

Ion Chip과 황토 처리가 콩나물의 생육 및 물리화학적 특성에 미치는 영향

김인숙 · 최선영 · 정미자* · 김태훈 · †성낙주
경상대학교 식품영양학과, *고려대학교 식품과학부

Effect of Ion Chip and Yellow Soil on Growth and Physicochemical Characteristics of Soybean Sprouts

In-Suk Kim, Sun-Young Choi, Mi-Ja Chung*, Tae-Hoon Kim and †Nak-Ju Sung

Department of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Science,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

*Division of Food Science, Korea University, Seoul 136-713, Korea

Abstract

The objectives of this study were to examine effect of ion chip and yellow soil on the growth and physicochemical characteristics of soybean sprouts. The weight and length increased rapidly in soybean sprouts cultivated for 4 days and then the increases slowed. Ascorbic acid increased rapidly after day 6 in soybean sprouts cultivated with ionized water (I.W), 1.0% yellow soil in tap water (T.W+1.0) and 1.0% yellow soil in ionized water (I.W+1.0). The detected content of minerals such as Mg, Ca, K and Fe in soybean sprouts was higher than other minerals. Iron content was the highest in soybean sprouts cultivated by I.W+1.0. The detected levels of glutamic acid in soybean sprouts cultivated for 4 days with ionized water was higher than in those grown with tap water. In all soybean sprouts, nucleotides such as UMP, CMP, AMP, Hx and soluble free sugars like sucrose, raffinose, stachylose were detected, and the levels of UMP were found to be the highest among nucleotides and sucrose among free sugars.

Key words : soybean sprouts, ion chip, yellow soil, ascorbic acid, minerals

서 론

콩(*Glycine max* L.)은 동북아시아가 원산지인 작물로써 오랫동안 우리나라 식생활에서 중요한 위치를 차지하여 왔다¹⁾. 콩나물은 재배가 손쉬워 계절이나 장소에 무관하게 재배가 가능하고, 단백질, 비타민 C, 칼슘, 섬유질 및 알코올 분해 성분인 아스파라긴산 등이 많이 들어 있어 일상식생활에서 김치와 더불어

우리나라 사람이 가장 즐겨 애용하는 식품 중의 하나이다.

이와 같이 콩나물이 우리의 식단에서 중요한 위치를 차지하고 있지만 일부 재배업자들은 부패 방지, 성장 촉진 및 발근 억제를 위해 여러 가지 농약이나 성장 촉진을 사용하므로²⁾, 농약 처리에 의해 재배된 콩나물 섭취가 돌연변이, 낙태, 염색체 이상을 초래할 수 있다고 매스컴에서 보고한 바가 있어 국민들이 시

† Corresponding author : Nak-Ju Sung, Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, 900 Gajwa-dong, Jinju 660-701, Korea.

Tel: +82-55-751-5975; Fax: +82-55-751-5971, E-mail: snakju@gsnu.ac.kr, mijachung@korea.ac.kr

중 판매되는 콩나물에 대한 불신을 가지게 되었다.

콩나물에 관한 연구로는 비타민 C³⁻⁷⁾, riboflavin, thiamin 등의 비타민 함량 변화⁸⁾, 질소 화합물의 변화⁹⁾, asparagin 생합성¹⁰⁾, 아미노산 변화¹¹⁾, 단백질의 변화¹²⁾ 등과 같은 영양성분과 세포질 성분에 대한 보고가 있다. 또한 신 등¹⁷⁾은 콩나물 성장 중 세포벽 비섬유성 중성 당의 변화에 대해 연구하였고, 한¹⁸⁾은 난치병, 성인병 치료에 약리 효과가 인정되고 있는 유기 게르마늄이 콩나물의 생육 특성에 미치는 영향과 콩나물 성장 중 게르마늄 흡수량을 보고하였다.

지금까지 콩나물에 대한 다양한 연구들이 있지만, ion chip를 이용해서 수질을 개량하고, 또 수돗물에 황토를 달리하여 재배하면서 콩나물의 관능적 특징과 물리화학적 특징에 대한 연구는 미흡하다.

재료 및 방법

1. 재료

콩나물콩은 오리알태 품종으로 2003년 9월에 수확한 것을 진주중앙시장에서 구입하여 사용하였고, 황토는 연암공전 공동실험관에서 기증 받았다.

2. 콩나물의 재배

정선한 콩을 취해 3회 수세한 다음 30분간 물에 침지시킨 후, 4시간 동안 그늘에 방치시켰다. 이 과정을 3회 반복 실시한 후 콩나물 재배실에 치상하여 8일간 콩나물을 재배하였다. 이때 수주를 위한 물은 수돗물과 ion chip(Leeparkceraton Co, ionChip[®], Korea)을 담구어(24시간) 생성시킨 이온수(I.W)에 0.1, 0.5, 0.7, 1.0% 황토를 넣어 준비하였고, 콩나물 재배실의 온도는 19±1°C로 유지하였으며, 3시간마다 2 L씩 수주하였다.

3. 콩나물의 성장 속도

각 재배방법 별로 재배한 콩나물을 재배 통의 각 부위에서 무작위로 취한 10개의 콩나물에 대해서 각각 전체 길이와 무게를 측정하여 평균하였다. 콩나물 길이와 무게는 재배일수에 따라 콩나물 10개체의 각 측정값을 3회 반복 실시하여 평균값과 표준 편차를 사용하여 결정하였다.

4. 성분 변화 측정용 시료의 조제

재배일수에 따른 콩나물의 성분 변화 관찰을 위한 시료는 다음과 같은 방법으로 조제하였다. 콩나물콩 치상 후 2, 4, 6, 8일째에 각각 발아된 상태의 시료를 채취하여 분쇄 후 성분 분석에 사용하였으며, 남은 시

료는 -70°C의 deep freezer(CLN-70CW, Vision, Korea)에서 보관하였다.

5. 총 비타민 C의 정량

시료에 5% metaphosphoric acid 100 mL를 가하여 균질화한 후 원심분리한 상층액을 시료로 하여 hydrazine 비색법¹⁹⁾에 따라 정량하였다.

6. 무기물의 분석

분해용 플라스크에 시료 3 g을 넣고 진한 황산 10 mL와 진한 질산을 차례로 가하여 hot plate 상에서 무색으로 변할 때까지 분해한 후, 100 mL로 정용·여과(Whatman No. 6)하여 Inductively Coupled Plasma(Atomn Scan 25, Thermo Jorell Ash Co., France)로 무기성분 함량을 분석하였으며, 분석 조건은 approximate RF Power가 1,150 W이며, analysis pump rate는 100 rpm으로 하였고, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30 psi 및 15 mm로 하였다.

7. 아미노산의 분석

시료 0.3 g을 칭량하여 경질의 시험관에 넣고 6 N-HCl 2 mL를 가하여, 질소 가스를 7분 정도 충전한 후, 110°C heating block에서 24시간 가수분해시켜 여과(Whatman No. 6)한 후 회전 진공 증발기로서 감압 농축하였다. pH 2.2 구연산 완충 용액으로써 5 mL 정용하여 일정량을 membrane filter(0.22 μm) 및 C₁₈ Sep-Pak cartridges를 차례로 통과시킨 후 아미노산 자동분석기(Amino Acid Analyzer 835, Hitachi)로서 분석하였다.

8. 핵산 관련 물질의 분석

시료 5 g에 10% 냉 과염소산 용액 30 mL를 가하여 방냉하면서 15분간 균질화한 후 원심 분리하여 상등액을 모으고, 잔사를 같은 방법으로 2회 반복하였다. 상등액을 모두 모아 5.0 N 수산화칼륨 용액으로 pH 6.5~6.8로 조정된 후 원심 분리(4,000 rpm, 15 min)하여 100 mL로 정용하였으며, 이것의 일부를 membrane filter(0.22 μm) 및 C₁₈ Sep-Pak cartridges를 차례로 통과시킨 후 High performance liquid chromatography (HPLC, Waters model 201, Sweden)로써 분석하였다. 이때 HPLC 조건은 이동상 용매는 0.04 M KH₂PO₄와 0.06 M K₂HPO₄(pH 7.5), column은 μbondapak C₁₈(3.9 mm×300 mm)를 사용하였으며, 검출기는 UV detector (Pharmacia LKB VWM Detector, Sweden, 254 nm), 유속은 0.5 mL/min였다.

9. 유리당의 분석

시료 3 g에 80% 에틸 알코올 80 mL를 가하여 15분 간 균질화 한 후 이형 플라스크에 넣고 80°C 수조에 환류 냉각관을 설치한 다음 30분간 추출하였다. 추출액을 실온으로 식혀 여과(Whatman No. 2)시킨 후 4,000 rpm에서 5분간 원심 분리하였다. 잔사는 80% 에틸 알코올 20 mL를 가하여 상기와 같이 2회 반복 추출한 후 상등액을 모아 40°C에서 회전 진공 증발기로서 감압 농축하였다. 3차 증류수로서 10 mL로 정용하여 membrane filter(0.22 μm) 및 C₁₈ Sep-Pak cartridges를 차례로 통과시킨 후 HPLC로써 분석하였다. 이때 HPLC 조건은 이동상 용매는 65% acetonitrile, column은 carbohydrate analysis column(3.9 mm×300 mm)를 사용하였으며, 검출기는 RI detector(Pharmacia LKB VWM Detector, Sweden), 유속은 0.8 mL/min였다.

결과 및 고찰

1. 콩나물 무게와 길이의 변화

재배일수에 따른 콩나물의 무게와 길이 변화는 콩나물 10개에 대한 값으로 Fig. 1A, B와 같다. 모든 시료에서 2일에서 4일까지 급격히 증가하다가 4일 후는 완만한 증가를 나타내었다. 6일째 콩나물 개체의 무게는 0.53~0.58 g(10개 총 무게는 5.3±0.2~5.8±0.2 g)이었고 길이는 14.0±0.6~15.9±0.7 cm이었다. 수돗물에 0.1% 황토를 첨가한 군(T.W+0.1)이 가장 길었고, 수돗물에 1.0% 황토를 처리한 군(T.W+1.0)에서 가장 짧았다. 콩나물은 6일 이상이 경과하면 잔뿌리가 발생하고, 배측의 길이가 지나치게 길어지고 뺏뺏해지는 등 콩나물로서의 상품가치가 상실되는 생태형을 나타내었다. 본 실험 결과 6일을 재배하여 완숙한 콩나물을 얻었고 무게, 길이 모두 황토와 ion chip 사용에 따른 영향력이 성장 시기에 따라 다르게 나타났으며, 최적조건은 수돗물에 0.1% 황토를 첨가한 처리구로 검토되었다. 그러나 황토 함량이 증가할수록 또 수돗물보다 이온수로 재배한 콩나물에서는 부패의 문제가 발생하지 않았고 윤기와 광택이 양호하였다.

성숙한 콩나물의 무게는 대체로 0.47~0.85 g으로 보고^{16,17)} 되어 있으나 품종 및 재배기간이 서로 달라 비교가 어려웠다. 또한 김¹⁷⁾은 7일 재배한 콩나물의 길이는 품종에 따라 차이가 있고 오리알태 콩의 경우는 19.1 cm라고 보고하여 본 실험에서 8 일간 재배한 콩나물의 길이와 유사하였다. 온도가 높으면 생육속도가 빨라 재배기간을 단축시킬 수는 있으나 부패율이 증가하는 것으로 알려져 있는데, 김²¹⁾은 온도 상승에

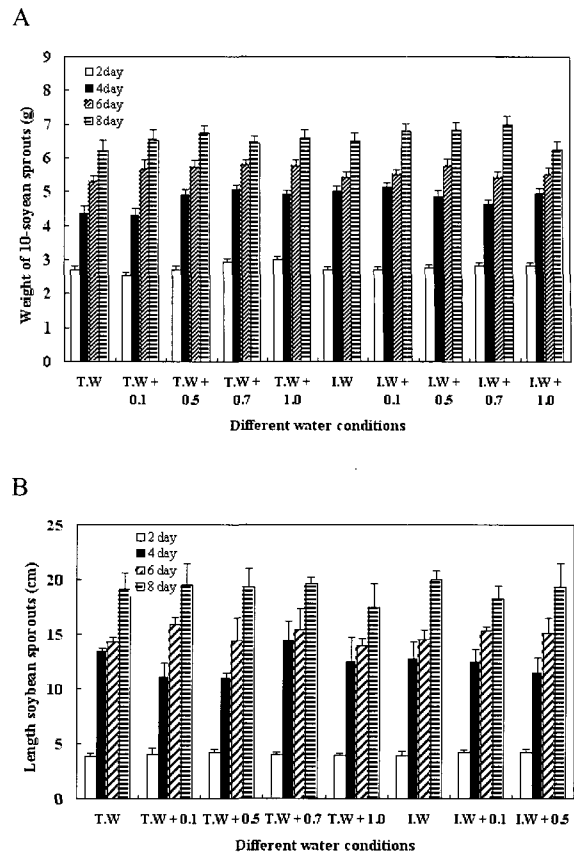


Fig. 1. Weight (A) and Length (B) of soybean sprouts during their culture under different water conditions.

T.W, T.W+0.1, T.W+0.5, T.W+0.7 and T.W+1.0: Cultivated with tap water containing yellow soil of 0.0, 0.1, 0.5 0.7 and 1.0 %; I.W, I.W+0.1, I.W+0.5, I.W+0.7 and I.W+1.0: Cultivated with ionized water containing yellow soil of 0.0, 0.1, 0.5 0.7 and 1.0 %. Data are the mean±standard deviation(n=3).

의한 변질을 막기 위하여 지하수(12°C)를 1일 4회 살수하여 7일간 재배함으로써 완숙한 콩나물을 얻었다고 보고하였다. Aminah 등¹⁸⁾은 28°C에서 재배하여 3일 만에 최적의 콩나물을 얻었다고 보고하였다.

2. 총 비타민 C 함량

콩나물 재배기간이 증가함에 따라 콩나물의 총 비타민 C 함량 변화는 Fig. 2A에 나타내었다. 재배기간이 2일째는 2.3~4.7 mg/100g이었던 총 비타민 함량이 8일에는 8.8~20.9 mg/100g으로 현저히 증가하였는데, 증가 속도를 보면 재배 6일까지는 완만하게 증가하다가 6일 이후 8일째는 급격히 증가하였다. 이온수를 사용한 처리구는 재배 후반기에 다른 재배수들보다 높

은 함량을 나타내었다.

총 비타민 C는 ascorbic acid와 dehydroascorbic acid의 합계를 말하는 것인데 김 등⁶⁾은 생육기간이 증가하면서 비타민 C가 증가하였고, 5일째는 일반콩나물에 비해 게르마늄 콩나물에서 현저하게 증가하였다고 보고하였으며, 이 점은 본 연구와 비슷한 결과를 나타내었다.

Kim⁷⁾은 콩나물 성장과 비타민 C의 함량 변화 및 비타민 C 생합성에 대한 연구에서 glucose로부터 비타민 C가 생합성 되나 녹말로부터 분해 생성되는 것과는 관계가 없는 것으로 추측하였고, 콩 중에 남아 있는 유리당이 비타민 C의 생합성에 관여하는 것으로 추측하였다⁷⁾.

3. 무기물 분석

재배수와 재배기간에 따른 콩나물의 무기질 함량을 Fig. 2B에서 나타내었다. 중요한 무기질은 Mg, Ca, K 그리고 Fe이었다. Mg, Ca, K 그리고 Fe가 가장 높은 군은 각각 T.W+0.7(4일째), T.W+1.0(4일째), T.W(4일째), 그리고 I.W+1.0(4일째)이었고, 그 함량은 각각 410.9±27.5, 441.3±20.4, 262.1±34.4 그리고 269.0±3.3 mg/kg이었다. Mg, Ca, K 그리고 Fe 모두 재배 4일째가 8일째보다 높은 함량을 나타내었다. 모든 군에서 4일에 비해 8일째 총 무기물의 함량이 현저히 줄어들었다.

강¹⁹⁾등은 콩나물에는 칼륨(K), 인(P) 그리고 칼슘(Ca)의 함량이 높았다고 보고하여 칼륨과 칼슘에 있어 본 연구 결과와 유사하였으나 인은 상반되었다. 대표적으로 알려져 있는 칼슘 급원 식품으로 모유(270 mg/L), 사과(240 mg/L)이 있는데, 콩나물에 함유된 칼슘은 이들과 비슷한 수준이거나 약간 높았고 식물성 식품인 토마토(40 mg/L), 사과(40 mg/L) 그리고 포도(40 mg/L)보다 월등히 높은 함량이었다.

4. 아미노산 분석

콩나물 재배수와 재배일수에 따른 구성 아미노산 함량을 Table 1에서 나타내었다. 모든 군에서 aspartic acid의 함량이 348.5~612.5 mg/100g으로 현저히 높았고, 그 외 함량이 높은 것은 4일 재배한 콩나물에서 arginine, proline, leucine, phenylalanine 및 glutamic acid 등이고, 8일째는 glutamic acid, lysine, phenylalanine 등이었다. Glutamic acid는 수돗물에 비해 이온수에서 높게 나타났으며, 이것은 8일째와 유사한 경향이었다. 또한 수돗물에 황토 첨가군이 수돗물로 키운 것보다 glutamic acid의 함량이 높았다. 4일간 재배한 콩나물은 수돗물에 0.0, 0.7, 1.0% 황토 첨가군과 이온수에

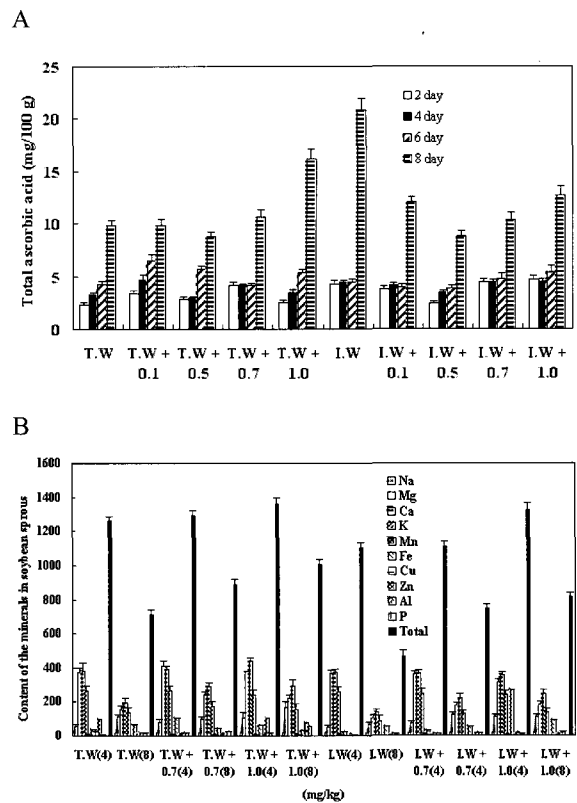


Fig. 2. Ascorbic acid (A) and minerals (B) content in soybean sprouts during their culture under different water conditions.

T.W, T.W+0.1, T.W+0.5, T.W+0.7 and T.W+1.0: Cultivated with tap water containing yellow soil of 0.0, 0.1, 0.5 0.7 and 1.0 %; I.W, I.W+0.1, I.W+0.5, I.W+0.7 and I.W+1.0: Cultivated with ionized water containing yellow soil of 0.0, 0.1, 0.5 0.7 and 1.0 %. T.W (4), T.W(8), T.W+0.7(4), T.W+0.7(8), T.W+1.0(4) and T.W+1.0(8): Cultivated with tap water containing yellow soil of 0.0, 0.7, and 1.0 % for 4 day(4) or 8 day(8); I.W (4), I.W(8), I.W+0.7(4), I.W+0.7(8), I.W+1.0(4) and I.W+1.0(8): Cultivated with ionized water containing yellow soil of 0.0, 0.7, and 1.0 % for 4 day(4) or 8 day(8). Data are the mean ± standard deviation(n=3).

0.0, 0.7, 1.0% 황토 첨가군에서 총 구성 아미노산은 각각 3896.0~5484.5 mg/100 g와 4270.5~4939.5 mg/100 g였다. 8일간 재배한 콩나물 역시 T.W, T.W+0.7, 1.0과 I.W, I.W+0.7, 1.0에서는 총 구성 아미노산이 각각 1395.0~1933.0 mg/100 g과 1762.0~2050.5 mg/100 g으로 이온수로 재배했을 때 높았다. 재배시기가 증가할수록 총 구성 아미노산은 감소하였다.

양¹²⁾의 연구에서 콩나물 생육에 따른 총 아미노산

Table 1. Content of the amino acid in soybean sprouts after 4 and 8 day culture under different water conditions (mg/100g)

Amino acid	Different water conditions																	
	T.W ¹⁾			T.W+0.7 ²⁾			T.W+1.0			I.W ³⁾			I.W+0.7			I.W+1.0		
	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8		
Asp	612.5±11.5 ⁴⁾	389.0±9.3	348.5±8.1	446.0±9.7	496.0±9.1	399.0±7.1	531.0±8.1	530.0±8.8	515.5±9.5	512.0±8.9	502.0±7.5	407.5±4.9						
Thr	295.0±4.1	76.5±5.1	125.0±2.5	85.0±2.9	203.5±2.7	52.5±1.9	230.5±8.9	83.5±1.6	215.5±2.7	103.0±2.6	213.5±1.7	84.5±1.5						
Ser	289.0±4.7	82.5±2.6	163.0±3.4	91.0±1.9	225.5±6.9	70.0±2.5	245.5±6.7	90.0±1.5	240.5±2.9	119.5±6.9	232.5±9.1	92.5±2.9						
Glu	367.5±6.4	155.0±3.8	376.5±6.7	175.0±3.2	508.5±9.5	112.0±2.4	560.0±11.4	162.5±2.9	539.0±8.9	190.5±2.7	521.5±6.4	165.5±2.1						
Pro	407.5±6.2	30.5±0.5	239.5±9.5	31.5±4.7	242.0±9.9	1.5±0.3	303.5±9.8	22.0±0.3	223.0±6.7	2.5±0.1	221.5±8.2	28.0±1.5						
Gly	226.5±6.8	59.5±2.6	127.0±4.6	63.5±2.7	167.0±4.5	38.5±1.5	240.0±2.5	73.5±1.5	183.0±2.5	67.5±2.9	174.0±6.7	59.0±3.0						
Ala	270.5±3.5	78.0±1.6	138.0±2.5	74.0±1.5	191.0±2.7	48.5±2.1	193.0±2.4	14.5±0.5	213.0±2.0	79.5±1.7	199.0±3.0	69.0±0.7						
Cys	122.5±3.1	27.0±0.1	254.0±2.9	31.0±0.5	70.0±0.5	43.0±0.2	198.5±4.7	98.5±2.6	90.0±1.2	35.5±0.1	72.5±0.2	29.0±0.2						
Val	297.5±3.4	112.5±4.2	233.0±5.1	125.5±1.5	229.0±2.8	94.5±1.5	255.0±6.9	25.0±0.1	239.0±9.3	150.0±2.4	219.5±2.6	121.0±6.0						
Met	90.0±1.5	25.5±0.2	195.5±2.7	29.0±0.2	77.5±1.5	19.5±0.1	75.0±2.0	107.5±2.5	68.5±2.9	23.0±0.3	69.0±0.6	26.0±0.4						
Iso	305.5±9.5	84.0±3.5	226.0±6.9	97.0±2.9	228.5±9.6	55.0±1.9	259.0±6.9	126.5±2.9	243.0±4.5	106.5±5.5	237.5±9.0	89.0±3.0						
Leu	426.0±9.9	114.5±5.7	395.0±7.1	134.5±1.9	335.5±7.9	75.0±1.2	370.0±6.9	30.0±0.2	352.0±11.2	40.0±0.2	340.5±9.1	126.5±7.0						
Tro	260.0±6.3	44.5±0.2	233.5±2.8	48.0±0.5	181.0±2.7	29.0±0.4	211.5±5.7	51.0±0.5	200.0±8.9	55.0±0.7	168.0±4.7	47.5±0.4						
Phe	385.0±11.9	111.0±7.1	260.0±9.9	132.0±4.8	292.0±5.2	91.5±0.4	326.0±11.5	61.5±1.5	313.0±10.8	144.5±2.9	249.5±9.8	123.0±8.7						
His	237.0±8.7	81.0±1.2	121.0±3.5	89.5±1.5	173.5±2.3	62.5±1.1	202.0±7.8	95.0±0.6	186.0±2.7	102.0±4.7	180.0±5.9	83.0±2.5						
Lys	356.0±11.5	129.0±9.8	215.0±12.6	146.0±9.5	283.0±9.8	98.5±1.2	318.0±11.9	142.0±4.7	298.0±7.4	164.0±2.5	291.0±9.5	132.5±4.3						
Arg	536.5±19.5	138.5±12.1	245.5±15.1	134.5±9.5	344.5±9.5	104.5±4.1	421.0±0.2	49.0±0.1	384.5±9.7	155.5±4.0	379.0±8.9	154.5±5.0						
Total	5484.5	1738.5	3896.0	1933.0	4248.0	1395.0	4939.5	1762.0	4503.5	2050.5	4270.5	1838.0						

¹⁾ Tap water, ²⁾ Yellow soil, ³⁾ Ionized water, ⁴⁾ All values are mean±SD of triplicate measurements.

조성의 변화는 생육 2일까지는 변화가 거의 없었으나 그 이후부터는 감소하였다. 본 연구에서도 이와 유사한 결과를 나타내었다.

정²⁵⁾은 콩나물이 성장하면서 아미노산 중 aspartic acid는 현저히 증가하였고 glutamic acid는 감소하였는데, 이는 발아 초기에 aspartic acid와 glutamic acid가 질소 대사에 관여하기 때문이라고 추정하였다. 본 연구에서는 aspartic acid와 glutamic acid 모두 성장하면서 현저히 줄어들었다.

조리된 콩나물에서 느껴지는 맛은 감미성(甘味性) 아미노산인 threonine 및 lysine 등과 좋은 맛을 가진 glutamic acid 등이 핵산 관련 물질 및 유리당 등과 같은 다른 성분들과 복합적으로 작용하기 때문인 것으로 고려된다. 본 실험 결과에서 콩나물에 다량 함유되어 있는 glutamic acid나 aspartic acid가 조리시 콩나물 맛에 중요한 역할을 할 것이라 생각되고 이것뿐만 아니라 필수아미노산을 비롯한 기타 아미노산도 골고루 들어 있어 이들 역시 콩나물 조리시 맛에 간접적으로 관여하고 또 영양학적으로 중요한 의미가 있다고 사료된다.

5. 핵산 관련 물질 분석

재배수와 재배일수에 따른 핵산 관련 물질 함량을 Table 2에서 나타내었다. UMP, CMP, AMP 및 hypoxanthine(Hx)이 검출되었는데 재배 일수 2일째 UMP는 2.0~3.6, CMP는 1.7~2.7, AMP는 1.5~2.0 그리고 Hx는 1.2~2.0 $\mu\text{mol/g}$ 이었으나 재배 8일째 UMP는 1.0~2.1, CMP는 0.5~1.8, AMP는 0.7~1.3, 그리고 Hx는 0.1~1.3 $\mu\text{mol/g}$ 으로 재배일수가 증가함에 따라 핵산 관련 물질의 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 4종류의 핵산 관련 물질 중 UMP의 함량이 1.0~3.6 $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높았다.

수돗물에 황토를 첨가하여 재배한 콩나물의 핵산 관련 물질 중 UMP는 T.W+1.0를 제외하고 6일동안 재배했을 때 현저한 변화가 나타나지 않았으나 8일째 급격히 감소하였다. CMP는 모든 시료에서 2일째에서 4일째는 감소하다가 다시 6일째는 증가하는 경향이였다. 8일째는 모두 감소하였고, T.W, T.W+0.7 그리고 T.W+ 1.0에서는 급격한 감소를 보여주었다. AMP는 2일째 1.6~1.8 $\mu\text{mol/g}$ 범위를 나타내다가 재배일수가 증가할수록 서서히 감소하여 8일째는 0.7~1.1 $\mu\text{mol/g}$ 범위였다. Hx는 T.W, T.W+0.5를 제외하고 2일째에서 4일째 모두 감소하였고, 2일째 1.2~1.9 $\mu\text{mol/g}$ 범위였던 것이 8일째는 0.4~1.1 $\mu\text{mol/g}$ 범위였다. 황토 첨가에 의한 영향은 식용 가능한 재배일수인 4일과 6일을

기준으로 비교해 보면 UMP는 0.5% 황토를 첨가하였을 경우, AMP는 1.0% 황토를 첨가하였을 경우 다른 시료에 비해 높은 함량을 나타내었다.

이온수에 황토를 첨가하여 재배한 콩나물의 핵산 관련 물질 중 UMP, CMP는 수도수와 유사한 경향을 나타내었다. 즉, UMP는 6일동안 재배했을 때 서서히 감소하다가 8일째 급격히 감소하였고, CMP는 2일째에서 4일째는 감소하다가 6일째는 증가하였으며, 8일째 다시 감소하였다. AMP는 서서히 감소하였으나 I.W+ 0.5는 6일동안 재배한 콩나물의 AMP 함량이 1.7±0.1 μmol 이었으나 8일째는 0.8±0.1 $\mu\text{mol/g}$ 으로 급격한 감소를 나타내었다. Hx는 재배일수가 증가할수록 감소하는 경향이였으나 I.W+0.1, I.W+0.5, I.W+ 0.7 그리고 I.W+1.0은 6일째와 8일째에 비슷한 함량을 나타내었다. 황토 첨가에 의한 영향은 4일, 6일을 기준으로 하였을 때 UMP와 CMP는 수도수와 마찬가지로 황토 0.5% 첨가군에서 AMP 역시 0.5% 황토 처리군에서 높은 함량을 나타내었고 0.1% 황토를 첨가하였을 때 가장 높은 함량을 나타내었다.

수도수와 이온수와의 핵산 관련 물질의 함량을 비교해 보면 UMP, CMP 그리고 AMP 모두 이온수에 황토를 첨가하여 재배한 콩나물에서 약간 높게 나타났지만 현저한 영향을 나타내지는 못하였다.

핵산 관련 물질이 식품에서 정미 성분으로 중요한 구실을 하는 것으로 알려져 있다. 손 등²¹⁾은 키위와 무를 첨가한 검은콩 청국장에서 CMP와 UMP가 중요한 핵산 관련 물질이라고 보고하였는데, 이는 본 실험 결과와 유사하였다. 음식에서 구수한 맛과 감칠맛에 영향을 주는 핵산 관련 물질은 IMP나 GMP 등이지만 AMP도 glutamic acid와 공존할 경우 풍미 향상에 효과를 나타내는 것으로 알려져 있어 본 연구에서 검출된 AMP가 콩나물 조리 시 맛에 관여를 할 것으로 추정된다.

6. 유리당 분석

재배수와 재배시기에 따른 유리당 함량을 Table 3에서 나타내었다. 재배 2일째 sucrose는 4.2~5.4, raffinose는 1.8~3.0 그리고 stachyose는 0.9~1.5 mg/100g 이었으나 재배 8일째 sucrose는 0.4~2.4, raffinose는 흔적량, 그리고 stachyose는 흔적량~0.9 mg/100g으로 재배일수가 증가함에 따라 유리당의 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 유리당 중에 가장 높은 함량을 나타낸 것은 sucrose로써 그 함량은 0.4~5.4 mg/100g였다.

수도수에 황토를 첨가하여 재배한 콩나물의 sucrose의 함량 변화는 모든 군에서 2일째에서 4일째 사이에

Table 2. Nucleotides and their related compounds content in soybean sprouts during their culture under different water conditions ($\mu\text{mol/g}$)

	T.W ¹⁾								T.W+0.5								T.W+0.7								T.W+1.0																											
	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8																													
Tap water and different yellow soil %																																																				
UMP	2.3±0.2 ²⁾	2.5±0.2	2.1±0.1	1.6±0.1	2.9±0.2	2.3±0.1	2.0±0.1	1.6±0.1	2.2±0.1	2.7±0.2	2.7±0.3	1.2±0.1	2.6±0.2	2.0±0.1	2.1±0.1	1.0±0.1	2.0±0.1	2.7±0.3	1.5±0.1	1.4±0.1	1.8±0.2	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.6±0.1	2.0±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1	1.8±0.2	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.6±0.1	2.0±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1
CMP	1.8±0.2	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	2.2±0.2	1.6±0.1	1.8±0.2	1.5±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.7±0.1	1.8±0.1	1.5±0.1	1.7±0.1	0.8±0.1	1.6±0.1	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.6±0.1	2.0±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1	1.8±0.2	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.6±0.1	2.0±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1
AMP	1.8±0.2	1.3±0.0	1.2±0.1	1.0±0.1	1.6±0.1	1.5±0.1	1.0±0.1	1.1±0.1	1.6±0.1	1.2±0.1	0.8±0.1	0.7±0.1	1.6±0.1	1.2±0.1	1.1±0.1	0.4±0.1	1.7±0.1	1.5±0.1	1.7±0.1	0.8±0.1	1.6±0.1	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.6±0.1	2.0±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1	1.8±0.2	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.6±0.1	2.0±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1
Hx	1.3±0.1	1.4±0.2	1.0±0.1	0.9±0.1	1.8±0.3	1.1±0.1	1.3±0.1	1.1±0.1	1.2±0.1	1.6±0.1	0.7±0.1	0.4±0.1	1.7±0.1	1.2±0.1	1.1±0.1	0.4±0.1	1.7±0.1	1.5±0.1	1.7±0.1	0.8±0.1	1.6±0.1	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.6±0.1	2.0±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1	1.8±0.2	1.5±0.1	2.1±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.8±0.1	1.1±0.2	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.6±0.1	2.0±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1
Ion water and different yellow soil %																																																				
I.W ⁵⁾																																																				
UMP	2.3±0.2	2.5±0.2	2.5±0.3	1.9±0.2	2.8±0.3	2.5±0.2	2.0±0.1	1.2±0.1	3.6±0.4	2.7±0.2	2.5±0.2	1.4±0.1	2.8±0.1	2.5±0.1	2.3±0.1	1.9±0.1	2.5±0.1	2.5±0.1	2.2±0.1	2.1±0.1	2.3±0.2	2.5±0.2	2.5±0.3	1.9±0.2	2.8±0.3	2.5±0.2	2.0±0.1	1.2±0.1	3.6±0.4	2.7±0.2	2.5±0.2	1.4±0.1	2.8±0.1	2.5±0.1	2.3±0.1	1.9±0.1	2.5±0.1	2.5±0.1	2.2±0.1	2.1±0.1												
CMP	2.0±0.3	1.5±0.1	1.9±0.2	0.6±0.1	2.3±0.3	1.5±0.1	2.0±0.1	1.8±0.1	2.7±0.4	1.9±0.1	1.9±0.1	0.8±0.1	2.1±0.2	1.6±0.1	1.5±0.1	0.6±0.1	1.7±0.2	1.6±0.1	1.3±0.1	0.6±0.1	2.3±0.2	2.5±0.2	2.5±0.3	1.9±0.2	2.8±0.3	2.5±0.2	2.0±0.1	1.2±0.1	3.6±0.4	2.7±0.2	2.5±0.2	1.4±0.1	2.8±0.1	2.5±0.1	2.3±0.1	1.9±0.1	2.5±0.1	2.5±0.1	2.2±0.1	2.1±0.1												
AMP	1.5±0.1	1.5±0.1	1.3±0.1	1.0±0.1	1.9±0.3	1.9±0.1	1.7±0.1	1.3±0.1	2.0±0.2	1.8±0.1	1.7±0.1	0.8±0.1	2.0±0.2	1.5±0.1	0.9±0.1	1.1±0.1	1.8±0.1	1.5±0.1	1.5±0.1	1.0±0.1	2.3±0.2	2.5±0.2	2.5±0.3	1.9±0.2	2.8±0.3	2.5±0.2	2.0±0.1	1.2±0.1	3.6±0.4	2.7±0.2	2.5±0.2	1.4±0.1	2.8±0.1	2.5±0.1	2.3±0.1	1.9±0.1	2.5±0.1	2.5±0.1	2.2±0.1	2.1±0.1												
Hx	1.8±0.1	1.6±0.1	0.9±0.1	0.1±0.1	1.9±0.1	1.4±0.1	1.0±0.1	1.3±0.1	2.0±0.2	0.9±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	1.5±0.1	1.6±0.1	0.9±0.1	0.8±0.1	1.9±0.1	1.6±0.1	1.7±0.1	0.8±0.1	2.3±0.2	2.5±0.2	2.5±0.3	1.9±0.2	2.8±0.3	2.5±0.2	2.0±0.1	1.2±0.1	3.6±0.4	2.7±0.2	2.5±0.2	1.4±0.1	2.8±0.1	2.5±0.1	2.3±0.1	1.9±0.1	2.5±0.1	2.5±0.1	2.2±0.1	2.1±0.1												

1) Tap water, 2) Yellow soil %, 3) Culture day, 4) All values are mean±SD of triplicate measurements, 5) Ionized water.

Table 3. Free sugars content in soybean sprouts during their culture under different water conditions (mg/100 g)

Oligosaccharides	T.W ¹⁾								T.W+0.5								T.W+0.7								T.W+1.0															
	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8																	
Tap water and different yellow soil %																																								
Sucrose	5.3±0.2 ⁴⁾	2.7±0.2	2.3±0.1	1.5±0.1	5.0±0.3	2.3±0.2	2.1±0.1	1.8±0.1	5.3±0.3	2.3±0.1	1.7±0.1	1.3±0.1	4.8±0.2	2.5±0.2	2.6±0.2	1.2±0.2	4.9±0.1	2.5±0.2	2.0±0.1	0.4±0.0	5.3±0.2	2.7±0.2	2.3±0.1	1.5±0.1	5.0±0.3	2.3±0.2	2.1±0.1	1.8±0.1	5.3±0.3	2.3±0.1	1.7±0.1	1.3±0.1	4.8±0.2	2.5±0.2	2.6±0.2	1.2±0.2	4.9±0.1	2.5±0.2	2.0±0.1	0.4±0.0
Raffinose	2.2±0.1	0.2±0.0	tr ⁵⁾	tr	2.4±0.1	0.3±0.0	tr	tr	2.3±0.2	0.4±0.0	tr	tr	1.8±0.1	0.1±0.0	tr	tr	1.8±0.1	0.1±0.0	tr	tr	2.2±0.1	0.2±0.0	tr	tr	2.4±0.1	0.3±0.0	tr	tr	2.3±0.2	0.4±0.0	tr	tr	1.8±0.1	0.1±0.0	tr	tr	1.8±0.1	0.1±0.0	tr	tr
Stachyose	1.0±0.0	1.2±0.1	0.4±0.0	tr	1.2±0.1	1.1±0.1	0.9±0.0	0.1±0.1	1.4±0.1	1.2±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0	1.1±0.1	1.1±0.2	0.5±0.0	tr	0.9±0.0	1.1±0.1	0.7±0.0	0.5±0.0	1.0±0.0	1.2±0.1	0.4±0.0	tr	1.2±0.1	1.1±0.1	0.9±0.0	0.1±0.1	1.4±0.1	1.2±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0	1.1±0.1	1.1±0.2	0.5±0.0	tr	0.9±0.0	1.1±0.1	0.7±0.0	0.5±0.0
Ion water and different yellow soil %																																								
I.W ⁶⁾																																								
Sucrose	5.0±0.3	2.4±0.1	2.9±0.3	0.9±0.0	4.4±0.3	2.9±0.1	2.8±0.1	2.4±0.1	5.0±0.3	2.6±0.1	2.3±0.1	1.6±0.1	4.7±0.1	2.7±0.1	2.7±0.1	1.0±0.1	4.2±0.3	3.5±0.2	2.9±0.2	0.7±0.0	5.0±0.3	2.4±0.1	2.9±0.3	0.9±0.0	4.4±0.3	2.9±0.1	2.8±0.1	2.4±0.1	5.0±0.3	2.6±0.1	2.3±0.1	1.6±0.1	4.7±0.1	2.7±0.1	2.7±0.1	1.0±0.1	4.2±0.3	3.5±0.2	2.9±0.2	0.7±0.0
Raffinose	3.0±0.3	0.2±0.0	tr	tr	2.6±0.1	0.3±0.0	tr	tr	2.5±0.2	0.3±0.0	tr	tr	2.6±0.1	0.4±0.0	tr	tr	1.8±0.1	0.4±0.0	tr	tr	3.0±0.3	0.2±0.0	tr	tr	2.6±0.1	0.3±0.0	tr	tr	2.5±0.2	0.3±0.0	tr	tr	2.6±0.1	0.4±0.0	tr	tr	1.8±0.1	0.4±0.0	tr	tr
Stachyose	1.4±0.1	1.1±0.1	0.9±0.1	0.6±0.0	1.2±0.0	1.8±0.1	0.5±0.0	0.9±0.0	1.4±0.1	1.6±0.1	0.6±0.0	0.4±0.0	1.4±0.1	0.9±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0	1.5±0.0	1.1±0.1	0.9±0.0	0.5±0.0	1.4±0.1	1.1±0.1	0.9±0.1	0.6±0.0	1.2±0.0	1.8±0.1	0.5±0.0	0.9±0.0	1.4±0.1	1.6±0.1	0.6±0.0	0.4±0.0	1.4±0.1	0.9±0.0	0.7±0.0	0.7±0.0	1.5±0.0	1.1±0.1	0.9±0.0	0.5±0.0

1) Tap water, 2) Yellow soil %, 3) Culture day, 4) All values are mean±SD of triplicate measurements, 5) Trace, 6) Ionized water.

가장 크게 감소하였고, 황토 1.0% 첨가군(T.W+1.0)은 8일째가 되자 0.4 mg/100 g의 sucrose만 검출되었다. Raffinose 역시 재배일수가 증가할수록 감소하다가 모든 군에서 6일째부터는 흔적량에 불과하였다. Sucrose와 raffinose 모두 황토 0.7, 1.0% 첨가군(T.W+0.7, T.W+1.0)에서 다른 군에 비해 약간 낮은 함량이 검출되었다. Stachyose는 황토 첨가량에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이온수에 황토를 첨가하여 재배한 콩나물의 sucrose, raffinose는 재배일수가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고, stachyose 역시 유사한 경향을 나타내었다. 황토 첨가에 따른 함량 변화는 나타나지 않았다.

수돗물과 이온수를 비교해 보면 2일째는 수돗물로 재배한 콩나물의 sucrose는 4.8~5.3 mg/100 g이고 이온수는 4.2~5.0 mg/100 g으로 수돗물에서 더 높은 함량을 나타내었고, 완숙한 콩나물로 성장한 6일째는 1.7~2.6 mg/100 g과 2.3~2.9 mg/100 g으로 이온수에서 높게 나타났다.

2일 재배 동안 초기(2일)에 sucrose 함량이 증가하는 것은 raffinose와 stachyose의 분해에 의해 생성된 분해산물의 증가에 의한 것으로 보이며 그 이후에 감소는 sucrose가 단당류로 분해되기 때문인 것으로 고려된다²²⁾. Abrahamsen 등²³⁾은 sucrose가 stachyose의 분해 산물이므로 sucrose의 축적은 stachyose의 빠른 대사 적용에 기인하는 것이라 하였고, 재배 3일째 71%가 감소하였다는 보고도 있다²⁴⁾.

성숙된 종실에 함유된 가용성 당의 주요 성분은 sucrose(41.3~67.5%), stachyose(12.1~35.2%) 및 raffinose(5.2~15.8%) 등이고, 소량의 가용성 당 성분은 pinitol, myoinositol, galactopinitol, mannatriose, fructose, glucose, galactose 등인데 이중에서 pinitol이 가장 많다는 보고가 있다²⁵⁾. East 등²⁶⁾은 콩을 발아시킬 경우 올리고당을 신속하게 이용하는 것으로 추정하였고, stachyose와 raffinose로부터 galactose를 제거하는 데에 α -galactosidase가 이용되고 효소 활성을 관찰하는 것이 콩을 식품 재료로 가공하기 위해 중요시되는 연구 과제라 보고하였다.

모든 결과를 종합해 보면 황토와 ion chip 사용은 콩나물의 생육 특성 및 물리화학적 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났으나 이들 영향들은 재배기간에 따라 다소 차이를 나타내었다.

요 약

본 실험의 목적은 콩나물의 생육 특성 및 물리화학

적 변화에 ion chip과 황토가 미치는 영향을 알아보았다. 콩나물의 무게와 길이는 4일까지 급격히 성장하였으나, 그 후 완만한 속도로 성장하였다. 총 비타민 C의 함량은 이온수(I.W), 수돗물과 이온수에 황토 1.0%를 첨가한 군(T.W+1.0, I.W+1.0)에서 6일 이후 급격하게 증가하였다. 콩나물에 함유된 미네랄 중 Mg, Ca, K, Fe의 함량이 다른 미네랄보다 높았다. 철의 함량은 이온수에 황토 1.0%를 첨가한 군(I.W+1.0)에서 가장 높게 검출되었다. 이온수로 4일 동안 재배한 콩나물에 함유된 glutamic acid는 수도수에 비해 높게 나타났다. 핵산 관련 물질은 UMP, CMP, AMP 및 Hx이 검출되었는데, UMP가 가장 높았다. 유리당은 sucrose, raffinose, stachyose가 검출되었고, sucrose가 그 중에 가장 높은 함량이었다.

참고문헌

1. Kwon, SH. Origin and importance of protein and oil of Korean soybean. *J. Food Sci. Technol.* 4:158-161. 1972
2. Kim, JH and Kim, MH. Determination of residual pesticides in bean sprout. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21:224-228. 1989
3. Takashi, T. Improvement of bean sprouts production by intermittent treatment with carbon dioxide. *Nippon Shokuhin Kogyogakkaishi* 32:159-164. 1985
4. Kim, KS, Kim, SD, Kim, JK, Kim, JN and Kim, KJ. Effect of blue light on the major components of soybean-sprouts. *Kor. J. Food & Nutr.* 11:7-11. 1982
5. Kim, SO. The combination effect of kinetin and auxin on the growth root development and vitamin C content of soybean sprouts. *Kor. J. Food & Nutr.* 11: 37-41. 1982
6. Kim, EJ, Lee, KI and Park, KY. Quantity analysis of nutrients in is soybean sprouts cultured with germanium. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31:1150-1154. 2002
7. Kim, SO. 1988. Effect of growth regulators on the growth and vitamin C biosynthesis during germination of soybean. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 17:115-124. 1988
8. Hofsten, B. Legume sprout as a protein and other nutrients. *J. Am. Oil Chemists Soc.* 56:382-392. 1979
9. Yang, CB and Kim, ZU. Changes in nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout.

- J. Korean Agriculture Chemical Society* 23:7-13. 1980
10. Byun, SM, Huh, NE and Lee, CY. Asparagine biosynthesis in soybean sprouts. *J. Korean Agricultural Chemical Society* 20:33-42. 1977
 11. Yang, CB. Changes of nitrogen compounds and nutritional evaluation of soybean sprout part II changes of amino acid composition. *J. Korean Agricultural Chemical Society* 24:94-100. 1981
 12. Yang, CB, Park, SK and Yoon, SK. Changes of protein during growth of soybean sprout. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16:472-474. 1984
 13. Shin, SR, Park, CS, Kim, JN and Kim, KS. Changes of non-cellulosic neutral sugars of cell wall in soybean sprouts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27:1041-1046. 1998
 14. Han, SS, Rim, YS and Jeong, JH. 1996. Growth characteristics and germanium absorption of soybean sprout cultured with the aqueous solution of organo-germanium. *J. Korea Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 39:39-43. 1996
 15. Ju, HG and Cho, GS. 1995. Food analysis. Hakmunsa, Seoul. pp 409-414. 1995
 16. Kim, DY. 1963. The effect of gibberellin, urea and sucrose on growth and some nutrients in soybean sprout. *J. Korea Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 4:29-32. 1963
 17. Kim, KH. 1981. Studies on the growing characteristics of soybean sprout. *Korean J. Food Sci. Technol.* 13:247-252. 1981
 18. Aminah, A, Ruth, EB, Marison, F and Arthur LK. Sensory attributes and safe aspects of germinated small-seeded soybeans and mungbeans. *J. Food Protec.* 47:434-443. 1984
 19. Kang, JY, Kang, SC and Shin, P. Effect of filtrate of loess suspension on growth and quality of soybean sprouts. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 43:266-270. 2000
 20. Chung, WK. Physicochemical and sensory characteristics of soybean sprouts in relation to soybean cultivars and culture period. Ph. D Thesis Seoul National University, Korea. pp 20-21. 1998
 21. Shon, MY, Kim, MH, Park, SK, Park, JR and Sung, NJ. Taste components and palatability of black bean chungkugjang added with kiwi and radish. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31:39-44. 2002
 22. Kuo, TM, Van Middlesworth, JF, and Wolf, WJ. Content of raffinose oligosaccharides and sucrose in various plant seeds. *J. Agric. Food Chem.* 36:32-36
 23. Abrahamsen, M and Sudia, TW. Studies on the soluble carbohydrate and carbohydrate precursors in germination soybean seed. *Am. J. Bot.* 53:108-114. 1966
 24. Lee, YS and Rhee, CO. Changes of free sugars, lipoxygenase activity and effects of chitosan treatment during cultivation of soybean sprouts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31:115-121. 1999
 25. Phillips, DV, Dougherty, DE and Smith, AE. Cyclitols in soybean. *J. Agric. Food Chem.* 30:456-458. 1982
 26. East, JW, Nakayama, TOM and Parkman, SB. Changes in stacyose, raffinose, sucrose and monosaccharides during germination of soybeans. *Crop Sci.* 12:7-9. 1972

(2005년 9월 25일 접수; 2005년 11월 23일 채택)