

브로콜리 싹의 이화학적 성분

이재준 · 이유미 · 김아라 · 이명렬*

조선대학교 식품영양학과

Received September 4, 2008 / Accepted February 17, 2009

Physicochemical Composition of Broccoli Sprouts. Jae Joon Lee, Yu Mi Lee, Ah Ra Kim and Myung Yul Lee*. *Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea* - This study was conducted to investigate the major chemical components of dried broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) sprouts. The proximate compositions of broccoli sprouts as dry matter basis were 2.04% of moisture content, 22.04% of crude protein, 12.80% of crude fat, 6.25% of crude ash, and 56.87% of carbohydrate, respectively. The major free sugars were identified as ribose, glucose and fructose. Analysing total amino acids, 15 kinds of components isolated from broccoli sprouts. The essential amino acid contained in broccoli sprouts accounted for 45.62% of total amino acid, while the non-essential amino acid accounted for 54.38%. Fatty acids were 3.19% of saturated fatty acids, 14.42% of mono-unsaturated fatty acids and 82.39% of polyunsaturated fatty acids. Cis-11,14-eicosatrienoic acid, linoleic acid and oleic acid were the major fatty acids among 14 fatty acids detected in dried broccoli sprouts. Lactic acid was the major organic acids. The contents of vitamin A and vitamin E were 0.06 mg% and 0.82 mg%, respectively. The mineral contents of dried broccoli sprouts were greater in order of $Cu < Mn < Zn < Fe < Na < Mg < K$. These results suggest that broccoli sprouts are able to recommend as a vegetable of highly nutritional quality.

Key words : Broccoli sprouts, proximate composition, fatty acid, amino acid, mineral, vitamin

서 론

최근 참살이(well-being)를 추구하는 소비자들의 다양한 요구와 성인병의 예방과 치료를 식품에 의존하려는 요구가 증가되면서 특히 발아채소(seed sprouts)에 대한 관심이 높아지고 있다. 발아채소는 재배 기간이 짧아 화학 비료 없이도 잘 자라는 무공해 식품으로, 종자에서 싹이 나와 잎이 1~3개 정도 되는 싹이 발아한지 1주일 남짓 된 어린 채소를 말하며, 일반적으로 새싹채소라 불리 운다. 일반적으로 종자를 발아시키면 구성성분의 변화와 함께 영양적 가치가 증가하고[9,12], 특히 본 잎이 나오기 전의 어린 떡잎 상태일 때가 유용한 생리활성물질의 생성량이 최대가 되며 완전히 자란 식물에 비해 4~100배 정도 이상 함유하고 있다[3,27].

발아채소는 세계 각국에서 옛날부터 식용으로 즐겨 사용하였는데 중국은 5,000년 전부터 사용하였으며, 영국도 빅토리아여왕 시대부터 식용으로 사용하였다는 기록이 있으며, 우리나라의 경우도 예로부터 즐겨 먹었던 콩나물, 숙주나물 및 무순이 대표적인 발아채소이다[26]. 이러한 씨앗의 기능성 발아에 관한 연구는 1993년 독일 막스 프랑크연구소에서 발표한 연구가 주목받기 시작하여 미국을 비롯한 유럽과 호주 등지에서는 채소 매장의 30% 정도를 발아채소가 차지할 정도로 건강기능성식품의 하나로 일반화되었으며, 일본인들

의 식탁에서는 매일 섭취할 정도이다[20].

일본에서는 발아채소를 3가지로 분류하는데, 첫째, 'Vertical' sprouts로 플라스틱 혹은 유리 온실에서 자연채광으로 경작하는 것으로 순무와 메밀 싹이 여기에 속하며, 둘째, 'Curl' sprouts로 발아채소 기기(rotary drum sprouter)를 사용하여 형광 램프아래서 주로 브로콜리, 겨자, 케일 및 적양배추 싹 등을 재배하는 방법이다. 마지막으로 'Moyashi' sprouts로 항아리(wooden jars)안 음식상태에서 재배하는 것으로 알팔파, mug beans, 콩 및 숙주 싹이 여기에 속한다. 'Vertical' sprouts와 'Curl' sprouts는 세척 후 바로 생것으로 먹을 수 있으나, 'Moyashi' sprouts는 특유의 풀 냄새를 제거하기 위하여 요리를 하여 식용한다[19].

브로콜리(*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck)는 십자화과에 속하는 채소로 잎과 줄기는 모두 버려지고 작은 꽃봉오리가 다발로 이루어진 꽃만을 식용하며, 한 줄기에서 꽃이 4~5개 정도 맺히고, 잎은 10~15장 이상 나와 매우 무성하게 된다[17]. 브로콜리는 항산화물질로 알려진 ascorbic acid, β -carotene, rutin, selenium, glutathione, quercetin 등이 다량 함유되어 있으며, 암세포증식억제 및 해독효소의 유도효과가 크다고 알려져 많은 연구가 진행되고 있다[17,25]. 특히, 브로콜리에는 신체의 자연 치유력을 증강시켜 암 발생의 위험성을 줄여주는 물질인 sulforaphane (S-methylsulfinylbutyl isothiocyanate)이 함유되어 있다고 알려져 있는데[18,32], sulforaphane은 최근 연구에서 발암물질로 전 처리한 생쥐의 유선에서 종양발생을 억제하고[7], 전립선암의 예방에도 유효한

*Corresponding author

Tel : +82-62-230-7722, Fax : +82-62-225-7726

E-mail : mylee@mail.chosun.ac.kr

것으로 보고되었다[2]. 또한 *in vitro* 실험에서 sulforaphane이 암 예방 효과뿐만 아니라 헬리코박터에 대한 강력한 살균효과가 있음이 보고되었다[5].

자연계에 존재하는 각종 생리활성 성분이 인체의 생리 기능 조절 및 항상성을 유지하여 성인병의 예방과 치료에 유효한 것으로 밝혀져 이들을 건강식품 및 식품 신소재로 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다[4,8,23]. 발아채소의 기능성에 대한 관심이 증가하면서 발아채소류에 대한 공급량이 증가하고 있으며 이용도도 다양하게 증가하고 있다는 점에서 브로콜리 싹의 폭 넓은 활용 가능성을 보여주고 있다.

따라서 본 연구에서는 브로콜리 싹의 일반성분과 영양성분 분석을 통해 브로콜리 싹의 영양 가치를 평가하여 브로콜리 싹의 폭넓고 다양한 기능성 식품소재로 활용할 수 있는 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험 재료

브로콜리 싹(*Brassica oleracea var. italica* Plenck)은 2006년 12월 까치마를 영농조합법인으로부터 브로콜리 종자를 7일간 발아시킨 것으로 길이가 약 30 mm 내외 정도인 것을 구입하여 가피가 제거되지 않은 것은 가피를 제거시킨 후, 흐르는 물에 3회 수세한 다음 동결 건조한 것을 분쇄하여 실험 재료로 사용하였으며, 각 시험 항목에 대한 시료의 분석은 3회 반복 실시하였다.

일반 성분

일반 성분은 Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.) 방법[1]에 준하여 실시하였는데, 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였고, 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분량을 제외한 값으로 나타내었다.

구성당 분석

구성당 분석은 Gancedo 방법[6]에 준하여 실시하였다. 시료 1 g에 80% ethanol 50 ml를 가하여 heating mantle에서 75°C로 5시간 가열한 다음 Whatman filter paper (No.2)로 여과하여 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압·농축 후 10 ml로 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Carbo Pac™-PA10 analytical (4×250 mm)과 용출용매 Ca-EDTA (500 mg/l)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 ml를 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 column에 20 µl씩 주입하였다. 이때의 column 온도는 90°C를 유지하였다. 용출 용매는 0.5 ml/min로 흘러보냈으며, 검출은 reactive index detector를 이용하였다.

아미노산 분석

브로콜리 싹의 구성아미노산의 분석은 분해관에 건조된 시료 0.5 g과 6 N HCl 3 ml를 취하여 탈기하고 121°C에서 24시간 가수분해한 다음 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압 농축하여 sodium phosphate buffer (pH 7.0) 10 ml로 정용하였다[30]. 용액 1 ml를 취하고 membrane filter (0.2 µM)로 여과한 다음 아미노산자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia, England)로 분석하였으며, column은 Ultrapace II cation exchange resin column (11±2 µm, 220 mm)을 사용하였고, 0.2 N Na-citrate buffer 용액(pH 3.20, 4.25 및 10.00)의 flow rate는 40 ml/hr, ninhydrin 용액의 flow rate는 25 ml/hr, column 온도는 46°C, 반응 온도는 88°C로 하였고, 분석시간은 44 min으로 하였다.

지방산 분석

지방산 분석은 A.O.A.C. 방법[1]에 따라 건조 시료 5 g을 warming blender에 넣고 chloroform 10 ml와 methanol 20 ml를 가하고 2분간 균질화한 다음 chloroform 10 ml를 더 가한 후 30초간 균질화 하였다. 여과 후 30분간 방치한 후 상층을 제거하고 무수 Na₂SO₄를 가하여 탈수한 다음 rotary vacuum evaporator로 감압·농축하였다. 지방 100 mg을 toluene 5 ml에 용해하고 Wungaarden의 방법[31]에 따라 BF₃·methanol로 메틸화하여 Gas Chromatography (GC-10A, Shimadzu, Japan)로 분석하였으며, 기기 분석조건은 column은 SP™-2560 capillary column (100 mm length × 0.25 mm i.d. × 0.25 µm film thickness)을 사용하였고, column 온도는 170°C에서 5분간 유지한 후 250°C까지 4°C/min로 승온하였다. Injection 및 detector 온도는 270°C로 하였고, N₂ flow rate는 0.6 ml/min (split ratio=80:1)으로 하여 분석하였다.

비타민 분석

브로콜리 싹의 비타민 A와 비타민 E 분석은 식품공전법[11]의 시험방법을 기준으로 수행하였다. 시료 0.5 g, 아스코르빈산 0.1 g 및 에탄올 5 ml를 취하여 80°C에서 10분간 가열한 후 50% KOH 용액 0.25 ml를 첨가하고 20분간 가열한 다음 증류수 24 ml와 hexane 5 ml를 가하여 1,150× g에서 20분간 원심분리 하였다. 상정액을 분리 후 hexane 40 ml를 가하고 원심분리 하여 상정액을 분리한 다음 증류수를 가해 10분간 방치 후 하층을 제거하였다. 이 과정을 3회 반복한 후 전 용액을 합하여 무수 Na₂SO₄로 탈수하고 rotary vacuum evaporator로 hexane을 3 ml까지 감압·농축한 후 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Japan)로 분석하였으며, 분석조건으로 column은 shim-pack GLC-ODS(M) 25 cm을 사용하였고, 비타민 A와 비타민 E 분석을 위한 detector는 SPD-10A (UV-VIS detector 254 nm, Japan)와 RF-10A (Spectrofluorometric detector, Japan)를 각각 사용하였다.

Table 1. Proximate compositions of broccoli sprouts (%)

Sample	Item	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate ¹⁾
Broccoli sprouts		2.04	22.04	12.80	6.25	56.87

¹⁾100-(sum of moisture, crude protein, crude fat and ash contents).

유기산 분석

유기산 분석은 A.O.A.C. 방법[1]에 따라 마쇄한 시료 1 g 에 증류수 50 ml를 가하여 80°C 수조에서 4시간 가열한 다음 Whatman filter paper (No. 2)로 여과하고, 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 후 증류수로 10 ml로 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 검출기는 Photodiode array detector (M990, Waters, USA), column은 Supelcogel™ C-610H column (300×3.9 mm, 4 μm)을 이용하여 실시하였다. 이 외의 분석조건으로는 wavelength는 200-300 nm (main 210 nm), flow rate는 0.5 ml/min, injection volume는 15 μl, 이동상은 0.1% phosphoric acid를 각각 사용하였다.

무기질 분석

브로콜리 싹의 무기질 분석은 A.O.A.C. 방법[1]에 따라 정량하였다. 즉 시료 0.5 g, 20% HNO₃ 10 ml 및 60% HClO₄ 3 ml를 취하여 투명해 질 때까지 가열한 후 0.5 M HNO₃으로 50 ml로 정용하였다. 분석 항목별 표준용액을 혼합 후 다른 vial에 8 ml씩 취하여 표준용액으로 하였고, 0.5 M HNO₃을 대조구로 하여 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Japan)로 분석하였으며, 분석조건은 다음과 같다. Acetylene flow rate는 2.0 l/min, air flow rate는 13.5 l/min의 조건으로 Ca (422.7 nm), K (766.5 nm), Zn (213.9 nm), Mg (285.2 nm), Mn (279.5 nm), Na (589.0 nm), Fe (248.3 nm), Cu (324.8 nm)를 분석 정량하였다.

결과 및 고찰

일반 성분

본 실험에서 사용한 브로콜리 싹 건조분말의 일반 성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 일반 성분은 동결 건조한 7일간 발아시킨 브로콜리 싹을 기준으로 수분 함량이 2.04%(습량 기준으로는 93.18%), 조단백질 22.04%, 조지방 12.80%, 조회분 6.25% 및 탄수화물 56.87% 이었다. 같은 십자화과에 속하는 유채 싹의 경우도 5일간 발아 후 건량기준으로 수분 함량은 2.40%, 조단백질 26.00%, 조지방 40.10%, 조회분 4.10%를 함유하는 것[14]으로 나타났으며, 4일 간 발아시킨 무순은 수분 2.28%, 조단백질 31.43%, 조지방 20.06%, 조회분 4.18% 함유하고 있다고 보고하였다[10]. 또한 메밀 싹의 경우는 발아 후 7일 후 건량기준으로 수분 2.84%, 조단백질 21.82%, 조

지방 2.98%, 조회분 3.78%, 탄수화물 71.42%를 함유하고 있어 브로콜리 싹이 메밀 싹에 비하여 조지방과 조회분 함량은 높았으나, 탄수화물 함량은 낮았다[21].

일반적으로 채소류는 곡류의 조단백질 함량인 7~12%에 비하여 높은 함량을 보이지만 채소류의 단백질은 세포벽에 결합된 형태나 사람 체내에서 이용될 수 없는 형태로 결합되기 때문에 채소류를 통한 단백질 섭취량은 큰 의미가 없다고 한다[13]. 같은 십자화과 채소인 다 자란 적양배추[13]에 비하여 5일간 발아시킨 유채 싹[15]이나 본 연구의 브로콜리 싹의 조지방 함량이 높은 것으로 나타났다. 조지방도 채소류가 곡류인 옥수수 3.8%와 쌀 1.3%에 비하여 높은 함량을 차지하고 있으며 발아채소에 함량이 높은 것을 감안할 때 지금까지 채소류의 지방 함량에 대해서는 비중 있게 연구된 바가 없고, 한국인의 1일 영양소섭취기준과 관련하여 논의 된 적이 없기 때문에 이들을 고려해야 할 것으로 사료된다. 발아에 의한 영양소 함량을 평가할 때는 실질적으로 고형물의 변화가 중요시되므로 습량기준보다는 건량기준이 효과적이라고 보고[21,29]되어 본 연구에서도 건량기준으로 일반 성분 및 영양 성분 함량을 관찰하였다.

구성당

브로콜리 싹의 구성당 함량은 Table 2와 같다. 총 3종의 유리당이 검출되었으며, ribose가 213.40 mg%로 가장 많이 검출되었고, fructose가 105.83 mg% 검출되었으며 그 다음으로 glucose가 검출되었다. 같은 십자화과 채소인 유채 싹의 경우 5일간 발아 후 구성당은 총 2종의 유리당인 fructose와 glucose, 1종의 이당류인 sucrose가 검출되었으며[16], 무순의 경우도 fructose, glucose 및 sucrose 3종만이 검출되어 [10] 브로콜리 싹과 비교 시 구성당은 약간의 조성 차이가 나타났다.

아미노산

브로콜리 싹의 구성 아미노산 함량은 Table 3과 같다. 아미노산의 조성은 단백질의 질 평가에 중요한 요소인데, 브로

Table 2. Contents of free sugars in broccoli sprouts (mg% dry basis)

Sample	Item	Glucose	Fructose	Ribose
Broccoli sprouts		70.61	105.83	213.40

Table 3. Contents of total amino acids in broccoli sprouts

Amino acid	(%)	Content (mg% dry basis)
Valine	5.85	284.90
Leucine	12.67	616.57
Methionine	4.88	237.68
Threonine	0.39	19.00
Lysine	14.20	691.09
Phenylalanine	7.63	371.20
Histidine	5.17	251.42
Glutamic acid	10.73	522.35
Arginine	10.43	507.53
Serine	1.75	85.03
Glycine	5.33	259.63
Alanine	2.59	126.15
Proline	1.02	49.72
Tyrosine	4.91	239.18
Aspartic acid	12.45	605.74
Total AA ¹⁾	100.00	4,867.19

¹⁾Total AA: total amino acids. Total EAA²⁾

콜리 싹의 분석 결과 아미노산은 전체적으로 고른 분포를 보였으며, 총 15종의 아미노산이 분리되었다. 총 아미노산 함량은 4,867.19 mg%로 이 중 lysine 함량이 691.09 mg%로 가장 많았으며, 다음으로는 leucine, aspartic acid, glutamic acid, arginine, phenylalanine, valine 순이었다. 이 중 필수아미노산은 2,220.44 mg%로 lysine, leucine, valine, phenylalanine 순이었으며, 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 45.62%로 나타났다. 이러한 결과는 7일간 발아시킨 메밀 싹의 36.48%[21], 5일간 발아시킨 유채 싹의 32.22%[14], 4일간 발아시킨 무순의 41.94%[10]보다 브로콜리 싹의 필수아미노산 함량이 높다는 것을 알 수 있었다. 그러나 브로콜리 싹은 필수아미노산 중 tryptophan은 전혀 검출되지 않았다. 또한 Kim 등[14]은 유채의 경우 glutamic acid 함량이 가장 많았고 aspartic acid, leucine, histidine, proline, lysine, serine, alanine, valine의 순으로 많이 함유되어 있는 것으로 보고하였으며, 무순의 경우도 glutamic acid 함량이 가장 많았고 alanine, aspartic acid, leucine 순으로 검출되었다[10].

지방산

브로콜리 싹의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 구성 지방산 중 포화지방산 함량은 palmitic acid (C16:0)가 가장 높았으며 arachidic acid (C20:0), lignoceric acid (C24:0), behenic acid (C22:0) 순으로 나타났다. 불포화지방산은 cis-11,14-eicosatrienoic acid (C20:3), linolenic acid (C18:3), linoleic acid (C18:2), oleic acid (C18:1) 순으로 나타났다. 5일간 발아시킨 유채 싹의 경우 포화지방산은 palmitic acid, stearic acid, arachidic acid 순으로, 불포화지방산은 oleic acid, erucic acid, linoleic acid, eicosenoic acid 순으로 나타났다[15]. 브로

Table 4. Compositions of fatty acids in broccoli sprouts

Fatty acid	Composition (%)
Palmitic acid (C16:0)	2.39
Arachidic acid (C20:0)	0.40
Behenic acid (C22:0)	0.10
Lignoceric acid (C24:0)	0.30
Saturates	3.19
Palmitoleic acid (C16:1)	0.14
cis-10-Heptadecenoic acid (C17:1)	0.09
Oleic acid (C18:1)	10.11
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	2.77
Nervonic acid (C24:1)	0.31
Monoenes	14.42
Linoleic acid (C18:2)	10.15
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0.29
cis-13,16-Docosadienoic acid (C22:2)	0.73
Linolenic acid (C18:3)	10.90
cis-11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3)	60.32
Polyenes	82.39
Total	100.00

콜리 싹은 포화지방산에 비하여 불포화지방산의 함량이 훨씬 많이 함유하고 있으며 유채 싹도 같은 경향을 보였다[15].

유기산

브로콜리 싹의 유기산 함량은 Table 5와 같다. 총 3종의 유기산이 검출되었으며, 이 중 lactic acid가 41,875.0 mg%로 가장 많았고, 다음으로 malic acid는 27,333.0 mg%, citric acid는 610.0 mg% 순이었다. 유기산 중 oxalic acid는 Ca과 불용성을 형성하여 Ca의 체내 이용률을 저하시키는 유기산으로 알려졌는데[28] 브로콜리 싹에는 전혀 검출되지 않았다. 같은 십자화과 채소인 무순도 4일간 발아 후 oxalic acid가 검출되지 않았으며, 무순에서 함유된 유기산은 levulinic acid, malic acid, citric acid 순이었다[10]. 그러나 7일간 발아시킨 메밀 싹의 경우는 유기산 중 oxalic acid 함량이 가장 많이 검출되었고, 다음으로는 citric acid, maleic acid, succinic acid, malic acid, acetic acid, formic acid 순으로 검출되었다[21].

비타민

브로콜리 싹의 비타민 A와 E의 함량은 Table 6과 같다. 비

Table 5. Contents of organic acids in broccoli sprouts

Organic acid	Content (mg% dry basis)
Citric acid	610.0
Malic acid	27,333.0
Lactic acid	41,875.0

Table 6. Contents of vitamin A and E in broccoli sprouts (mg% dry basis)

Vitamin	Content
Vitamin A	0.06
Vitamin E	0.82

Table 7. Contents of minerals in broccoli sprouts (mg% dry basis)

Mineral	Content
Fe	6.61
K	794.16
Mg	369.96
Mn	2.36
Cu	0.34
Na	16.24
Zn	5.43

타민 A와 E의 함량은 각각 0.06 mg%과 0.82 mg%이었다. 유채 싹의 경우 5일간 발아 후 비타민 E가 0.37 mg% 함유되어 있는 것으로 보고[14]되어 브로콜리 싹이 지용성 항산화비타민인 비타민 E 함량이 유채 싹보다 2배 이상 높게 나타났다.

무기질

브로콜리 싹의 무기질 함량은 Table 7과 같다. 총 8종의 무기질 성분이 검출되었으며, 이 중 K 함량이 794.16 mg%로 가장 많았으며, 다음으로 Mg, Na, Fe 순이었고 Zn, Mn, Cu의 함량은 미량이었다. Kim 등[13]의 다 자란 브로콜리 잎 즙의 경우 무기질 함량은 K, Ca, Na, Mg, Mn, Fe, Zn, Mn, Se 순으로 나타나 브로콜리 싹과 브로콜리 잎의 무기질 성분 및 함량에 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다.

요 약

브로콜리 싹의 생리활성 기능과 이용 가능성에 관한 연구의 일환으로 브로콜리 싹의 일반성분 및 영양성분을 측정한 결과는 다음과 같다. 일반성분은 건물(dry basis)을 기준으로 수분 함량은 2.04%, 조단백질 22.04%, 조지방 12.80%, 조회분 6.25% 및 탄수화물 56.87%를 함유하였다. 구성당은 ribose가 가장 많았고 다음으로 fructose, glucose 순으로 총 3종이 검출 되었다. 아미노산은 lysine 함량이 691.09 mg%로 가장 많이 함유되었고, 다음으로 leucine, aspartic acid, glutamic acid, arginine, phenylalanine, valine 순으로 검출 되었다. 브로콜리 싹의 구성 지방산 중 포화지방산 함량은 palmitic acid가 가장 높았으며 arachidic acid, lignoceric acid, behenic acid 순으로 나타났다. 불포화지방산은 cis-11,14-eicosatrienoic acid가 가장 높았으며 linolenic acid, linoleic acid, oleic acid 순으로 나타났다. 유기산은 총 3종의 유기산이 검

출되었으며, 이 중 lactic acid가 가장 많았고, 다음으로 malic acid, citric acid 순으로 검출되었다. 비타민 A와 E의 함량은 각각 0.06 mg%와 0.82 mg%이었다. 무기질은 총 8종의 무기질 성분이 검출되었으며, 이 중 K 함량이 가장 많았으며, 다음으로 Mg, Na, Fe 순이었고 Zn, Mn, Cu의 함량은 미량이었다. 이상의 결과 브로콜리 싹은 필수아미노산 및 필수지방산을 비롯한 항산화 비타민과 무기질을 다량 함유하고 있어 브로콜리 싹의 식품 재료로의 이용화가가치가 한층 더 높아질 것으로 기대되어지며, 브로콜리 싹 분말을 이용한 다양한 조리법의 개발과 더불어 가공식품 및 기능성 식품으로의 제품 개발이 필요하다.

References

1. A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis. 16th eds., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
2. Brooks, J. D., V. G. Paton, and G. Vidanes. 2001. Potent induction of phase 2 enzymes in human prostate cells by sulforaphane. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* **10**, 949-954.
3. El-Adawy, T. A. 2002. Nutritional composition and anti-nutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Food for Human Nutr.* **57**, 83-97.
4. Eliott, M. Jr. 1996. Biological properties of plant flavonoids: An overview. *J. Pharmacognosy* **34**, 344-348.
5. Fahey, J. W., X. Haristoy, P. M. Dolan, T. W. Kensler, I. Scholtus, K. K. Stephenson, P. Talaly, and A. Lozniewski. 2002. Sulforaphane inhibits extracellular, intracellular, and antibiotic-resistant strains of *Helicobacter pylori* and prevents benzo[a]pyrene-induced stomach tumors. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **99**, 7610-7615.
6. Gancedo, M. and B. S. Luh. 1986. HPLC analysis of organic acid in Waters. pp. 41-46. PICO. TAG system, Young-in Scientific Co. Ltd., Seoul.
7. Gerhäuser, C., M. You, J. Liu, R. M. Moriarty, M. Hawthorne, R. G. Mehta, R. C. Moon, and J. M. Pezzuto. 1997. Cancer chemopreventive potential of sulforamate, a novel analogue of sulforaphane that induces phase 2 drug-metabolizing enzymes. *Cancer Res.* **57**, 272-278.
8. Goldberg, I. 1994. Functional Food. pp. 3-550. Chapman & Hall press. New York.
9. Gopalan, C., B. V. Rama Sastri, and S. C. Balasubramanian. 2004. Nutritive values of indian foods. National Institute of Nutrition. Indian Council of Medical Research. Hyderabad. Indian.
10. Han, J. H., H. K. Moon, J. K. Kim, J. Y. Kim, and W. W. Kang. 2003. Changes in chemical composition of radish bud (*Raphaus sativus* L.) during growth stage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **19**, 596-602.
11. Koea Food and Drug Association. 2005. Food standards codex. pp. 367-368. pp. 383-385. Korean Foods Industry Assocoatoin. Seoul. Korea

12. Khalil, A. W., A. Zeb, F. Mahmmod, S. Tariq, A. B. Khattak, and H. Shah. 2007. Comparison of sprout quality characteristics of desi and kabuli type chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). *LWT*. **40**, 937-945.
13. Kim, D. J., J. M. Kim, and S. S. Hong. 2004. The composition of dietary fiber on brassica vegetables. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 700-704.
14. Kim, I. S., S. H. Han, and K. W. Han. 1997. Study on the chemical change of amino acid and vitamin of rapeseed during germination. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 1058-1062.
15. Kim, I. S., T. B. Kwon, and S. K. Oh. 1988. Study on the chemical change of general composition, fatty acids and minerals of rapeseed during germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**, 188-193.
16. Kim, I. S., T. B. Kwon, and S. K. Oh. 1988. Study on the composition change of free sugars and glucosinolates of rapeseed during germination. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**, 194-199.
17. Kim, M. R., J. H. Kim, D. S. Wi, J. H. Na, and D. E. Sok. 1999. Volatile sulfur compounds, proximate components, minerals, vitamin C content and sensory characteristics of the juices of kale and broccoli leaves. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1201-1207.
18. Kim, M. R., K. J. Lee, J. H. Kim, and D. E. Sok. 1997. Determination of sulforaphane in cruciferous vegetable by SIM. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 882-887.
19. Kim, S. J., I. S. M. Zaidul, T. Maeda, T. Suzuki, N. Hashimoto, S. Tagigawa, T. Noda, C. Matsuura-Endo, and H. Yamauchi. 2007. A time-course study of flavonoids in the sprouts of tatarly (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) buckwheats. *Sci. Horticulturae* **115**, 13-18.
20. Kuo, T. H. and J. F. Van Middlesworth. 1988. Content of raffinose and oligosaccharides and sucrose in various plants. *J. Agric. Food Chem.* **36**, 29-32.
21. Lee, E. H. and C. J. Kim. 2008. Nutritional changes of buckwheat during germination. *Korean J. Food Culture* **23**, 121-129.
22. Mongrau, R. and R. Brassard. 1990. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber. Collaborative study of a rapid gravimetric method. *Cereal Foods World* **35**, 319-325.
23. Pszczola, D. E. 1993. Designer food. *Food Technol.* **47**, 92-101.
24. Sadaki, O. 1996. The development of functional foods and materials. *Bioindustry* **13**, 44-50.
25. Sok, D. E., J. H. Kim, and M. R. Kim. 2003. Isolation and identification of bioactive organosulfur phytochemicals from solvent extract of broccoli. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 315-319.
26. Song, M. R. 2001. Volatile flavor components of cultivated radish (*Raphanus sativus* L.) sprout. *Korean J. Food Nutr.* **14**, 20-27.
27. Sattar, A., A. Shah, and A. Zeb. 1995. Biosynthesis of ascorbic acid in germinating rapeseed cultivars. *Plant Food for Human Nutr.* **47**, 63-70.
28. Stauffer, J. Q., M. H. Humphreys and C. J. Weir. 1973. Acquired hyperoxaluria with regional enteritis after ileal resection. Role of dietary oxalate. *Ann. Intern. Med.* **79**, 383-391.
29. Vanderstoep, J. 1981. Effect of the nutritive value of legumes. *Food Technol.* **35**, 83-91.
30. Waters Associates. 1990. Analysis of amino acid in waters. pp. 41-46. PICO. TAG system. Young-in Scientific Co., Ltd., Korea.
31. Wungaarden, D. V. 1967. Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.* **39**, 848-850.
32. Zhang, Y., P. Talalay, C. G. Cho, and G. H. Posner. 1992. A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli: isolation and elucidation of structure. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **89**, 2399-2403.