

Quality Characteristics of Soybean Sprouts Cultivated with Carbonated water

Tae-Young Hwang

Department of Herb Industry, Jungwon University, Goesan-gun 367-805, Korea

탄산수로 재배한 콩나물의 품질 특성

황태영

중원대학교 한방산업학부

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of carbonated water on the yield, weight, length, thickness, and vitamin C and isoflavone contents of soybean sprouts cultivated for 6 days. 100 g Junjori cultivar soybeans were cultivated at $22\pm 1^\circ\text{C}$ with carbonated water (pH 4.5) and drinking water (pH 7.8) for 6 days, respectively, after 6h presoaking treatment. The yield of the soybean sprouts cultivated with carbonated water for 6 days was 255.1 g, approximately 1.45 times higher than the 176.1 g soybean sprouts cultivated in drinking water. The weight and length of the soybean sprouts cultivated with carbonated water were 1.3 and 1.2 times higher, respectively, than those of the soybean sprouts cultivated with drinking water. The same can be said of the thickness of the carbonated- and drinking-water soybean sprouts. The vitamin C contents of the soybean sprouts cultivated with carbonated water was about two times (1.13 mg%) higher than those of the soybean sprouts cultivated with drinking water. The genistein and daidzeinin contents of the soybean sprouts cultivated for 6 days with carbonated water were higher than those of the soybean sprouts cultivated for 6 days with drinking water. The growth characteristics and contents of the useful components of the soybean sprouts were affected more by carbonated water than by drinking water.

Key words : soybean sprouts, carbonated water, vitamin C, isoflavone

서 론

대두(*Glycine max* L. Merrill)는 만주 지방이 원산지인 콩과 식물로 기원전 4~5세기경부터 이미 우리나라에서 재배되어 왔으며(1), 이를 발아시켜 수경 재배한 콩나물은 한국인의 상용 식품으로 오랜 동안 이용되어 왔다. 콩나물의 재배와 소비는 과거 가정에서 자가 재배하여 소비하던 형태였던 것이 최근 외식산업 및 단체 급식의 성장으로 대량 수요처가 생기면서 재배, 생산 및 포장까지 자동화된 설비에서 대량 생산하는 식으로 급격하게 변화하였다. 콩나물의 수량 및 품질에 영향을 미치는 요인으로는 원료 콩의 품종, 재배환경, 수확시기 및 수확 후 관리상태 등이며, 콩나

물의 재배환경 중 재배온도 외 재배수의 온도, 관수량, 관수 방법, 관수시간 및 수질 등도 콩나물의 수율에 영향을 미친다(2). 즉, 현대의 소비자들이 원하는 수준의 고품질 콩나물을 대량으로 재배, 생산하기 위해서는 콩나물의 재배수율 향상, 재배 중 발생하는 부패 등의 다양한 문제들을 해결하기 위한 연구가 절실히 필요하게 되었다.

콩나물에 관한 연구로는 재배 중 각종 성분변화에 대한 연구(3), 콩나물의 재배방법에 대한 연구(4) 및 또한 콩나물의 재배 중 부패, 세균 형성 등을 방지하고 위생적 품질을 확보하기 위해 식물생장호르몬(5), 칼슘(6), 항균제(7), 식품첨가물(8), 오존수(9) 및 키토산 처리(10,11) 등 다양한 시도가 이루어지고 있으나 첨가물에 대한 소비자 선호도 저하 등의 이유로 상업적으로 활발히 이용되고 있지 못하다. 이외에도 식품으로써 콩나물에 대한 연구로는 콩나물의 해독 작용(12,13), 콩나물의 일반성분 변화에 관한 연구들(14,15)

*Corresponding author. E-mail : hty301@jwu.ac.kr
Phone : 82-43-830-8617, Fax : 82-43-830-8679

이 있으며 콩의 생리활성 물질 중 특히 isoflavone에 관한 연구 결과들(16-18)이 다수 보고되고 있다. Isoflavone은 최근 주목 받고 있는 콩의 생리활성 물질로 콩의 품종 간, 재배지역 등에 따라 함량차이가 나타나는 것으로 보고되고 있다(19,20).

콩나물에 있어 원료 콩의 품종과 재배수는 콩나물의 수율 등 재배특성과 영양학적 품질에 지대한 영향을 미치고 있는 것으로 보여 진다. 소위 “탄산약수”로 알려진 천연지하수인 탄산수는 낮은 pH, 높은 이산화탄소분압(P_{CO_2}), 높은 미량원소 함량으로 특징 지워지는데 이러한 독특한 수질 특성으로 일반인들 사이에 소화불량, 위장병, 피부병, 신경통, 부인병, 고혈압, 당뇨병, 안질 등의 질병치료에도 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 국내에서는 충청도 일원, 경상북도 북부, 강원도 지역 등에서 주로 산출되고 있는 것으로 알려져 있다(21). 특히, 충북 청원군 북일면 초정리에서 산출되는 초정탄산수는 상업적으로 제품화되어 일반인에게도 인지도가 있다.

따라서 본 연구에서는 고품질의 콩나물 재배에서 가장 중요한 인자라 할 수 있는 재배수를 탐색하는 일환으로 일반적인 물이 아닌 탄산수로 대체하고 탄산수가 콩나물의 수율 등의 재배 시 특성과 외관 및 유용 성분 등 식품으로써의 콩나물의 품질에 미치는 영향을 조사하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

콩나물 콩은 제주산 ‘준저리’ 품종으로 당해 수확한 것을 냉장보관하며 실험에 사용하였고, 재배수는 일반 음용수인 (주)CJ제일제당의 스파클 제품(pH 7.8)과 탄산수인 (주)일화의 초정탄산수 제품(pH 4.6, 탄산이온 함량 400 mg/L 내외)을 각각 사용하였다.

콩나물의 재배방법

선별한 원료 콩 100 g씩을 증류수로 세척하고 6시간 불린 후 콩나물 재배기(25×41 cm; Hi-Green Culture, Korea)에 넣었다. 원료 콩 중량의 10배의 탄산수를 넣고 시간당 5분씩 관수하면서 22±1 °C에서 6일간 재배하였는데, 대조구로는 음용수를 사용하고 그 외 모든 처리는 동일하게 하였으며, 재배수는 매일 교환하였다.

콩나물의 수량, 무게, 길이, 직경 측정

콩나물을 6일간 재배한 후 콩나물의 수량은 재배 후 식용 가능한 콩나물의 총중량으로 나타내었다. 콩나물의 성장도를 파악하기 위해 6일간 재배한 콩나물 50개를 무작위로 추출하여 콩나물의 무게, 배축의 직경, 전체길이를 측정하였는데 배축의 직경은 caliper (CD-20B, Mitutoyo, Japan)를

이용하여 측정하여 두께로 나타내었다.

미생물 수 측정

멸균팩에 각 처리구의 콩나물 시료 10 g씩을 넣고 0.85% Saline solution을 90 mL 가하여 1분간 좌우상하로 각 100회씩 교반한 후, 1 mL씩 취하여 일반세균배지(Petrifilm™ aerobic count, 3M, St Paul, USA), 대장균배지(Petrifilm™ coliform count, 3M, St Paul, USA) 및 곰팡이버지(Petrifilm™ mold and yeast count, 3M, St Paul, USA)에 각각 접종하였다. 접종 후 일반세균은 35 °C에서 48시간, 대장균은 35 °C에서 24시간, 곰팡이는 25 °C에서 72시간 동안 배양한 후 Colony 수를 측정하여 log colony forming unit (CFU/g)으로 나타내었다.

비타민 C 분석

총 비타민 C함량은 DNP법(2,4-dinitro phenyl hydrazine 법)에 따라 정량하였다. 즉, 시료 10 g을 동량의 metaphosphoric acid로 추출 여과(Whatman No 2)한 후 DNP비색법으로 정색시키고 분광광도계(UV1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 540 nm에서 흡광도를 측정하여, L-ascorbic acid(Sigma, USA)를 표준물질로 사용하여 동일한 실험법으로 작성된 표준곡선으로부터 총 비타민 C함량을 구하였다(22). 각각의 처리군에서 3회 반복 측정하였다.

Isoflavone 함량 분석

Isoflavone분석은 냉동건조한 콩나물을 시료로 하여 다음과 같이 실시하였다(20). 즉, 각 시료에 1 M의 HCl을 적당량 넣고 98~100 °C 항온진탕기에서 1시간 동안 가수분해한 후 동량의 methanol을 넣고 수분간 방치하여 isoflavone을 추출하였다. 추출한 isoflavone의 상층액을 syringe filter (Millex LCR 13 mm NS, MSCLRO, 0.5 µm, Millipore)로 여과하여 Table 1과 같은 조건의 HPLC로 측정하였다. 표준물질로는 Sigma사(Sigma, USA)의 genistein (4',5,7-trihydroxyisoflavone)과 daidzein (4',7-dihydroxyisoflavone)을 사용하였다. 표준물질의 머무름 시간은 각각 7.2분과 13.0분이었으며 isoflavone 함량은 이 두 물질의 농도에 대한 peak높이의 표준정량곡선으로부터 계산하였다.

Table 1. Operating condition of HPLC for analysis of isoflavones

HPLC	HP 1090 series II (Hewlett Packard Co.)
Column	YMC-PACK ODS-QM 303 S-5(5 µm, 250×4.6 mm I.D)
Guard Column	YMC C18 guard column(0.45 µm)
Mobile Phase	AcCN-0.1% Acetic acid:d-H ₂ O=35:65(v/v)
Detector	UV detector(254 nm)
Flow Rate	1 mL/min
Injection Volume	20 µL

결과 및 고찰

콩나물의 수량 및 생육특성

재배수에 따른 콩나물의 총 수량 및 생육 특성인 중량, 길이, 두께는 다음과 같다(Table 1). 탄산수로 6일간 재배한 콩나물의 총 수량은 255.1 ± 9.90 g으로 음용수로 재배한 대조구의 176.1 ± 3.52 g에 비해 약 1.45배 높게 나타났다. 또 탄산수로 재배한 콩나물의 개체중은 0.91 ± 0.205 g으로 음용수로 재배한 대조구에 비해 1.3배 높게 나타났다. 탄산수로 재배한 콩나물의 길이도 15.11 ± 1.592 cm로 대조구의 12.92 ± 1.914 cm에 비해 1.2배 높았다. 콩나물의 두께는 탄산수로 재배한 경우 2.129 ± 0.0327 mm로 대조구의 두께인 2.127 ± 1.0299 mm와 유사하였다. 실제 콩나물의 재배 시 1,000 ppm의 CO₂를 처리할 경우 대조구에 비해 길이생장이 현저히 빨라졌음을 볼 수 있으며(23) 이는 탄산수를 처리한 본 결과와도 같은 양상을 보인다. 콩나물의 재배수로 인산 용액 및 키토산 용액을 사용했을 때 콩나물의 수율과 중량, 길이 및 두께 등이 증가한 것으로 보고되었으며, 이때 재배 용액의 pH는 3.0으로 낮은 수준이었다(4,24). 인산과 인산염을 이용하여 재배수의 산도를 pH 3~9로 하여 재배한 경우 개체중량 및 길이는 pH 5에서 가장 높은 것으로 보고되어 있다(4). 즉, 낮은 pH의 재배수는 발아를 저해하는 미생물을 억제하여 발아율을 높이나, 콩나물의 중량, 길이 등 질적 성장에는 pH 5를 전후한 약산성 범위가 적합한 것으로 보인다. 또한 pH 3.0의 재배액에서 수량은 가장 높았던 반면, 가장 낮은 세균밀도가 발견되었으며 콩나물의 수량이 증가되었는데, 이는 pH가 낮은 재배 용수를 사용할 경우 미생물의 번식을 억제하여 콩나물의 수율을 증대시킬 수 있음을 시사하는 결과이다. 본 연구에서 사용한 탄산수의 경우도 pH 4.5로 일반적인 음용수에 비해 낮은 편이므로 미생물 성장을 저해하여 콩나물의 수율을 증대시킬 수 있을 것으로 보인다. 한편 인산을 사용하여 pH를 저하시킨 보고에 따르면 인산이 미생물의 영양급원으로 사용될 수도 있으므로, pH 5에서 오히려 미생물이 증가하고 수율이 감소하였다고 하였다. 즉, 수율을 높이기 위해 pH를 저하시킬 경우에는 pH조절 물질의 특성에 따라 pH를 미세하게 조절할 필요가 있을 것이다. 따라서 콩나물의 수율 증대를 위해 탄산수를 사용할 경우 탄산수가 pH에 미치는 영향과 함께 콩나물의 성장에 영향을 미칠 수 있는 용수 내 미량성분 등에 대해 추가적으로 조사할 필요가 있겠다.

콩나물의 미생물 수 측정 결과

재배 6일이 경과한 콩나물의 미생물 수를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 대조군과 탄산수 재배 콩나물간의 미생물적 유의차는 보이지 않았으며, 총균 수의 경우 $6.2 \sim 6.6$ log CFU/g의 범위였고, 대장균군의 경우 $3.0 \sim 3.3$ log CFU/g의 범위였다. 또한 곰팡이 수의 경우 $1.0 \sim 2.6$ log CFU/g의

범위로 나타났다. 이는 일반적인 콩나물의 초기 미생물 수인 $10^7 \sim 10^8$ CFU/g에 비해 1 log 정도 낮은 수준의 결과이다. 초기 미생물의 제어는 이후 저장 및 유통 시 매우 중요한 영향을 미치기 때문에 관련한 연구들이 다수 보고되고 있는데, 콩나물 재배 시 관수된 배수액의 pH에 따른 미생물 분석 결과에 따르면, pH 5에서 가장 높은 미생물 밀도를 나타냈으며, pH 7, 9, 3의 순서로 낮은 미생물의 밀도가 낮게 나타났다(4). 이는 낮은 pH의 재배액이 미생물의 증식을 억제하며 이로 인해 발아율을 높이는 것으로 보이나, 약산성의 범위에서는 오히려 미생물의 증식을 촉진하는 결과로, pH뿐 아니라 pH조절을 위해 사용한 인산염 등의 부가적 영향도 함께 작용한 것으로 보인다. 본 실험에서 사용한 재배수(대조구 포함)의 pH는 4.6~7.8의 약산성~중성 범위이기 때문에 미생물의 성장저해가 뚜렷하게 나타나지 않은 이유로 생각된다. 단, 탄산수로 재배한 콩나물의 재배 수량 및 길이, 개체중량이 높게 나타났기 때문에, 생육 특성과 미생물제어를 동시에 고려할 경우 세밀한 재배수의 pH 조정 및 관련 연구를 추가 할 필요가 있다.

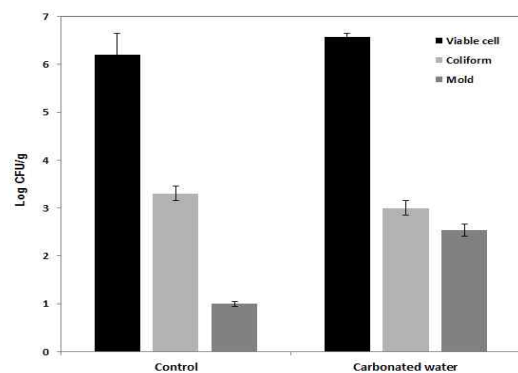


Fig. 1. Changes in microorganisms of soybean sprouts cultivated with the carbonated water.

Vertical lines represent Mean±S.D. (n=3). The soybean sprout was cultivated for 6 days.

Table 2. Growth characteristics of soybean sprouts cultivated with the carbonated water

Cultivation water	Growth characteristics			
	Yield (g)	Weight (g)	Length (cm)	Thickness (mm)
Control	$176.1 \pm 3.52^{1)}$	0.69 ± 0.128	12.92 ± 1.914	2.127 ± 1.0299
Carbonated water	$255.1 \pm 9.90^{2)}$	0.91 ± 0.205	15.11 ± 1.592	2.129 ± 0.0327

The soybean sprout was cultivated for 6 days.

¹⁾Mean±S.D.

²⁾Fresh weight from 100 g dry seed.

콩나물의 유용성분 변화

탄산수로 재배한 콩나물의 비타민 C 함량은 Fig. 2에 나타내었다. 탄산수로 재배한 콩나물은 6일 재배 시 1.13 mg%로 대조구에 비해 약 2배 정도 높은 비타민 C 함량을

나타내고 있었다. 콩나물 재배기간이 경과되면서 총 비타민 C의 함량이 증가하는 것으로 보고되고 있으며, 일반 콩나물에 비해 이온수를 사용할 경우 비타민 C의 함량이 높은 것으로 보고되었다(25). 콩나물 성장 시 비타민 C가 증가하는 것은 콩에 남아 있는 유리당의 비타민 C의 생합성에 의한 것으로 추측되고 있다(26).

탄산수로 재배한 콩나물의 isoflavone 함량은 genistein과 daidzein의 함량으로 각각 나타내었다(Table 3). 대조구의 경우 genistein과 daidzein 함량이 각각 $8.4 \pm 0.08 \mu\text{g/g}$ 와 $64.9 \pm 0.05 \mu\text{g/g}$ 인데 반해 탄산수로 재배한 경우 genistein이 $11.7 \pm 0.14 \mu\text{g/g}$, daidzein 이 $74.7 \pm 0.35 \mu\text{g/g}$ 로 높게 나타났다. 이는 동일 품종인 준저리 콩나물로 조사한 결과(17)의 총 isoflavone 함량인 $15.5 \mu\text{g/g}$ 과 비교 했을 때 다소 높은 함량을 나타내고 있었으나, Moon 등(18)의 결과와 비교할 경우에는 다소 낮게 나타났다. 그러나 콩 품종 및 재배기간, 재배수의 종류가 서로 달라 절대적으로 비교하기는 어렵다고 판단된다. Wang 등(20)은 대두가 발아하여 콩나물이 되는 과정에서 총 isoflavone 함량이 증가하는 것으로 보고하고 있다. 즉, 수율이 높거나 성장속도가 높을 경우 이에 따라 isoflavone의 함량도 증가할 것으로 추측된다. 한편 daidzein과 genistein의 함량비율은 탄산수로 재배한 경우 6.4인데 반해 대조구는 7.7로 다소 높게 나타났으며, 이러한 결과는 Moon 등(18)의 보고와 유사하였다.

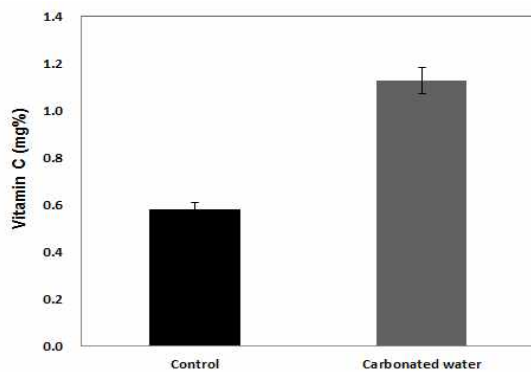


Fig. 2. Vitamin C contents of soybean sprouts cultivated with the carbonated water.

Vertical lines represent Mean \pm S.D. (n=3). The soybean sprout was cultivated for 6days.

Table 3. Isoflavone contents of soybean sprouts cultivated with the carbonated water

Cultivation water	Isoflavones			D/G ³⁾
	Genistein ($\mu\text{g/g}$) ¹⁾	Daidzein ($\mu\text{g/g}$)	Total	
Control	8.4 ± 0.08 ²⁾	64.9 ± 0.05	73.3	7.7
Carbonated water	11.7 ± 0.14	74.7 ± 0.35	86.3	6.4

The soybean sprout was cultivated for 6 days.

¹⁾ $\mu\text{g/g}$ of dry soybean sprout

²⁾Data are means of triplicate analysis. Means \pm S.D.

³⁾D/C=Daidzein/Genistein (Dimensionless)

이와 같이 탄산수로 재배한 콩나물은 음용수로 재배한 대조구에 비해 수율과 길이, 중량, 두께 등 생장이 효율적이고, 비타민 C, isoflavone 같은 유효성분 함량이 높게 나타나, 고품질의 콩나물 재배수로써 응용 가치가 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 실험은 탄산수를 재배용수로 사용하였을 때 탄산수가 콩나물의 생육특성인 수량, 개체 중량, 길이 및 두께와 비타민 C, isoflavone과 같은 유효성분에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행하였다. 제주산 준저리 품종의 콩 100 g을 불린 후 $22 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 탄산수(pH 4.6)와 음용수(pH 7.8)로 6일간 재배하였다. 탄산수로 6일간 재배한 콩나물의 수율은 255.1 g 으로 음용수로 재배한 대조구의 176.1 g 에 비해 약 1.45배 높게 나타났으며, 중량은 $0.91 \pm 0.205 \text{ g}$ 으로 1.3배 높게 나타났다. 길이도 $15.11 \pm 1.592 \text{ cm}$ 로 대조구의 $12.92 \pm 1.914 \text{ cm}$ 에 비해 1.2배 높았다. 콩나물의 두께는 탄산수로 재배한 경우와 대조구가 유사하였다. 탄산수로 재배한 콩나물의 비타민 C 함량은 1.13 mg\% 로 대조구에 비해 약 2배 정도 높게 나타났다. 탄산수로 재배한 경우 genistein이 $11.7 \pm 0.14 \mu\text{g/g}$, daidzein이 $74.7 \pm 0.35 \mu\text{g/g}$ 로 대조구의 genistein과 daidzein 함량이 각각 $8.4 \pm 0.08 \mu\text{g/g}$ 와 $64.9 \pm 0.05 \mu\text{g/g}$ 보다 높게 나타났다. Daidzein과 genistein의 함량비율은 탄산수로 재배한 경우 6.4인데 반해 대조구는 7.7로 다소 높게 나타났다. 이와 같이 탄산수로 재배한 콩나물에서 수량과 길이, 중량, 두께 등 생장이 효율적이고 비타민 C, isoflavone 같은 유효성분 함량이 대조구에 비해 높게 나타났다.

참고문헌

1. Kwon SH (1972) Origin and importance of protein and oil of Korean soybean. Korean J Food Sci Technol, 4, 158-161
2. Bae KG, Yeo IH, Hwang YH (1999) Methods of water supply of growth technology on best soybean sprouts. Korea Soybean Dig, 16, 57-63
3. Song BS, Kim MJ, Kim GS (2010) Amino acid composition changes in soybean sprouts during cultivation. Korean J Food Preserv, 17, 681-687
4. Park WM, Kim JH (1998) Effects of watering on yield of soybean sprout. Korea Soybean Dig, 15, 46-57
5. Kang CK, Yun DW, Kim YK, Choe HT (1996) Determination of minimum concentration and dipping time for inhibition of lateral root and growth stimulation

- in soybean sprouts as influenced by benzyladenine. *J Korean Soc Hort Sci*, 37, 773-776
6. Park MH, Kim DC, Kim BS, Nahmgoong B (1995) Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement. *Korea Soybean Dig*, 12, 51-67
 7. Jung JH, Cho SH (2004) Preservative effect of soybean pre-soaked and cultivated in the solution of natural antimicrobial mixture. *Korean J Food Preserv*, 11, 17-21
 8. Choi YS, Park EH (1996) Effects of food additives application on the decay reduction and growth of soybean sprouts. *Korea Soybean Dig*, 13, 1-6
 9. Kim ID, Kim SD (2001) Changes in quality of soybean sprouts grown by ozone water treatment during storage. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 8, 379-384
 10. Lee YS, Park RD, Rhee CO (1999) Effects of chitosan treatment on growing characteristics of soybean sprouts. *Kor J Food Sci Technol*, 31, 153-157
 11. Kang JH, Park CJ, Yoon SY, Jeon SH, Hong DO (2005) Lateral root formation and growth of soybean sprouts treated with various solutions. *Korean J Medicinal Crop Sci*, 13, 6-10
 12. Park SC (1993) Ethanol oxidation is accelerated by augmentation of malate aspartate shuttle with aspartate. *Korean J Biochemistry*, 25, 137-143
 13. Park SC, Han JC, Park YC (1994) Aspartate decreases lipid peroxidation and protein carbonylation in liver of chronic ethanol-fed rats. *Korean J Biochem*, 26, 145-149
 14. Lee SH, Chung DH (1982) Studies on the effects of plant growth regulator on growth and nutrient compositions in soybean sprout. *J Kor Soc Agric Chem Biotechnol*, 25, 75-82
 15. Yang CB, Park SK, Yoon SK (1984) Changes of protein during growth of soybean sprout. *Kor J Food Sci Technol*, 16, 472-474
 16. Kim YH, Hwang YH, Lee HS (2003) Analysis of isoflavones for 66 varieties of sprout beans and bean sprouts. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 568-575
 17. Kim EM, Lee KJ, Chee KM (2004) Comparison in isoflavone contents between soybean and soybean sprouts of various soybean cultivars. *The Korean J Nutrition*, 37, 45-51
 18. Moon BK, Jeon KS, Hwang IK (1996) Isoflavone contents in some varieties of soybean and on processing conditions. *Korean J Soc Food Sci*, 12, 527-534
 19. Eldridge AC, Kwolek WF (1983) Soybean isoflavones; Effect of environment and variety on composition. *J Agric Food Chem*, 31, 394-396
 20. Wang H, Murphy PA (1994) Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa; Effects of variety, crop year, and location. *J Agric Food Chem*, 42, 1674-1677
 21. Kim JG, Kwon OO (2003) Geochemical characteristics of the Chojeong CO₂-rich water. *J Korean Soc Hygienic Sci*, 9, 153-160
 22. KFDA (2004) Korean Food Code, Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea, p 837-840
 23. Takashi T (1985) Improvement of bean sprouts cultivation by the combined treatment with artificial sunlight lamp, ethylene and carbon dioxide. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 32, 317-325
 24. Choi HD, Kim SS, Kim SR, Lee BY (2000) Effect of irrigating solution on growth and rot of soybean sprouts. *Kor J Food Sci Technol*, 32, 1122-1127
 25. Kim IS, Choi SY, Chung MJ, Kim TH, Sung NJ (2005) Effect of ion chip and yellow soil on growth and physiochemical characteristics of soybean sprouts. *Kor J Food & Nutr*, 18, 6-324
 26. Kim SO (1988) Effect of growth regulators on the growth and vitamin C biosynthesis during germination of soybean. *J Kor Soc Food Sci Nutr*, 17, 115-124

(접수 2012년 3월 22일 수정 2012년 4월 18일 채택 2012년 5월 11일)