°C에서 overnight로 residue를 포함한 crucible을 건조시켰다. 2개의 시료 중 1개는 Automatic nitrogen analyzer(Buch 322/342 Kjeldahl system, Switzerland)를 사용해서 단백질 함량을 측정하였고 또 다른 1개의 시료는 525°C에서 5시간 동안 회화시켜 회분량을 측정하였다(21).

수용성 식이 섬유소 : 여과액과 residue를 씻은 물 10 mL를 불용성 식이 섬유소 측정과정으로부터 얻어서 물로 50 g까지 조정하고, 60°C의 95% ethanol 200 mL를 첨가해서 실온에서 침전물이 형성되도록 60분 동안 방치시켰다. 이러한 enzyme digest를 새로운 cellite를 함유한 IG3 여과용 유리도가니에 부은 후 78% ethanol 30 mL, 95% ethanol 10 mL, acetone 10 mL 순으로 residue를 씻고 105°C에서 overnight로 유리도가니를 건조시켰다. 2개의 시료 중 1개는 단백질 함량을 측정하였고 또 다른 1개의 시료는 회분량을 측정하였다(21).

SDF 또는 IDF 양은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{SDF or IDF (\%)} = [(R-P-A-B)/W] \times 100$$

R: residue의 무게(mg), P: 단백질의 함량, A: 회분의 함량
B: blank 무게, W: 시료의 무게

비타민 C의 함량 분석

비타민 C는 2,4-dinitrophenyl hydrazine 비색법을 사용하여 정량하였다(22). 콩나물 시료에 같은 양의 5% metaphosphoric acid 용액을 가하여 마쇄하고 5,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 5% metaphosphoric acid로 4배 희석한 시료 침출액 2 mL씩을 시험관에 취하여 oxidation, osazone 형성, osazone 용해의 순서로 조작한 후 분광광도계

(Shimadzu UV-2100, Kyoto, Japan)를 이용하여 540 nm에서 비색 정량하였다.

총 phenol의 함량 측정

총 phenol의 함량은 Folin-Denis법을 이용하여 측정하였다(23). 동결건조된 시료 5 g을 50 mL의 메탄올에 하루밤 침지시킨 후 2분간 균질화시켜서 boiling water bath에 5분간 두었다가 여과지(Whatman filter paper No.42)로 여과하여 그 잔여물 역시 불용성 잔여물이 제거될 때까지 뜨거운 메탄올로 용해시켜 100 mL가 되도록 정용하였다. 여과액 0.1 mL에 2% Na₂CO₃ 2 mL를 넣고 정확히 2분 후 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.1 mL를 가하여 실온에서 30분간 incubation한 뒤 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 chlorogenic acid를 기준 물질로 사용하여 검량선을 작성하여 총 phenol의 함량을 계산하였다.

무기질의 함량 분석

게르마늄을 포함하여 무기질의 함량을 측정하기 위해 유도 결합 플라즈마 방출 분광기(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer; Shimadzu ICPS 1000, Japan)를 이용하였으며, 시료 내의 게르마늄과 세슘의 함량은 ICP/MS (Fisons PQ3 STE)로 측정하였다.

결과 및 고찰

일반 성분의 함량

콩나물에서 수분, 조단백질 및 회분의 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 각 품종별로 약간의 차이는 있었으나 게르마늄 콩나물이 88.7~90.3%로 84.0~87.8%를 나타낸 일반 콩나물보다 약간 많았으며 조단백질의 함량은 게르마늄 콩나물이 5.01~6.65%로 일반 콩나물의 5.93~6.87%와 거의 비슷한 수준을 나타내었다. 또한 회분의 함량은 게르마늄 콩나물이 0.71~0.76%였으며 일반 콩나물이 0.58~0.64%를 나타내어 게르마늄 콩나물에서 회분의 함량이 16~24% 더 높게 나타났다.

Table 1. Comparison of moisture, protein and ash contents between control and germanium-treated soybean sprouts (%)

Samples ¹⁾	Moisture	Protein	Ash
Eunhakong H	87.2±0.03 ^{d2)}	6.51±0.09 ^{bc}	0.61±0.01 ^c
Eunhakong G	90.2±0.02 ^a	6.37±0.04 ^c	0.71±0.01 ^b
Subaktae H	87.8±0.03 ^c	5.93±0.10 ^d	0.58±0.02 ^d
Subaktae G	90.3±0.02 ^a	5.01±0.10 ^e	0.72±0.01 ^b
Seomoktae H	84.0±0.01 ^c	6.87±0.03 ^a	0.64±0.01 ^c
Seomoktae G	88.7±0.30 ^b	6.65±0.07 ^b	0.76±0.03 ^a

¹⁾H-Cultivated with tap water.

G-Cultivated with tap water containing germanium stone powder.

²⁾Mean ± SD. The different letters are significantly different at the p<0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

한편 Kim 등(17)은 5품종의 콩으로 재배한 콩나물의 수분 함량이 87.5~90.6%였으며 단백질이 3.8~6.2%, 회분이 0.7~0.8% 함유되었다고 보고하여 본 연구와 비슷한 결과를 나타내었다.

식이섬유소의 함량

식이섬유소는 결장암, 동맥경화증, 당뇨병, 변비, 고혈압, 비만, 담석 등과 같은 질병을 예방하며 치료에도 효과가 있다는 최근의 연구에 의하여 식이섬유소의 역할은 매우 중요하게 인식되고 있다(24-26). 콩나물에서 섬유소의 함량은 높지 않으나 고탄 성분으로 콩보다 콩나물에 섬유소가 더 많이 함유되어 있으므로(7,8) 재배과정 중에 섬유소의 양이 증가되며 이는 콩나물의 아삭아삭한 질감을 나타내는 것으로 여겨진다.

게르마늄을 첨가하여 재배한 콩나물에서 식이섬유소의 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 수용성 식이섬유소의 함량은 게르마늄 콩나물이 0.21~0.25% 함유되어 있으며 일반 콩나물이 0.19~0.22%로 게르마늄 콩나물에서 5~16% 더 많이 함유되어 있었으며 불용성 식이섬유소의 함량도 게르마늄 콩나물에서 3~11% 더 높게 나타났다. 또한 총식이섬유소의 함량도 게르마늄 콩나물이 7~10% 정도 많이 함유되어 있었다. 따라서 전보(19)에서 콩나물의 texture 측정하였을 때 일반 콩나물에 비해 게르마늄 콩나물이 경도가 강하게 나타난 것은 식이섬유소의 함량과 관련이 있는 것으로 보여진다.

비타민 C의 함량

비타민 C는 매우 불안정한 물질로 식품 중에 있는 ascorbic acid는 쉽게 산화되어 dehydroascorbic acid가 되고 다시 비가역적으로 diketogulonic acid로 분해되면 비타민 C로서의 활성을 잃게 된다(27). 총 비타민 C는 ascorbic acid와 dehydroascorbic acid의 합계를 말하는 것으로 본 연구에서 콩나물의 ascorbic acid, dehydroascorbic acid 및 총 비타민 C의 함량을 측정하였다(Table 3). 콩나물 재배 5일째의 총 비타민 C 함량은 은하콩, 수박태 및 서목태의 3가지 품종 가운데 서목태가 14.60 mg%로 가장 높게 나타났으며, 3품종 모두에서 게르마늄 콩나물이 일반 콩나물에 비하여 유의적(p<0.05)으로 높

Table 2. Comparison of dietary fiber contents between control and germanium soybean sprouts (%)

Samples ¹⁾	Soluble dietary fiber (SDF)	Insoluble dietary fiber (IDF)	Total dietary fiber (TDF)
Eunhakong H	0.20 ± 0.01 ^{b2)}	5.33 ± 0.12 ^d	5.54 ± 0.14 ^d
Eunhakong G	0.21 ± 0.01 ^b	5.90 ± 0.07 ^b	6.11 ± 0.08 ^b
Subaktae H	0.22 ± 0.05 ^{ab}	5.49 ± 0.09 ^d	5.71 ± 0.14 ^d
Subaktae G	0.25 ± 0.01 ^a	5.96 ± 0.12 ^{ab}	6.21 ± 0.14 ^{ab}
Seomoktae H	0.19 ± 0.01 ^b	5.72 ± 0.02 ^c	5.91 ± 0.03 ^c
Seomoktae G	0.22 ± 0.01 ^{ab}	6.11 ± 0.06 ^a	6.33 ± 0.08 ^a

¹⁾H-Cultivated with tap water.
G-Cultivated with tap water containing germanium stone powder.

²⁾Mean ± SD. The different letters are significantly different at the p<0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

Table 3. Comparison of vitamin C content between common soybean sprouts and germanium-treated soybean sprouts (unit: mg%)

Samples ¹⁾	Total ascorbic acid	Dehydroascorbic acid	Ascorbic acid
Eunhakong H	10.55 ± 0.21 ^{d2)}	4.90 ± 0.02 ^b	5.65
Eunhakong F	10.85 ± 0.01 ^d	3.45 ± 0.07 ^c	7.40
Eunhakong G	11.10 ± 0.01 ^c	7.65 ± 0.05 ^a	3.35
Subaktae H	10.20 ± 0.02 ^d	2.23 ± 0.02 ^d	7.97
Subaktae F	9.90 ± 0.21 ^{dc}	2.20 ± 0.12 ^d	7.70
Subaktae G	11.55 ± 0.12 ^c	2.75 ± 0.01 ^d	8.80
Seomoktae H	12.50 ± 0.01 ^b	3.35 ± 0.12 ^c	9.15
Seomoktae F	11.35 ± 0.03 ^c	3.20 ± 0.13 ^c	8.15
Seomoktae G	14.60 ± 0.02 ^a	3.45 ± 0.02 ^c	11.15

¹⁾H-Cultivated with tap water.
F-Cultivated with underground water at the factory.
G-Cultivated with tap water containing germanium stone powder.
²⁾Mean ± SD. The different letters are significantly different at the p<0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

았다. 또한 비타민 C의 함량이 가장 높았던 서목태를 사용하여 게르마늄을 첨가한 콩나물이 일반 콩나물과 비교하여 재배일자에 따라 비타민 C가 변화되는 양을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 비타민 C의 함량은 재배 4일째까지 게르마늄 첨가 유무와는 큰 차이없이 일정하게 증가되었다. 그러나 5일째에 일반 콩나물의 비타민 C의 양은 약간 증가된 반면 게르마늄 콩나물에서는 크게 증가되어 게르마늄이 비타민 C의 함량 증가에도 영향을 미치는 것으로 사료된다.

총 phenol 함량

총 페놀 함량은 서목태를 사용하여 재배한 콩나물에서 측정하였으며 게르마늄 첨가에 대한 효과를 분석하였다(Table 4).

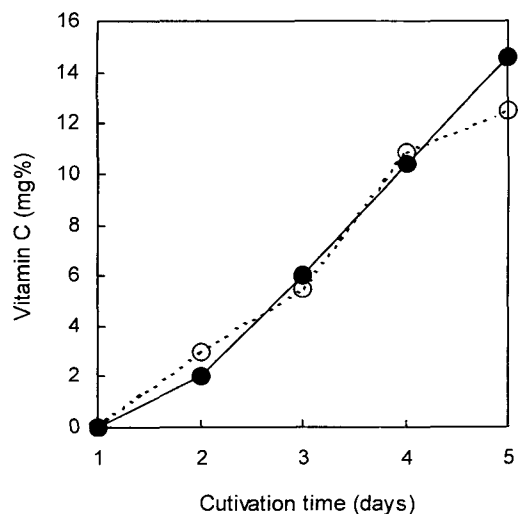


Fig. 1. Changes of the vitamin C content in Seomoktae soybean sprouts during cultivation.
○····○ Common soybean sprouts.
●····● Germanium treated soybean sprouts.

일반 콩나물은 35 mg%, 지하수로 재배한 콩나물에는 30 mg%의 페놀이 함유되어 있었으며 게르마늄 콩나물은 42 mg%가 함유되어 있어 일반 콩나물과 비교하여 20% 더 많이 함유되어 있었다. 콩과 콩나물에는 phenol계 화합물로서 isoflavon형태의 genistein 및 daidzein과 이들의 배당체인 genistin과 daidzin이 많이 함유되어 있다(28). 이들은 체내에서 암예방, 갱년기 장애의 완화, 골다공증의 예방, 허혈성 심질환의 예방 등의 효과가 있는 것으로 동물실험과 많은 역학조사(29-31)를 통하여 증명되고 있다.

무기질의 함량

품종과 게르마늄 함유에 따른 무기질의 함량을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 칼슘과 철분의 함량은 일반 콩나물에 비하여 게르마늄 콩나물에서 높았다. 3가지 품종 가운데 서목태에서 칼슘 함량은 일반 콩나물이 0.25%였으며 게르마늄 콩나물은 0.36%였다. 또한 철분 함량도 일반 콩나물이 79.1 ppm이었

으나 게르마늄 콩나물은 145 ppm으로 83% 높게 나타났다. 게르마늄은 일반 콩나물에서는 전혀 검출되지 않았으나 게르마늄 콩나물에서는 130~159 ppm이 함유되어 있어 재배과정 중에 물에 함유된 게르마늄이 콩나물에 잘 축적되는 것을 알 수 있다. 황, 마그네슘, 나트륨, 구리, 망간, 아연 등의 무기질 성분의 함량은 일반 콩나물과 비슷하였으며 재배 일수의 증가에 따라 큰 변화는 보이지 않았다(Table 6). 따라서 콩나물을 재배하는데 있어서 물과 물 속에 함유된 성분이 콩나물의 영양 성분에 영향을 주게 되며 특히 본 연구에서 게르마늄 콩나물은 칼슘, 철분 및 게르마늄 함량이 높았으므로 이들의 좋은 급원 식품으로 생각된다.

요 약

게르마늄을 처리하여 재배한 콩나물이 일반 콩나물과 비교하여 영양성분의 차이가 있는지를 관찰하였다. 수분함량은 일반 콩나물이 84~87.8%이었으나 게르마늄 콩나물은 88.7~90.2%로 약간 높았다. 회분 함량도 16~24%로 세 품종 모두에서 유의적으로 증가되었으나(p<0.05) 단백질의 함량은 약간 낮게 나타났다. 총 식이섬유소의 함량은 일반 콩나물과 비교하여 게르마늄 콩나물에서 7~10% 높았으며 세 가지 품종 모두에서 수용성 및 불용성 식이섬유소의 함량이 높게 나타났다. 총 비타민 C의 함량은 세 품종 가운데 서목태에서 가장 높았으며, 게르마늄 처리시 일반 콩나물에 비하여 17% 증가되었다. 서목태에서 총 페놀 함량은 일반 수돗물이나 지하수로 재배한 콩나물과 비교하여 게르마늄 용해수로 재배한 콩나물에서 20~40% 더 많이 함유되어 있었다. 콩나물에서 무기질의 함량을 측정된 결과, 재배 일수가 경과함에 따라 대부분의 무기질 함량은 증가되었으며 특히 나트륨의 함량은 급격하게 증가되었다. 또한 일반 콩나물에 비해 게르마늄 콩나물은 칼슘과 철분의 함량이 높았으며 일반 콩나물에는 전혀 함유되어 있지 않은 게르마늄이 159 ppm 함유되어 있었다. 따라서 게르마늄을 처리하여 재배한 콩나물은 처리하지 않은 콩나물에 비하여 일반 성분을 비롯하여 식이섬유소, 페놀 화합물, 비타민 및 무기질의 함량이 높아 영양적으로 우수한 콩나물로 여겨진다.

문 헌

1. Jang GH. 1993. The history on food preparation and processing

Table 4. Content of total phenol in Seomoktae soybean sprouts (unit: mg%)

Samples ¹⁾	Total phenol
Seomoktae H	35 ± 1.47 ^{b2)}
Seomoktae F	30 ± 0.88 ^c
Seomoktae G	42 ± 0.44 ^a

¹⁾H-Cultivated with tap water.

F Cultivated with underground water at the factory.

G Cultivated with tap water containing germanium stone powder.

²⁾Mean ± SD. The different letters are significantly different at the p<0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

Table 5. Comparison of mineral contents between control and ger-manium soybean sprout

Samples ¹⁾	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Ge ²⁾ (ppm)
Eunhakong H	0.76	2.14	0.28	0.48	376	65.2	-
Eunhakong G	0.74	2.18	0.28	0.49	318	91.1	130
Subaktae H	0.89	2.09	0.28	0.29	314	64.6	-
Subaktae G	0.85	2.05	0.29	0.31	254	81.2	131
Seomoktae H	0.91	1.93	0.3	0.25	372	79.1	-
Seomoktae G	0.87	1.86	0.3	0.36	256	145	159

¹⁾H-Cultivated with tap water.

G-Cultivated with tap water containing germanium stone powder.

²⁾Ge was analyzed with ICP/MS.

Table 6. Mineral contents of control and germanium soybean sprout after 2 and 4-days cultivation

Samples ¹⁾	P (%)	S (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Na (ppm)	Si (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Se (ppb)	Ge ²⁾ (ppm)
Seomoktae	0.70	0.36	1.69	0.12	0.28	5.66	7.46	93.7	10.5	28.6	31.9	91.5	-
Seomoktae H 2-day	0.75	0.48	1.84	0.14	0.27	48.5	11.5	109	18.0	52.3	53.2	67.7	-
Seomoktae H 4-day	0.86	0.52	2.12	0.15	0.25	177	8.94	79.1	17.5	54.1	56.6	102	-
Seomoktae G 2-day	0.77	0.48	1.87	0.15	0.29	54.4	10.7	136	16.6	52.5	53.9	123	75.7
Seomoktae G 4-day	0.82	0.52	2.00	0.16	0.35	177	12.7	145	17.4	54.3	56.7	102	159

¹⁾H-Cultivated with tap water.

G-Cultivated with tap water containing germanium stone powder.

²⁾Ge and Se were analyzed with ICP/MS.

- of Korean soybean used foods. Soohagsa, Seoul. p 198-232.
2. Park WK. 1991. Encyclopedia of foods and food science. Shinkwang Publishing Corporation, Seoul. p 403-404.
 3. Kim SD, Kim SH, Hong EH. 1993. Composition of soybean sprout and its nutritional value. *J Korean Soybean Res* 10: 1-9.
 4. Hofsten B. 1979. Legume sprout as a protein and other nutrients. *J Am Oil Chemists Soc* 56: 382-392.
 5. Chen LH, Well CE, Fordham JR. 1975. *Carbohydrate analysis, A practical approach*. IRL press Ltd, Oxford. p 23.
 6. Lee GY, Kim EM, Woo SJ. 1996. Changes in the contents and composition of dietary fiber during the growth of soybean sprout. *Korean J Nutr* 29: 1142-1149.
 7. Lee SM. 1992. Antimutagenic effects of dietary fiber. *MS Thesis*. Pusan National University, Korea. p 20-21.
 8. Yang CB. 1981. Changes of nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout-Part II. Changes of amino acid composition. *J Korean Agr Chem Soc* 24: 94-100.
 9. Yang CB. 1981. Changes of nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout-Part III. Changes of free amino acid composition. *J Korean Agr Chem Soc* 24: 101-104.
 10. Yang CB, Kim ZU. 1980. Changes in nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout. *J Korean Agric Chem Soc* 23: 7-13.
 11. Kim CB. 1975. Studies on change of carbohydrate content according to dark and light treatment of soybean. *Kangwon University* 9: 265-269.
 12. Byun SM, Huh NE, Lee CY. 1977. Asparagine biosynthesis in soybean sprouts. *J Korean Agric Chem Soc* 20: 33-42.
 13. Kim SD, Kim ID, Park MZ, Lee YG. 2000. Effect of ozone water on pesticide-residual contents of soybean sprouts during cultivation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 277-283.
 14. Lee KY, Kim SW, Choo YE. 1959. Effects of X-irradiation on the oxidative phosphorylation and tissue respiration of germinating soy beans (Soja max). Korea Atomic Energy Research Institute p 34-44.
 15. Takashi T. 1985. Improvement of bean sprouts production by intermittent treatment with carbon dioxide. *Nippon Shokubin Kogyo Gakkaishi* 32: 159-169.
 16. Lee YS, Park RD, Rhee CO. 1999. Effect of chitosan treatment on growing characteristics of soybean sprouts. *Korean J Food Sci Technol* 31: 153-157.
 17. Kim YG, Im TG, Park SS, Heo NC, Hong SS. 2000. Effect of the DSSE (defatted sesame seed extracts) on quality characteristic of soybean sprouts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 742-746.
 18. Han SS, Rim YS, Jeong JH. 1996. Growth characteristics and germanium absorption of soybean sprout cultured with the aqueous solution of organogermanium. *Agri Chem Biotechnol* 39: 39-43.
 19. Kim EJ, Lee KI, Park KY. 2002. Effects of germanium treatment during cultivation of soybean sprouts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 615-620.
 20. Chai SK, Kang KS, Ma SZ, Bang KU, O MH, O SH. 2002. *Food analysis*. Jikumoonhwasa, Seoul. p 219-254.
 21. Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW, Furda I. 1988. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *J Assoc Off Anal Chem* 71: 1017-1023.
 22. Chai SK, Kang KS, Ma SZ, Bang KU, O MH, O SH. 2002. *Food analysis*. Jikumoonhwasa, Seoul. p 545-551.
 23. Hammerschmidt PA, Pratt DE. 1978. Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J Food Sci* 43: 556-559.
 24. Schneeman BO. 1986. Dietary fiber: Physical and chemical properties, methods of analysis and physiological effects. *Food Technol* 40: 104-109.
 25. Gordon DT. 1989. Functional properties vs physiological action of total dietary fiber. *Cereal Foods World* 34: 517-525.
 26. Mercurio KC, Behm PA. 1981. Effect of fiber type and level on mineral excretion transit time and intestinal histology. *J Food Sci* 46: 1462-1463.
 27. Lee SM, Yu RN, Rhee SH, Park KY. 1997. Effects of carrot on the stability of vitamin C in (green yellow) vegetable juices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 582-587.
 28. Yang F, Ma Y, Ito Y. 2001. Separation and purification of isoflavones from a crude soybean extract by high-speed counter-current chromatography. *J Chromatogr A* 14: 928: 163-170.
 29. Kinjo J. 2000. Phytoestrogens. *Nippon Rinsho* 58: 2434-2438.
 30. Uesugi T, Toda T, Tsuji K, Ishida H. 2001. Comparative study on reduction of bone loss and lipid metabolism abnormality in ovariectomized rats by soy isoflavones, daidzin, genistin, and glycitin. *Biol Pharm Bul* 24: 368-372.
 31. Wang HZ, Zhang Y, Xie LP, Yu XY, Zhang RQ. 2002. Effects of genistein and daidzein on the cell growth, cell cycle, and differentiation of human and murine melanoma cells (1). *J Nutr Biochem* 13: 421-426.

(2002년 8월 13일 접수; 2002년 11월 5일 채택)