

새싹채소의 생리활성 특성 및 그 가공품의 제조

김덕숙[†] · 이근보
서일대학 식품가공과

Physiological Characteristics and Manufacturing of the Processing Products of Sprout Vegetables

Duk-Sook, Kim[†] and Keun-Bo, Lee

Department of Food Science and Technolgy, Seoil College

Abstract

Sprout vegetable and general vegetable were obtained from radish, red cabbage, vegetable green, buckwheat and broccoli seeds. The vitamin contents had a large deviation, and the vitamin B₁ contents decreased and/or was not detected according to the sprouting. This tendency occurred because of the use for growth of sprouts. The mineral contents in sprout vegetables was the highest and was 2~10 times greater than general vegetables. In the growing pathway, potassium was a large consumption nutrient and consumption of sodium was low. α -Amylase and total enzyme activities were higher in sprout vegetable than general vegetable, which was also the case of the corresponding freeze dried powders. Sprouting was shown to increase the enzyme activities. Thus, sprout vegetables had several advantages including a rich level of nutrients and safety from agricultural pesticides.

Key words: sprout vegetable, vitamin content, mineral content, enzyme activity

1. 서론

최근 생활수준의 향상에 따라 점점 웰빙(well-being)이나 LOHAS(Lifestyles of Health and Sustainability) 붐으로 인하여 삶에 대한 소비자의 관심이 높아지면서 식품의 선택 및 섭취에 있어서 좀 더 기능성을 갖춘 식품을 선호하는 추세가 강해지고 있다(Ha JO 등 2009). 새싹채소는 발아한지 일주일 정도 된 새싹을 말하는데, 일반적으로 싹이 발아한 후 3~9일된 1~3개 정도의 잎을 가진 본 잎이 나오기 전의 어린 떡잎 상태를 말하며, 이 때 효소, 각종 아미노산, 비타민, 무기질을 비롯한 식이섬유소와 기능성 생리활성물질을 다량 함유하고 있고(Gopalan C 등 2004, Khalil AW 등 2007), 이들의 생산량이 최대가 되며 다 자란 채소의 경우보다 많게는 4~100배 정도 까지도 많이 함유하게 되는 것으로 알려지고 있다(EI-Adawy TA 2002, Park JH 등 2008, Sattar A 1995). 새싹은 영양가면에서 일반 채소보다 우수하며, 그 가격이 저

렴하고 소화가 쉬워 남녀노소 누구나 가볍게 즐길 수 있다. 또, 새싹채소에는 생체 내에서 효소의 역할을 분담할 수 있는 외래효소는 물론 산화방지 역할을 하는 Vitamin A, C, E 등이 풍부하게 함유되어 있다. 특히, Vitamin B의 경우 그 함유량이 발아한 지 3~6일 사이에 3~15배 증가하고 발아 후 5~10일 된 싹은 최고의 영양소를 가진다고 알려져 새싹을 생명력 넘치는 영양 덩어리라고도 한다. 새싹채소는 일반채소가 어렸을 때를 말하는 것과 같은데, 예를 들어 콩을 쪄보면 하얀 것이 있다. 이 부위가 콩에 싹이 나서 자라기 위한 영양분인데 이곳에 많은 영양분이 축적되어 있어 물만 주어도 잘 자란다. 이에 비하여 일반채소는 이미 영양분을 다 소진시켜 완벽한 형태를 갖추었, 줄기, 뿌리 등 모든 부위가 생성된다. 이들은 뿌리로 영양분을 흡수하기 때문에 이미 그 식물 자체에는 영양분이 거의 없는 상태이다. 즉, 다 자란 식물로 자랄 수 있도록 축적된 영양분을 가진 새싹채소는 그 자체가 인체에 유익한 영양분을 가지고 있다는 것을 의미한다. 이러한 싹의 기능성 발아에 대한 연구는 1993년 독일에서부터 연구되기 시작하여 현재 미국, 유럽에서는 새싹채소 시장이 크게 활성화되고 있는 실정이다. 또한, 새싹을 섭취함으로써 평상시의 식생활로 섭취하기 어

[†]Corresponding author: Duk Sook Kim, Department of Food Science and Biotechnology, Seoil College
Tel: 02-490-7457
Fax: 02-490-7456
E-mail: dskim@seoil.ac.kr

러운 각종 효소, 칼륨, 칼슘, 철분, 미네랄, 비타민 등을 섭취할 수 있다. 이러한 새싹은 일반 종묘상에 판매하는 일반 품종의 씨앗으로는 재배가 어렵고 새싹용 전용씨앗을 구입하여 재배하여야 한다(Chung JC 등 2006a). 일반적으로 새싹채소로 흔히 재배하는 품종으로는 무, 알파파, 밀, 브로콜리, 클로버, 적양배추, 유채, 해바라기, 메밀, 청경채, 적양무, 케일, 크레스 등을 들 수 있다. 이러한 새싹채소의 재배조건으로는 깨끗하고 신선함이 가장 중요하며, 농약을 사용할 필요가 없고 재배를 위한 흙이 필요 없다. 깨끗한 물만 주면 된다. 따라서, 솜이나 주방용 종이, 수건 등을 깔고 물을 충분히 적신 뒤에 종자를 뿌린다. 이후 아침, 저녁으로 물을 적당량 뿌려 준다. 주변의 명암은 큰 영향이 없으나 어둡게 하면 더 빨리 자란다. 상자 안의 온도를 25℃ 이하로 유지하고, 기르기 시작하지 7~10일이 지나면 수확할 수 있다(Chung JC 등 2006b). 식물종자는 비소화성의 다당류 및 단백질 분해 효소 저해제와 더불어 사포닌 및 탄닌 등의 독성물질과 특유의 풀냄새 및 비린내를 지니고 있어 이를 완화할 수 있는 볶음, 찜, 마이크로파 처리 및 발아 등의 가공기술이 개발되어 왔다(Kadlec P 등 2003, Shimoni E 2004). 특히 식물종자의 발아는 영양성 강화, 소화성 향상, 독성완화 및 기능성 물질 생산 방법으로 잘 알려져 있는데, 콩의 발아 중 이소플라본의 함량 증가 및 체내 흡수 개선효과(Kim EM 등 2004, Kim JS 등 2004, Izumi T 등 2000), 발아땅콩 추출물의 항산화 효과(Lee JH 등 2007, Lukasz W 등 2006), 발아현미의 GABA(γ -aminobutyric acid) 함량 증가에 따른 혈압강하, 비만 억제 및 콜레스테롤 저하효과(Choi HD 등 2006a, Choi HD 등 2006b, Saikusa T 등 1994), 발아메밀 추출물의 항산화, 항균활성 및 세포독성 등에 관한 연구들이 보고(Hwang EJ 등 2006)된 바 있다.

이에 본 연구에서는 위에서 살펴 본 바와 같이 이미 연구되어진 바 있는 일반성분 함량 변화, 각종 기능성 등을 종합적으로 고려하여 새싹채소와 일반채소의 무기물 및 비타민 함량, 효소활성도 등을 비교 분석하였다. 이와 함께 이들 농축물을 그대로 식품에 적용하기에는 고유의 점도, 색상의 변화, 저장안정성 등에서 많은 문제점이 발생하므로 이를 해결하기 위하여 이들을 이용하여 동결건조 분말을 제조하고 이의 특성을 측정하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

종묘상에서 새싹채소용 무, 적양배추, 청경채, 메밀 및 브로콜리 씨앗을 직접 구입하여 새싹재배용 재료로 사용하였다. 대조군으로 사용한 정상적으로 수확한 이들 채소는 대형마트에서 직접 구매하여 사용하였다.

2. 방법

1) 싹 틈음

Petri dish에 탈지면을 깔고 물을 충분히 적신 후 무 등 총 5종의 씨앗을 뿌렸다. 이후 아침, 저녁으로 물을 적당량 뿌려 주었다. 별도의 명암조절 없이 실내 온도를 25℃ 이하로 유지하고, 기르기 시작한 지 7일 후 수확하였다.

2) 무기물, 비타민 함량 분석

새싹채소와 일반채소 및 동일한 과정으로 제조한 이들의 동결건조 분말에 대하여 무기물 및 비타민 함량은 식품공전 시험법(Korea Food Ind. Association 2008) 및 Yang의 방법(Yang HY 등 2009)에 의하여 측정하였다.

(1) 무기물의 분석

시료에 함유되어 있는 무기물의 분석은 식품공전(Korea Food Ind. Association 2008) 미량 영양성분 시험법에 따라 처리한 검체를 물 대신 1N-염산용액을 사용하여 특정 성분의 농도가 1~5 $\mu\text{g/mL}$ 이 되도록 조정하여 원자흡광도법에 의하여 측정하였다. 즉, 시험용액 및 공시험용액을 그대로 분광광도계(spectrometer, Hewlett Packard, 8452A, USA)에 주입하여 흡광도를 구하고 별도로 표준용액 및 이의 공시험용액에 대하여도 각각 시험용액의 경우와 같은 조작을 행하여 검량선을 작성하여 시험용액의 농도를 구하였다.

(2) 비타민의 분석

시료에 함유되어 있는 비타민의 분석은 시료 1 g을 식품공전(Korea Food Ind. Association 2008) 미량 영양성분 시험법에 따라 처리하여 이 중 20 μL 를 취하여 HPLC (Agilent Technologies, 1200Series, Deutch)로 분석하였다. 분석조건은 C_{18} column(μ Bondpak C_{18} , 3.9 \times 300 mm, 10 μm)를 사용하여 유속은 용매 30 mL/hr, ninhydrin은 20 mL/hr이었고, 압력은 용매 55 bar, ninhydrin은 12 bar로 하였다.

3) 효소활성도의 측정

새싹채소 및 새싹채소 동결건조 분말에 대한 효소활성도의 측정은 Chang 등(Chang HK 등 2003)과 일본 국제청 所定分析法(日本醸造協會 1981)에 의하여 α -amylase와 종합당화력의 효소활성도를 측정하였다.

(1) α -amylase의 활성도 측정

시료 분말 10 g에 증류수 7 mL을 가하여 1기압에서 15분간 가압살균한 후 Rizopus균주를 접종하고 30℃ 항온기에서 5일간 배양한 후 그 10 g을 취하여 0.5% NaCl 용액 100 mL을 넣고 20℃에서 가끔 흔들어 주면서 3시간 동안 추출하여 원심분리(3,000 rpm, 10분)한 상등액을

공시효소액으로 하였다. 이 효소액(40℃) 0.5 mL와 가용성 전분 1 g에 0.2 M 초산-초산나트륨 완충용액(pH 5.0) 20 mL를 넣고 pH 5.0으로 보정하여 100 mL로 정용한 전분용액(40℃) 10 mL를 혼합하고 40℃의 항온수조에서 반응시켰다. 1분마다 경시적으로 반응액 0.1 mL를 요오드용액 10 mL에 혼합하여 25℃의 항온으로 유지하면서 10 mm의 cell로 670 nm에서 비색하여 투과율이 66%에 해당하는 반응시간(t)을 찾아내어 다음 식에 의하여 α-amylase의 활성도를 산출하였다. 비색시의 blank는 증류수 10 mL에 효소액 0.5 mL를 혼합한 용액 0.1 mL를 10 mL의 효소용액과 혼합한 것을 사용하였다.

$$D(40^\circ/30^\circ) = 10 \text{ mL} \times 1/0.5 \times 30/t = 600/t$$

(2) 종합당화력의 활성도 측정

α-Amylase의 활성도 측정 방법과 동일한 방법으로 얻은 공시 효소액 1 mL에 전분용액 10 mL와 0.2 M 초산-초산나트륨 완충용액(pH 5.0) 2 mL를 혼합하여 40℃에서 30분간 작용시킨 후 0.1 N-NaOH 용액 7 mL를 넣고 즉시 냉각하여 효소의 반응을 정지시킨 후 포도당 표준당액법으로 당을 정량하여 다음 식에 의하여 종합당화력을 산출하였다.

$$\text{종합당화력} = (a-b-c)/T-b \times 100$$

- a = 2(B-M) × 20/반응액 채취량(mL)
- b = 2(B-N) × 20/반응액 채취량(mL)
- c = 2(B-O) × 20/반응액 채취량(mL)
- T = s×5×2×10/100

B : Fehling씨 용액 10 mL의 적정에 소요된 표준 포도당용액의 mL 수
 M : Fehling씨 용액 10 mL에 효소반응액 적당량(9 mL)

을 첨가한 액의 적정에 소요된 표준 포도당용액의 mL 수

- N : Fehling씨 용액 10 mL에 전분용액 10 mL를 첨가한 액의 적정에 소요된 표준 포도당용액의 mL 수
- O : Fehling씨 용액 10 mL에 효소액 1 mL를 첨가한 액의 적정에 소요된 표준 포도당 용액의 mL 수
- T : 2% 전분용액 10 mL 중의 총 포도당 양
- S : 가용성 전분 1 g을 가수분해한 액(500 mL)의 환원당을 역적정하여 포도당으로 환산한 양(mg/100 mL)

4) 동결건조 분말의 제조

선별, 세척한 채소 100 g을 미분쇄하여 dextrin 50 g과 혼합한 후 동결건조 하여 분말을 제조하였다. 즉, 새싹채소 및 일반채소를 이용한 동결건조 분말의 제조는 동결건조기(Freeze dryer, Hanil, Clean Vac 8B)를 이용하여 실온(25~29℃)에서 응축기 온도 -70℃, 압력 76 mmHg의 조건 하에서 48시간에 걸쳐 동결건조 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 씨앗의 무기물 및 비타민 함량

씨앗으로부터 짝이 트고 이 짝이 자라면서 시료에 함유되어 있는 무기물 및 비타민의 변화양상을 추적하기 위하여 본 연구에서 시료로 한 무, 적양배추, 청경채, 메밀 및 브로콜리 종자에 함유되어 있는 이들 성분의 함량을 측정된 결과는 Table 1에 나타난 바와 같다. 무기물은 칼슘, 인, 철, 나트륨 및 칼륨함량을 각각 측정하였는데, 씨앗에 따라 그 함량은 큰 차이를 보여 5종의 종자 각각 100 g 중 칼슘은 청경채가 89.7 mg으로 가장 높았고, 메밀은 23.6 mg으로 가장 낮았다. 인 함량은 큰 차이를 보여 메밀은 423 mg으로 가장 높은 반면 무는

Table 1. Mineral and vitamin contents in vegetable seeds

	Radish	Red cabbage	Vegetable green	Buckwheat	Broccoli
Mineral(mg/100 g)					
Calcium	26.7	36.9	89.7	23.6	65.2
Phosphorus	23.4	46.8	37.9	423	195
Iron	0.78	0.43	0.88	2.23	1.69
Sodium	13.1	8.4	15.1	2.3	10.3
Potassium	223	220	231	436	317
Vitamin					
Retinol (Vit A, µg/100 g)	0	0	0	0	0
Carotene (Vit A, µg/100 g)	0	37.1	2,064	0	763
Thiamin (Vit B ₁ , mg/100 g)	0.03	0.03	0.07	0.64	0.16
Riboflavin (Vit B ₂ , mg/100 g)	0.01	0.03	0.06	0.15	0.31
Niacin (mg/100 g)	0.5	0.5	0.7	4.8	1.3
Ascorbic acid (Vit C, mg/100 g)	14.7	27.6	49.2	0	98.1

23.4 mg이었다. 철 함량도 종자에 따라 큰 차이를 보여 무, 적양배추 및 청경채는 0.43~0.88 mg으로 비슷한 수준을 보였으나 메밀과 브로콜리는 각각 2.23 mg, 1.69 mg으로 차이를 보였다. 이에 비하여 나트륨은 메밀이 가장 낮은 2.3 mg인 반면 브로콜리는 10.3 mg으로 나타났다. 칼륨은 전체적으로 큰 차이를 보이지 않아 220~436 mg의 수준을 나타내었다.

한편, 6종의 성분을 분석한 비타민 함량에서는 각각 씨앗 100 g 중 레티놀의 경우 5종의 종자 모두에서 전혀 검출되지 않았다. 카로틴은 무와 브로콜리에서는 전혀 검출되지 않는데 비하여 청경채에서는 2,064 µg이 검출되어 시료에 따라 큰 차이를 나타내었다. 티아민은 유사한 수준으로 검출되어 4종의 다른 씨앗에서는 0.03~0.16 mg이 검출되었으나 메밀에서는 0.64 mg으로 큰 차이를 보였다. 리보플라빈은 대부분 0.01~0.06 mg 수준으로 검출 되었으나 청경채와 브로콜리에서는 각각 0.15 mg 및 0.31 mg이 검출되어 종자에 따라 큰 차이를 보였다. 이러한 경향은 니아신에서도 유사한 경향을 보여 3종의 씨앗에서 0.5~0.7 mg이 검출된데 비하여 청경채와 브로콜리에서는 각각 4.8 mg 및 1.3 mg이 검출되었다. 아스코르브산은 시료에 따라 큰 차이를 보여 브로콜리에서는 98.1 mg이 검출된 반면 메밀에서는 전혀 검출되지 않는 큰 차이를 나타내었다. 순무의 경우는 일반 씨앗과 달리 씨앗이 트면서 고유의 그 효능을 나타내어 개위(開胃), 하기(下氣), 이습(利濕), 해독효과가 있고, 식체, 황달, 당뇨병의 치료효과가 있으며, 약리작용으로는 세균, 진균, 효모 및 수종의 기생충을 억제하는 작용이 있는 것으로 알려져 있다(Jung BS와 Shin MK 1990).

2. 채소류의 무기물 및 비타민 함량

씨앗에서 싹 틈음에 의한 무기물 함량의 변화를 측정한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다. 각 종자별로 차이는 있으나 일반적으로 큰 공통점을 갖는 것으로 보인다. 즉, 일반채소에 비하여 새싹채소에서의 무기물 함량이 전체적으로 높았으며, 칼슘 및 인 함량에서는 약 3배의 차이가 발생하였고, 나트륨 함량은 약 20~40% 수준, 칼륨함량은 약 2배 정도 높은 수치를 나타내었다. 특히,

철 함량은 일반채소에 비하여 새싹채소에서 약 10배 수준으로 높게 증가한 것으로 나타나 특이성을 나타내었다. 이러한 상호간의 차이는 새싹채소의 경우 겨우 싹이 트기 시작하는 시점에서 성장을 중단시킨 관계로 성장에 필요한 무기물의 소비량이 적었던 반면 일반채소는 완전히 싹이 성장할 때까지 영양소가 소모되었기 때문인 것으로 판단된다. 여기서 각 무기물의 종류별 그 감소추세를 볼 때, 총 5종의 무기물 중 새싹의 성장에 가장 많이 이용되는 무기물은 칼륨인 것으로 보이며, 새싹의 성장과정에서 가장 사용이 적은 영양소는 나트륨인 것으로 나타났다.

씨앗에서 싹 틈음에 의한 무기물 함량의 변화를 측정한 결과는 Table 3에 나타낸 바와 같다. 각 종자별로 차이는 있으나 레티놀은 5종 모두에서 검출되지 않았으며, 카로틴은 새싹채소에서는 일반채소에 비하여 적양배추 및 브로콜리에서는 약 2배, 청경채에서는 약 3배의 차이를 나타내었다. 티아민은 특이하게도 새싹채소에서 그 함량이 일반채소의 약 5배 이상 수준으로 검출되었을 뿐만 아니라 씨앗 자체가 함유하고 있던 양 보다도 증가하여 특이성을 나타내었다. 리보플라빈 및 나이아신은 약 3배 수준의 차이를 보였으나 큰 의미를 부여할 수준은 아니었다. 아스코르브산은 약 3배 수준의 차이를 보였으나 브로콜리에서는 약 2.5배의 차이를 보여 성분 및 종자에 따라 그 함량에 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한, 비타민 B₁은 5종의 시료에서 공통적으로 싹이 트면서 그 함량이 감소하거나 전혀 검출되지 않았다. 이러한 경향은 발아에 따라 비타민 B₁이 성장 영양소로 다량 사용되기 때문인 것으로 판단된다.

이러한 차이는 최근 건강식 소재로 주목 받고 있는 홍화씨와 발아 홍화씨에 대한 비교분석 에서도 그 차이를 확인할 수 있었다(Kim EO 등 2008). 즉, 일반성분 함량을 비교한 결과 발아 홍화씨는 무질소물, 조회분, 조섬유 함량이 증가한 반면 조단백질, 조지방 함량이 감소하였고, 지방산 조성은 palmitic과 stearic acid가 감소한 반면 linolenic, arachidic, eicosenoic acid 함량이 일부 증가하였다. 한편, α-토코페롤 함량이 744.7 mg%에서 809.0 mg%로 증가하였으며, 필수 아미노산 함량은 193.5 mg%

Table 2. Mineral contents in sprout vegetable and general vegetable (mg/100g)

	Radish		Red cabbage		Vegetable green		Buckwheat		Broccoli	
	SV ¹⁾	GV ²⁾	SV	GV	SV	GV	SV	GV	SV	GV
Calcium	10.7	3.5	15.1	5.4	48.7	16.7	11.1	3.5	33.5	11.7
Phosphorus	8.9	2.6	17.2	5.3	12.6	4.2	113.9	38.3	69.8	21.2
Iron	0.72	0.07	0.51	0.05	0.93	0.09	1.91	0.23	2.07	0.23
Sodium	9.8	7.6	6.4	5.1	13.2	9.3	0.4	0.3	8.1	6.5
Potassium	78.1	36.5	74.9	37.5	76.8	39.3	149.3	74.1	117.9	57.1

¹⁾ SV:sprout vegetable, ²⁾ GV:general vegetable

Table 3. Vitamin contents in sprout vegetable and general vegetable

	Radish		Red cabbage		Vegetable green		Buckwheat		Broccoli	
	SV ¹⁾	GV ²⁾	SV	GV	SV	GV	SV	GV	SV	GV
Retinol (Vit A, µg/100 g)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carotene (Vit A, µg/100 g)	0	0	23.6	11.3	1,759	629	0	0	601	208
Thiamin (Vit B ₁ , mg/100 g)	0	0.01	0	0	0	0.02	0.08	0.21	0.01	0.06
Riboflavin (Vit B ₂ , mg/100 g)	0	0	0.1	0	0.03	0.01	0	0	0	0
Niacin (mg/100 g)	0	0	0.2	0.1	0.3	0.1	0.5	0.2	0.4	0.1
Ascorbic acid (Vit C, mg/100 g)	14.3	5.2	23.2	8.4	42.8	15.1	0	0	78.2	30.4

¹⁾ SV:sprout vegetable, ²⁾ GV:general vegetable

에서 418.7 mg%로 증가하였으나 페놀화합물 함량은 949.7 mg%에서 920.2 mg%로 감소한 것으로 나타난 바 있다. 이러한 유리아미노산 함량의 증가는 다른 식물종자의 발아에서도 유사한 경향을 나타내는 것으로 보고한 바 있다(Saikusa T 등 1994, Kim EO 등 2008). 또한, 콩나물 재배 중 단백질, 지방 및 가용성 무질소물은 감소하고 섬유소는 증가했다는 보고(Shin HS 1974)와 호박씨 발아 중 단백질과 지방 함량은 감소한 반면 섬유소, 회분, 가용성 무질소물 함량은 증가했다(Lee BJ 등 2003)는 보고로 미루어 볼 때 식물의 종류에 따라 발아종자의 일반성분의 함량 변화에 있음을 알 수 있었다.

4. 채소를 이용한 동결건조 분말에서의 무기물 및 비타민 함량

새싹채소와 일반채소를 이용하여 동결건조 분말을 제조한 후 이 분말을 미숫가루, 쿠키류 및 국산차 등의 각종 가공식품 제조용 원료로 활용하고자 이들 채소 각 100 g에 dextrin 50 g을 혼합하여 제조한 동결건조 분말에 함유되어 있는 무기물 함량을 측정된 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다. 즉, 새싹채소를 이용하여 제조한 동결건조 분말에 함유되어 있는 칼슘 및 인 함량은 일반채소를 이용하여 제조한 동결건조 분말에 비하여 약 3배 수준의 높은 수치를 나타내었다. 철 함량은 새싹채소에서 나타났던 현상과 유사한 경향을 보여 일반채소를 이용한 동결건조 분말에 비하여 약 5배 수준으로 높은 함량을 보여 특이성을 나타내었다. 그러나 나트륨 함량은 약 30~

40% 정도 높게 나타났으며, 칼륨함량은 약 2배 높은 수준이었다. 이러한 결과는 위에서 살펴 본 Table 2의 새싹채소와 일반채소의 무기물 함량변화와 큰 차이가 없었다.

한편, 새싹채소와 일반채소 각 100 g에 dextrin 50 g을 혼합하여 제조한 동결건조 분말에 함유되어 있는 비타민 함량을 측정된 결과는 Table 5에 나타난 바와 같다.

즉, 새싹채소를 이용하여 제조한 동결건조 분말에 함유되어 있는 카로틴 함량은 적양배추, 청경채 및 브로콜리에서 각각 일반채소를 이용하여 제조한 동결건조 분말에 비하여 약 2~3배 수준의 높은 수치를 나타내었다. 티아민 함량은 채소 자체에 함유된 함량이 상호간에 차이를 보인 것과 유사한 수준으로 거의 5배 정도의 함량 차이를 나타내었다. 상대적으로 리보플라빈 및 나이아신은 그 함유량이 워낙이 소량이어서 큰 의미를 부여할 수준은 아니었다. 아스코르브산 함량은 약 3배 수준으로 큰 차이를 나타내어 비타민도 그 종류에 따라 새싹의 성장과정에 관여하는 정도에 큰 차이가 있음을 알 수 있었다. 이와 같은 동결건조 분말에서의 비타민 함량 변화는 청국장 분말의 제조과정에서도 특이한 결과가 밝혀진 바 있다. 즉, Yang(Yang HY 등 2009)의 보고에 의하면 상압 가열건조, 동결건조, 원적외선건조 청국장 분말의 비타민 D 함량을 분석한 결과 상압가열건조 청국장 분말에서는 전혀 검출되지 않았으나 동결건조 청국장 분말에서는 27.4 mcg/100 g, 원적외선건조 청국장 분말에서는 82.4 mcg/100 g으로 다른 시료에서보다 월등히 높게 나타났다. 이

Table 4. Mineral contents of freeze dried powders in sprout vegetable and general vegetable (mg/100g)

	Radish		Red cabbage		Vegetable green		Buckwheat		Broccoli	
	SV ¹⁾	GV ²⁾	SV	GV	SV	GV	SV	GV	SV	GV
Calcium	9.2	3.1	13.6	4.7	44.8	6.4	10.3	3.2	30.5	10.6
Phosphorus	8.1	2.6	13.5	4.8	11.4	3.8	102.4	34.5	63.8	19.1
Iron	0.68	0.07	0.42	0.05	0.82	0.08	1.85	0.23	1.88	2.01
Sodium	8.8	6.8	5.6	4.7	11.9	8.2	0.4	0.3	7.4	5.8
Potassium	71.5	32.9	67.1	34.7	68.1	36.2	134.4	66.9	106.3	51.7

¹⁾ SV:sprout vegetable, ²⁾ GV:general vegetable

Table 5. Vitamin contents of freeze dried powders of sprout vegetable and general vegetable

	Radish		Red cabbage		Vegetable green		Buckwheat		Broccoli	
	SV ¹⁾	GV ²⁾	SV	GV	SV	GV	SV	GV	SV	GV
Retinol (Vit A, µg/100 g)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carotene (Vit A, µg/100 g)	0	0	20.5	9.9	1,483	556	0	0	550	188
Thiamin (Vit B ₁ , mg/100 g)	0	0.01	0	0	0	0.02	0.02	0.18	0.01	0.06
Riboflavin (Vit B ₂ , mg/100 g)	0	0	0.11	0	0.02	0.01	0	0	0	0
Niacin (mg/100 g)	0	0	0.3	0.1	0.3	0.1	0.5	0.2	0.4	0.1
Ascorbic acid (Vit C, mg/100 g)	12.7	4.6	20.7	7.3	38.5	13.5	0	0	70.9	27.5

¹⁾ SV:sprout vegetable, ²⁾ GV:general vegetable

는 원적외선에 의해 비타민 D가 합성되는 것으로 보인다 고 보고한 바 있다. 이와 같이 씨앗으로부터 새싹의 발생 또는 성장과정에서 일부 비타민은 영양소로 사용되어 그 잔류량이 감소하는 반면 다른 일부 비타민은 생성되는 특성을 갖는 것으로 판단된다.

5. 채소를 이용한 동결건조 분말에서의 α-amylase 활성 및 종합당화력의 차이

새싹채소와 일반채소 및 이를 이용하여 가공한 동결건조 분말의 α-amylase 활성을 측정한 결과는 Table 6에 나타낸 바와 같다.

즉, α-amylase 활성이 새싹채소에서는 메밀에서 가장 높은 23.5 U/mL을 나타낸 반면 적양배추에서 가장 낮은 13.2 U/mL로 약 1.8배의 차이를 나타내었다. 이러한 경향은 일반채소에서도 유사한 결과를 나타내어 메밀에서 가장 높은 19.6 U/mL을 나타낸 반면 적양배추에서 가장 낮은 11.9 U/mL로 약 1.6배의 차이를 나타내었다. 이 새싹채소를 이용하여 가공한 동결건조분말에서는 상대적으로 생 채소에서보다 높은 활성을 나타내어 14.7~27.0 U/mL로 나타났는데, 그 종자별 추세는 새싹채소에서와 거

의 유사한 경향을 나타내었다. 상대적으로 일반채소를 이용하여 가공한 동결건조분말에서는 12.8~24.4 U/mL로 새싹채소의 약 92% 수준에 그쳤다. 이러한 결과로 볼 때 새싹채소와 일반채소 및 이를 이용한 동결건조분말 모두에서 그 α-amylase 활성은 새싹채소가 높은 것으로 확인되었다.

또한, 새싹채소와 일반채소 및 이를 이용하여 가공한 동결건조 분말의 종합당화력을 측정한 결과는 Table 7에 나타낸 바와 같다.

즉, α-amylase 활성과 유사한 경향으로 새싹채소에서는 메밀에서 가장 높은 33.2 U/mL을 나타낸 반면 적양배추에서 가장 낮은 17.2 U/mL로 약 1.9배의 차이를 나타내었다. 이러한 경향은 일반채소에서도 유사한 결과를 나타내어 메밀에서 가장 높은 28.4 U/mL을 나타낸 반면 적양배추에서 가장 낮은 13.7 U/mL로 약 2배의 차이를 나타내었다. 이 새싹채소를 이용하여 가공한 동결건조분말에서는 상대적으로 생 채소에서보다 높은 활성을 나타내어 21.5~39.2 U/mL로 나타났는데, 그 종자별 추세는 새싹채소에서와 유사한 경향을 나타내었다. 상대적으로 일반채소를 이용하여 가공한 동결건조분말에서는 18.7~34.1

Table 6. α-Amylase activity of sprout vegetable, general vegetable and its freeze dried powders (U/mL)

	Radish	Red cabbage	Vegetable green	Buckwheat	Broccoli
Sprout vegetable	19.3	13.2	13.8	23.5	21.7
General vegetable	16.4	11.9	12.4	19.6	18.7
FD ¹⁾ powders of SV ²⁾	21.6	14.7	15.2	27.0	24.3
FD powders of GV ³⁾	19.9	12.8	14.2	24.4	22.3

¹⁾ FD:freeze dried, ²⁾ SV:sprout vegetable, ³⁾ GV:general vegetable

Table 7. Total saccharifying ability of sprout vegetable, general vegetable and its freeze dried powders (U/mL)

	Radish	Red cabbage	Vegetable green	Buckwheat	Broccoli
Sprout vegetable	27.0	17.2	19.1	33.2	30.3
General vegetable	22.6	13.7	18.2	28.4	26.8
FD ¹⁾ powders of SV ²⁾	32.1	21.5	21.6	39.2	36.3
FD powders of GV ³⁾	28.6	18.7	20.6	34.1	31.6

¹⁾ FD:freeze dried, ²⁾ SV:sprout vegetable, ³⁾ GV:general vegetable

U/mL로 새싹채소의 약 87% 수준에 그쳤다. 이러한 결과는 새싹채소와 일반채소 및 이를 이용한 동결건조분말 모두에서 그 α -amylase 활성과 유사한 경향을 보여 새싹채소에서 종합당화력이 높은 것으로 확인되었다.

이와 같이 일반채소에 비하여 새싹채소가 그 α -amylase 활성 및 종합당화력이 높았으며, 이러한 경향은 이들을 이용하여 가공한 동결건조분말에서도 동일한 경향을 나타내어 전체적으로 싹 틈음에 따라 효소활성도가 비례적으로 증가함을 확인할 수 있었다.

IV. 요약

무, 적양배추, 청경채, 메밀 및 브로콜리 씨앗을 이용하여 새싹채소 및 성장이 완료된 일반채소를 재배하였다. 이들에 대한 비타민 함량을 측정된 결과 각 시료에 따라 큰 편차를 나타내었으며, 비타민 B₁은 싹이 트면서 그 함량이 감소하거나 검출되지 않았다. 이는 비타민 B₁이 성장에 사용되는 영양소이기 때문인 것으로 판단된다. 새싹채소의 무기물 함량은 일반채소 보다 2~10배 높게 나타났다. 새싹의 성장에 다량 이용되는 무기물은 칼륨이었고, 나트륨은 가장 적게 소비되었다. 일반채소에 비하여 새싹채소가 그 α -amylase 활성 및 종합당화력이 높은 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 이들을 이용하여 가공한 동결건조분말에서도 동일한 경향을 나타내어 전체적으로 싹 틈음에 따라 효소활성도가 비례적으로 증가함을 확인할 수 있었다. 새싹채소의 장점은 각종 영양소가 풍부하고, 가정에서 직접 재배가 가능하여 농약이나 화학처리를 하지 않기 때문에 안심하고 먹을 수 있다는 점인 것으로 판단된다.

V. 감사의 글

본 연구는 2009년도 서일대학 학술연구비 지원에 의해 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 日本醸造協會. 1981. 國稅廳所定分析法注解. p.210
- Chang HK, Kang BS, Park SS, Lee KB and Han MK. 2003. Comparison of enzyme activity and micronutrient content in powdered raw meal and powdered processed meal. *Nutraceuticals & Food* 8(2):162-165
- Choi HD, Kim YS, Choi IW, Park YK and Park YD. 2006a. Hypotensive effect of germinated brown rice on spontaneously hypertensive rats. *Korean J. Food Sci. Technol* 38(3):448-451
- Choi HD, Kim YS, Choi IW, Seog HM and Park YD. 2006b. Anti-obesity and cholesterol-lowering effects of germinated brown rice in rats fed with high fat and cholesterol diets. *Korean J. Food Sci. Technol* 38(5):674-678
- Chung JC, Yoon YH, Kim CK, Lee JK and Ok HC. 2006a. Effect of temperature and light on the antioxidative polyphenols contents in tatarly buckwheat sprout. *Korean J. Med. Crop Sci* 51(1):378-379
- Chung JC, Yoon YH, Kim CK, Ok HC and Kim SK. 2006b. Studies on the method for sterilization, pre-soaking and optimal seeding rate in tatarly buckwheat sprout vegetables. *Korean J. Med. Crop Sci* 51(1):380-381
- El-Adawy TA. 2002. Nutritional composition and antinutritional factors of chickpea (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Food for Human Nutr* 57(1):83-97
- Gopalan C, Rama Sastri BV and Balasubramanian SC. 2004. Nutritive values of Indian foods. National Institute of Nutrition, Indian Council of Medical Research, Hyderabad. Indian
- Ha JO, Ha TM, Lee JJ, Kim AR and Lee MY. 2009. Chemical components and physiological functionalities of *Brassica campestris* ssp *rapa* sprouts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 38(10):1302-1309
- Hwang EJ, Lee SY, Kwon SJ, Park MH and Boo HO. 2006. Antioxidative, antimicrobial and cytotoxic activities of Fagopyrum esculentum Moench extract in degerminated seeds. *Korean J. Med. Crop Sci* 14(1):1-7
- Izumi T, Piskula MK, Osawa S, Obata A, Tobe K, Saito M, Kataoka S, Kubota Y and Kikuchi M. 2000. Soy isoflavone aglycones are absorbed faster and in higher amounts than their glucosides in humans. *J. Nutr* 130(11):1695-1699
- Jung BS and Shin MK. 1990. *Hyang Yak Dae Sa Jun*. Younglim Sa, Seoul, Korea. p.574
- Kadlec P, Kaasova J and Bubnik Z. 2003. Chemical and physicochemical changes during microwave treatment of rice. *Food Sci. Biotechnol* 12(1):219-223
- Khalil AW, Zeb A, Mahmmod F, Tariq S, Khattak AB and Shah H. 2007. Comparison of sprout quality characteristics of desi and kabuli type chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) *LWT* 40(5):937-945
- Kim EM, Lee KJ and Chae KM. 2004. Comparison in isoflavone contents between soybean and soybean sprouts of various soybean cultivars. *Korean J. Nutr* 37(1):45-51
- Kim EO, Lee KT and Choi SW. 2008. Chemical comparison of germinated- and ungerminated-safflower(*Carthamus tinctorius*) seeds. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 37(9):1162-1167
- Kim JS, Kim JG and Kim WJ. 2004. Changes in isoflavone and oligosaccha- of soybeans during germination. *Korean J. Food Sci. Technol* 36(2):294-298
- Korea Food Ind. Association. 2008. Food Codex, pp. 709-716, 716-761
- Lee BJ, Jang HS, Lee GH and Oh MJ. 2003. Changes in chemical composition of pumpkin(*Cucurbita moschata* DUCH.) seed sprouts. *Korean J. Food Preserv* 10(2):527-533

- Lee JH, Baek IY, Kang NS, Ko JM, Kim HT, Jung CS, Park KY, Ahn YS, Suh DY and Ha TJ. 2007. Identification of phenolic compounds and antioxidant effects from the exudate of germinating peanut (*Arachis hypogaea*). *Food Sci. Biotechnol* 16(1):29-36
- Lukasz W, Malgorzata G, Tomaz Z, Waldemar B, Lech R and Stefan J. 2006. A comparative study of water distribution, free radical production and activation of antioxidative metabolism in germinating pea seeds. *J. Plant Physiology* 163(4): 1207-1220
- Park JH, Cho SK and Kang TM. 2008. Antibiotic resistances of enterococcus isolated from salad and sprout. *J. Korean Soc. Microbiol. Biotechnol* 36(2):142-148
- Saikusa T, Horino T and Mori Y. 1994. Accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ during water soaking. *Biosci. Biotech. Biochem* 58(8):2291-2292
- Sattar A, Shah A and Zeb A. 1995. Biosynthesis of ascorbic acid in germinating rapeseed cultivars. *Plant Food for Human Nutr* 47(1):63-70
- Shimoni E. 2004. Stability and shelf life of bioactive compounds during food processing and storage : soy isoflavone. *J. Food Sci* 69(1):160-166
- Shin HS. 1974. Study on lipid metabolism of soybean during sprouting. *Korean J. Agric. Chem* 17(2):240-246
- Yang HY, Park SS, Lee JW, Lee KB and Han MK. 2009. Comparison of vitamin contents and organoleptic characteristics in powdered *Cheongkukjang* dried by different drying methods. *Korean J. Food Nutr* 22(2):192-198

2010년 3월 22일 접수; 2010년 4월 23일 심사(수정); 2010년 4월 23일 채택