

발아중 메밀의 영양성분의 변화

이은혜 · 김철재*

숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학전공

Nutritional Changes of Buckwheat During Germination

Eun-Hye Lee, Chul-Jai Kim*

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

Abstract

To produce buckwheat sprouts, buckwheats were germinated at $23\pm 2^\circ\text{C}$ up to 8 days in total darkness. In proximate analysis, moisture content increased from 13.87% of buckwheat groats to 93.75% of buckwheat sprouts on the 8th day of germination. On dry weight basis, lipid and ash contents increased like as protein content increased from 13.45% to 21.82% while carbohydrate content decreased due to enzyme hydrolysis. Amino acids were rich in glutamic acid, aspartic acids, and lysine, and also the ratio of the essential amino acids to total amino acids increased from 26.84% to 36.84%. Vitamin C did not exist in buckwheat groats but its content has continued to increase as far as 99.56 mg/100 g buckwheat sprouts. Rutin continued to increase by HPLC analysis from 4.71 mg/100 g buckwheat groats to 1,524 mg/100 g buckwheat sprouts. In analysis of organic acids, oxalic, maleic, and citric acids were commonly found in buckwheat sprouts. Fagopyrin was found almost none in buckwheat sprouts. In conclusion, the conversion of buckwheat seeds into sprouts through germination in darkness results in physically different final product with nutritional changes such as higher content of rutin, generation of vitamin C, abundance of the essential amino acids, and the existence of fagopyrin on very little.

Key Words : buckwheat sprouts, germination, rutin, vitamin C, fagopyrin, organic acids

1. 서 론

메밀(Buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Mench)은 분류학상 여귀과(Polygonaceae)의 일년생 초본으로 종류에는 일반메밀(Common buckwheat: *F. esculentum* 또는 *F. sagittatum*), 쓴 메밀(Tartary buckwheat: *F. tataricum* 또는 *F. kashmirianum*), 다년생메밀(Perennial buckwheat: *F. cymosum*)의 세 가지가 있으며 전 세계적으로 재배되고 있는 메밀은 대부분 *Fagopyrum esculentum*이다. 메밀은 실질적으로 3각(角)이고 길이가 4-9 mm인 과실(Dry fruit, achene)이며 구조는 바깥쪽부터 과피(Hull 또는 Pericarp), 종피(Spermoderm), 배유(Endosperm), 배(Embryo)의 4층으로 이루어져있다(MacRae 등 1993).

우리나라의 메밀 생산량은 1970년대 이후 점차 증가하여 1980년대에 최대 17,515톤에 이르렀다가 1990년대 이후 계속 감소하는 추세로 2005년 생산량은 2,243톤 정도였다. 즉 다른 고소득 작물에 비해 생산성과 소득이 낮아 재배가 감소되는 추세로 우리나라 필요물량의 대부분을 수입에 의

존하고 있는 실정이며 연간 3,000톤 정도를 수입하고 있다.

메밀의 일반성분은 탄수화물이 65-70%로 주성분을 이루고 있으며, 단백질 10-15%, 지방 2-3%, 회분 2-4%로 다른 곡류에 비하여 단백질 함량이 높은 편이다(Marshall 등 1982; Maeng 등 1990; MacRae 등 1993). 단백질 중에서는 albumin과 globulin이 가장 많이 함유되어 있고 glutelin 함량도 20-30%로 높다. 아미노산의 분포는 lysine, arginine과 aspartic acid의 함량이 높다고 하였다(Pomeranz & Robin 1972).

메밀의 rutin함량은 다른 곡류보다 높다. Rutin은 quercetin에 rutinose (Rhamnose와 Glucose가 결합된 이당류)가 결합된 것으로 황색에서 담황색을 띠며 자연계에 널리 분포하고 있는데 메밀에서 최초로 분리되었기 때문에 메밀은 rutin의 기원식물이 된다. Rutin의 기능으로는 혈관의 지나친 투과성에 의한 혈관계 질환의 치료, 모세혈관을 강화시켜 동맥경화(Griffith 등 1995), 고혈압(Matsubara 등 1995; Lee 등 2005), 뇌출혈과 같은 심혈관계 질환을 예방하고(He 등 1995; Hertog 등 1995; Keli 등 1996), 당

*Corresponding author: Chul-Jai Kim, Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, 52 Hyochangwon-gil, Youngsan-gu, Seoul 140-742, Korea
Tel: 82-2-710-9468 Fax: 82-2-701-9466 E-mail: cjkim@sookmyung.ac.kr

노병, 잇몸출혈, 구취제거 등에 탁월한 효과가 있는 것으로 밝혀져 있으며 항염증성의 약리효과, 폐출혈 및 망막출혈도 예방한다(Lee 등 1994; Lee 등 1995; Kim 등 2005).

메밀의 fagopyrin은 일부 사람이나 가축의 피부가 빛에 민감해지는 현상인 fagopyrism을 일으키는 물질이다. 이 물질은 몸에 축적되었다가 빛, 특히 가시광선에 의해 일중 항산소를 형성하면서 활성화되어 이웃 세포와 반응하여 세포막에 독성을 나타내어 세포를 파괴시킨다. 특히 빛에 민감한 흰 피부를 갖는 사람이나 옅은 색소를 갖는 가축이 성숙된 메밀식물체나 또는 이로 만든 즙을 먹을 때 fagopyrism에 영향을 받기 쉽다(Ford 1991; Dannatt & Porter 1996; Bourke 1997).

메밀은 보통 분쇄하여 메밀가루로 이용하는데 우리나라에서는 냉면, 막국수, 메밀묵, 총떡, 메밀부침, 메밀수제비 등(Choi 1993)으로, 일본에서는 soba 국수(Ikeda 1997)로, 북미에서는 pancake mix, 빵, 국수, 스파게티, 마카로니 등(Mazza & Campbell 1985; Mazza 1988)의 제조로 이용한다. 한편 메밀에서 과피를 제거한 메밀쌀(Buckwheat groat)은 볶아 메밀 차나 아침식사, 죽·수프 등을 제조하는 원료로 이용한다(MacRae 등 1993).

최근 건강한 먹거리와 기능성식품에 대한 요구가 늘어나면서 채소와 함께 새싹에 관한 관심이 점차 증가하고 있어서 미국이나 유럽, 호주 등에서는 이미 채소 매장의 30% 정도를 새싹채소가 차지할 정도로 일반화되었고, 시장규모도 200억 달러를 넘어섰다. 아시아에서는 일본을 중심으로 새싹채소에 대한 관심이 증가하고 있는데 현재 채소시장의 10~20% 정도를 새싹채소가 차지하고 있다. 우리나라에 새싹채소가 본격적으로 알려진 것은 2년 정도로 새싹채소의 시장 규모는 약 20억 원 대로 추정되고 있다(Lee 2007). 새싹으로 재배할 수 있는 식물은 메밀을 비롯한 콩(Soybean), 숙주(Mung bean), 순무(Turnip), 알파파(Alfalfa), 서양배추(Cabbage) 등 40여종이 있으며, 이들 새싹채소를 이용한 조리나 가공식품은 차류, 제과류, 스낵류, 소테(Saute), 수프(Soup), 샐러드(Salad), 그리고 피자(Pizza) 등 다양하게 이용되고 있다.

메밀은 발아 시 특히 rutin의 함량이 크게 증가하는데 메밀종실과 이를 발아한 메밀싹의 rutin 함량을 비교해보면 Kim 등(2005)의 연구에서는 약 18배, Kwon(1994)의 연구에서는 약 20배, Kim 등(1998)의 연구에서는 약 27배까지 증가하는 것으로 나타나 rutin 공급원으로써 메밀 싹을 섭취하는 것에 대한 관심이 커지고 있다.

새싹채소의 시장규모 확대와 함께 rutin의 공급원으로써 메밀 싹에 대한 중요성이 점차 커지고 있다. 따라서 본 연구에서는 메밀 발아 및 재배 중의 영양성분의 변화를 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용된 메밀종실은 2005년 가을에 생산되어 수입한 내몽고산 일반메밀로 크기는 일반적으로 4-9 mm이다. 선행연구를 통해 메밀종실은 크기에 따라 4.25 mm 이하, 4.25-4.75 mm, 4.75-5.25 mm, 5.25 mm 이상으로 구분하여 그 중 발아율이 좋고(92.3±3.53%), 크기가 적당한 4.75-5.25 mm의 종실을 사용하였다.

2. 메밀 싹 재배

메밀 싹은 대량 생산 공정시스템에서 재배하였다. 선별된 종실을 침수 9시간 경과 후 30 L의 물에 1% H₂O₂를 첨가하여 2분 동안 침수세척을 실시한 후 15시간 동안 총 24시간 발아하였다. 발아가 종료되면 재배실로 옮겨 특별히 제작된 메밀 싹 재배기를 이용하여 4시간마다 20분씩 살수하면서 빛이 차단된 상태에서 재배하였다. 이 메밀 싹 재배기는 메밀 싹의 머리 부분을 감싸는 과피가 성장하는 과정 중 자동으로 탈피되도록 제조되어 있다.

동일한 이화학적 특성의 비교를 위해 본 연구에서는 과피를 제거한 메밀종실 즉 메밀쌀(Buckwheat groats: BWG), 24시간 발아 후 과피를 제거한 발아메밀(Germinated buckwheat: GBW), 재배기에 옮긴 뒤 1일, 3일, 5일, 7일간 재배한 메밀 싹(Buckwheat sprouts: BWS) 중 아직 과피가 제거되지 않은 메밀 싹은 과피를 제거하여 사용하였다. 따라서 메밀종자로부터 8일 동안 메밀 싹을 재배하였다.

메밀 싹은 즉시 동결건조(Freeze drying system, Labconco Co., Kansas, MO, USA)하였다. 동결건조 후에는 50 mesh (0.3 mm 직경, 청계상공사, 서울, 한국)의 체로 쳐서 polyethylene 백에 담아 4°C에 보관하면서 시료로 사용하였다. 동결건조시료의 수분함량은 2.84±0.22%이었다.

3. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC법(2000)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압가열건조법, 회분 함량은 550°C 직접 회화법(F 48000, Barnsted, Boston, MA, USA), 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법(Kjeltec 2200 Auto Distillation Unit, Foss Tecator, Hillerod, Denmark), 조지방은 Soxhlet 추출법(Soxtec 2050 Auto Extraction Unit, Foss Tecator, Hillerod, Denmark)으로 분석하여 백분율로 나타내었다. 탄수화물 함량은 100에서 수분, 회분, 조단백질, 조지방 함량을 뺀 값으로 구하였다.

4. 아미노산 분석

아미노산 정량은 시료에 6 N HCl을 가하여 110°C에서 24

<Table 1> Conditions for HPLC analysis of rutin

| | |
|--------------|--|
| Instrument | Agilent 1100series |
| Detector | UV 365 nm |
| Column | Novapak C ₁₈ |
| Mobile phase | 2.5% acetic acid: (MeOH:CH ₃ CN(1:2))=75:25 |
| Flow rate | 1 mL/min |
| Injection | 10 µL |
| Temperature | 25°C |

시간 가수분해하여 50°C에서 감압 증류하여 염산을 완전히 제거하고 sodium buffer(pH 2.2)를 사용하여 120 mL로 정용하였다. 정용한 용액을 0.2 µm pore filter로 여과하여 Auto Amino Acid Analyzer(Biochrom 20, Pharmacia Biotech, Uppsala, Sweden)에 40 µL씩 주입하여 측정하였다(Kim 등 2004).

5. Rutin과 Vitamin C 분석

Rutin의 함량은 Ohara 등(1989)의 방법을 응용하여 50 mL의 volumetric flask에 시료 500 mg에 메탄올 50 mL를 넣고 50°C에서 90분간 초음파 추출 후 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 표준물질로 사용한 rutin은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였고, 분석 조건은 <Table 1>과 같다.

Vitamin C 함량은 시료에 metaphosphoric acid·acetic acid시액을 넣어 100 mL로 정용하고 0.45 µm membrane filter로 여과하여 Phenomenex Gemini 5 µm C₁₈(4.6×150 mm) Column을 장착한 Agilent 1100 series HPLC를 25°C에서 분석하였다. 표준물질로 사용한 ascorbic acid는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 이동상은 methanol 25 mL에 1-hexanesulfonic acid sodium salt 1 g을 넣고 증류수로 100 mL로 정용한 뒤 acetic acid glacial 10 mL를 섞어 여과하여 사용하였다. 이동상의 flow rate는 1 mL/min이었으며 254 nm에서 검출하였다.

6. 유기산 분석

시료 3 g에 증류수 100 mL를 첨가하여 균질 화시킨 후 4°C에서 15,000 rpm으로 원심분리한 뒤 그 상등액을 filter paper(No.2)로 여과하였다. 여과된 추출액을 membrane filter(0.45 µm)로 다시 여과한 뒤 Sep-pak C18 cartridge로 정제하였으며 유기산 정량은 ICE-AS6(9×250 mm) column이 장착된 Dionex-500 ion chromatograph로 분석하였다. Mobile phase(1 mL/min)와 regenerant로 각각 0.4 mM heptafluorobutyric acid와 5 mM tetra-butylammonium hydroxide가 사용되었으며 Electro conductivity detector로 검출하였다. 유기산 표준품은 acetic acid, citric acid, formic acid, maleic acid, malic acid, succinic acid, oxalic acid, pyruvic acid, lactic

acid, tartaric acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다.

7. Fagopyrin 분석

Fagopyrin은 methanol에 시료를 2 mg/mL로 녹인 뒤 여과하여 590 nm에서 흡광도(2800 UV/VIS Spectrophotometer, UNICO, Dayton, OH, USA)를 측정하여 구조와 UV spectrum이 유사한 hypericin (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)과 비교하였다(Hinneburg & Neubert 2005).

8. 통계분석

각 시료에 대한 실험결과는 평균값과 표준편차로 나타내었으며 통계패키지 SAS(SAS Institute, Cary NC, Version 9.1 for Windows)를 사용하여 분산분석을 실시하고 실험군 간의 유의적 차이검증은 Duncan's multiple range test를 이용해서 p≤0.05에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 함량

메밀 싹의 일반성분 분석 결과를 Table 2에 나타내었다. 수분 함량의 변화는 과피 제거 종실일 때 13.87%에서 발아시 44.13%로 증가하여 발아과정 중 30.26%의 수분이 증가하였다. 재배 1일, 3일, 5일, 7일 메밀 싹의 수분 함량은 각각 46.29, 89.81, 93.13, 93.75%로 재배 1일 이후에 큰 폭으로 증가하는 양상을 나타냈으며 재배 3일에는 재배 1일의 두 배에 가까운 수분 증가가 일어났다. 과피 제거 메밀 종실과 발아메밀, 재배 1일, 3일 메밀 싹의 수분함량 변화는 전반적으로 유의적인 증가를 보였지만 재배 5일과 7일 메밀 싹은 유의적 차이를 보이지 않았다. Kim 등(1998)이 연구한 바에 따르면 메밀종실의 수분 함량은 11.2%, 발아 6일과 8일의 수분 함량은 91.7%와 92.8%로 본 연구와 유사하게 나타났다.

탄수화물의 함량 변화를 건량(Dry weight basis)을 기준으로 보면 과피 제거 종실부터 재배 7일 메밀 싹까지 점차적으로 감소하였다. 전반적으로 과피 제거 메밀종실, 발아메밀, 재배 1일 메밀 싹 간의 탄수화물 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았고 재배 3일과 5일 메밀 싹의 함량 변화 역시 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(p<0.05). 습량(Wet weight basis)을 기준으로 보았을 때는 70.77, 45.75, 43.22, 7.71, 5.10, 4.46%로 재배 3일에서 수분 함량의 급격한 증가와 함께 탄수화물의 함량이 크게 줄어들었는데 과피 제거 메밀종실, 발아메밀, 재배 1일, 3일 메밀 싹은 유의적인 변화를 보였지만 재배 5일과 7일 메밀 싹은 유사한 것으로 나타났다. Lee 등(1994)의 연구에서는 종실로부터 7일 동안 메밀을 발아시키면서 탄수화물의 함량을 살

<Table 2> Proximate composition of buckwheat groat, germinated buckwheat sprouts

| Samples ¹⁾ | Component(%) | | | | |
|-----------------------|---------------------------|--|--|--|--|
| | Moisture | Carbohydrate | Crude protein | Crude lipid | Crude ash |
| BWG | 13.87±0.04 ^{e2)} | 82.17±1.38 ^{a3)} (70.77±1.15) ^{a4)} | 13.45±1.27 ^c (11.60±1.10) ^a | 2.59±0.03 ^c (2.23±0.03) ^a | 1.78±0.18 ^d (1.53±0.16) ^a |
| GBW | 44.13±0.23 ^d | 81.88±0.35 ^a (45.75±0.19) ^b | 13.75±0.26 ^c (7.68±1.16) ^b | 2.60±0.07 ^c (1.45±0.04) ^b | 1.77±0.02 ^d (0.99±0.01) ^b |
| 1-BWS | 46.29±0.44 ^c | 80.47±0.69 ^a (43.22±0.50) ^c | 14.90±0.63 ^c (8.00±0.34) ^b | 2.76±0.06 ^b (1.48±0.04) ^b | 1.88±0.01 ^d (1.01±0.01) ^b |
| 3-BWS | 89.81±0.99 ^b | 75.62±0.32 ^b (7.71±0.05) ^d | 18.49±0.33 ^b (1.88±0.05) ^c | 3.08±0.07 ^a (0.31±0.01) ^c | 2.81±0.02 ^c (0.29±0.03) ^c |
| 5-BWS | 93.13±0.67 ^a | 74.12±2.17 ^b (5.10±0.35) ^c | 19.35±2.14 ^b (1.33±0.28) ^c | 3.02±0.04 ^a (0.20±0.02) ^d | 3.51±0.01 ^b (0.24±0.02) ^c |
| 7-BWS | 93.75±1.35 ^a | 71.42±0.57 ^c (4.46±0.24) ^c | 21.82±0.52 ^a (1.36±0.09) ^c | 2.98±0.09 ^a (0.19±0.01) ^d | 3.78±0.04 ^a (0.24±0.05) ^c |

¹⁾BWG: Buckwheat groats; GBW: Germinated Buckwheat; 1-BWS: 1-day Buckwheat sprouts; 3-BWS: 3-day Buckwheat sprouts; 5-BWS: 5-day Buckwheat sprouts; and 7-BWS: 7-day Buckwheat sprouts.

²⁾Values with different subscripts are significantly different ($p<0.05$).

³⁾Dry weight basis.

⁴⁾Wet weight bases.

펴본 결과 건량기준으로는 종실일 때 82.4%에서 발아 7일째에 80.2%로 점차 줄어든다고 하였고, 습량기준으로는 종실일 때 46.6%에서 발아 7일째에 35.7%로 점차 줄어든다고 하였다. 이와 같이 성장에 따라 탄수화물의 함량이 감소하는 것은 발아 과정 중에 α -amylase의 활성이 증가하여 탄수화물의 가수분해가 촉진되고, 그 가수분해산물이 뿌리, 자엽, 배축 등의 조직형성과 에너지원으로 사용되기 때문이라고 사료된다(Bewley & Black 1985).

조단백질의 함량은 건량기준 시 과피 제거메밀종실 13.45%, 재배 7일 메밀 싹은 21.82%로 점차 증가하였다. 습량기준 시에는 종실로부터 발아 시 감소하였다가 증가하였는데 탄수화물과 유사하게 재배 3일에 조단백질 함량 역시 크게 감소하였다. 이것은 수분 함량의 증가에 따라 상대적으로 조단백질의 함량이 줄어들며 특히 재배 3일에 수분 함량이 크게 증가하는 것에 기인된다. Lee 등(1994)의 연구에서 보고된 메밀 싹의 발아에 따른 조단백질의 함량은 건량기준 시 종실일 때 12.5%에서 발아 7일에 14.5%로 증가하여 유사한 경향을 보였지만 함량 증가율에 있어서는 13.45%에서 재배 7일에 21.82%로 증가한 본 연구와는 차이가 있었다. 습량기준 시 Lee 등(1994)의 연구에서 종실일 때 7.1%에서 발아 6일에 6.0%로 조단백질 함량이 점차 감소하는 것은 본 연구와 유사하였으나 감소율에는 마찬가지로 차이가 있었다. 건량기준 시 조단백질 함량이 증가하는 현상은 메밀 싹이 성장하면서 각종 대사에 관여하는 효소들의 활성이 증가하여 식물체내에서 단백질의 합성이 이루어지기 때문이라고 사료된다.

조지방 함량은 건량기준 시 과피 제거 메밀종실(2.59%)로부터 재배 3일 메밀 싹(3.08%)까지 점차 증가하다가 다시 감소하였으나 재배 3일 이후에는 유의적인 변화가 없었

다. 습량기준 시에는 재배 3일에서 탄수화물이나 조단백질과 유사하게 수분 함량의 급격한 증가와 함께 크게 감소하였고, 그 후 조금씩 감소하는 경향을 나타냈다.

조회분의 함량 변화는 건량기준 시 전반적으로 과피 제거 메밀종실, 발아메밀, 재배 1일 메밀 싹 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 재배 3일, 5일, 7일 메밀 싹에서는 유의적으로 증가하였다($p\leq 0.05$). 종실로부터 메밀 싹까지 회분의 증가를 보고한 Kim 등(1998)의 연구와는 유사하였다. 습량기준 시에는 탄수화물, 조단백질, 조지방과 유사하게 재배 3일차에 수분 함량의 증가와 함께 조회분 함량이 크게 감소하였고 재배 3일 이후에는 유의적인 변화를 보이지 않았다.

발아에 의한 영양소의 함량변화를 평가할 때에는 실질적인 고형물의 변화가 중시되므로 습량기준보다는 건량기준이 효과적이라고 할 수 있다(Vanderstoep 1981). 따라서 건량을 기준으로 메밀 발아 과정 중의 일반성분의 변화를 보면 재배 일수가 증가할수록 탄수화물은 줄어드나 조단백질, 조지방, 조회분의 함량은 증가하는 경향을 나타냈다.

2. 아미노산 함량

단백질의 질(Quality)은 아미노산 조성을 통해 평가할 수 있는데 각 시료의 아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 시료에서 분석된 총 아미노산은 과피 제거 종실 중의 아미노산이 발아 시 22.10% 정도 감소하였다가 그 후 다시 증가하였고, 재배 7일에는 다시 감소하여 재배 5일보다 오히려 줄어들었으나 과피 제거 종실보다는 높은 것으로 나타났다. 재배 7일 메밀 싹의 총 아미노산 함량은 과피 제거 종실보다 약 2.30%가 증가한 것에 불과하나 발아메밀보다는 약 31.34%가 증가한 값이며 최대 함량을 보인 재배 5

<Table 3> Changes of amino acid contents in buckwheat, germinated buckwheat and buckwheat sprouts (mg/100 g)

| Amino acid | Samples ¹⁾ | | | | | |
|----------------|------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | BWG | GBW | 1-BWS | 3-BWS | 5-BWS | 7-BWS |
| Aspartic acid | 1,042.88 ²⁾ | 828.55 | 921.58 | 1,171.28 | 1,115.29 | 1,046.17 |
| *Threonine | 351.70 | 311.95 | 353.01 | 499.03 | 555.66 | 540.71 |
| Serine | 443.89 | 417.17 | 442.68 | 550.72 | 581.67 | 564.39 |
| Glutamic acid | 3,522.61 | 2,012.16 | 1,998.21 | 2,152.07 | 2,422.59 | 2,516.88 |
| Proline | 383.89 | 378.50 | 348.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Glycine | 579.15 | 486.13 | 502.42 | 640.60 | 653.37 | 623.33 |
| Alanine | 421.91 | 395.81 | 448.53 | 639.74 | 651.66 | 636.17 |
| Cysteine | 88.33 | 75.45 | 76.29 | 81.14 | 85.19 | 71.45 |
| *Valine | 262.44 | 215.51 | 261.37 | 377.06 | 388.85 | 373.55 |
| *Methionine | 164.12 | 155.80 | 140.55 | 229.77 | 214.54 | 162.63 |
| *Isoleucine | 407.49 | 318.66 | 406.20 | 543.17 | 614.83 | 589.09 |
| *Leucine | 642.11 | 572.23 | 655.74 | 926.27 | 933.78 | 898.72 |
| Tyrosine | 196.12 | 226.85 | 244.62 | 358.78 | 358.03 | 329.78 |
| *Phenylalanine | 489.77 | 449.85 | 505.51 | 680.62 | 724.60 | 693.84 |
| Histidine | 234.63 | 205.04 | 234.66 | 327.47 | 367.66 | 370.93 |
| *Lysine | 545.24 | 476.56 | 540.36 | 739.77 | 745.62 | 722.23 |
| Arginine | 889.45 | 781.89 | 781.81 | 865.77 | 855.98 | 771.71 |
| Essential | 2,862.87 | 2,500.57 | 2,862.73 | 3,995.70 | 4,177.89 | 3,980.77 |
| Nonessential | 7,802.87 | 5,807.55 | 5,998.87 | 6,787.58 | 7,091.44 | 6,930.81 |
| Total | 10,665.74 | 8,308.12 | 8,861.60 | 10,783.28 | 11,269.33 | 10,911.58 |

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Dry weight basis.

*Essential amino acid.

일 메밀 싹은 과피 제거 종실일 때보다 약 5.66%, 발아메밀보다는 약 35.64%가 증가한 값이었다. 아미노산 중 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 절대적으로 높은 값을 나타냈다.

총 아미노산 함량에 대한 필수아미노산 함량의 비율을 보면 과피 제거 메밀종실 26.84%, 발아메밀 30.10%, 재배 1일 32.30%, 재배 3일 37.05%, 재배 5일 37.07%, 재배 7일 36.48%로 총량에 있어서는 발아메밀과 재배 1일 메밀 싹이 과피 제거 메밀종실보다 적으며 비율로는 점차 증가하여 메밀 싹의 아미노산 조성이 더 우수하였다.

김 등(1998)은 메밀 싹 재배 과정 중 아미노산의 조성 변화를 연구하였는데 메밀 싹은 메밀종실에 비하여 총 아미노산 함량이 약 28-36% 정도가 증가하며 대부분의 아미노산이 재배 일수 증가에 따라 그 함량이 증가하나 tyrosine은 변화가 적고 arginine과 cysteine은 종실에 비하여 함량이 감소한다고 하였다. 또 발아 이후 증가하던 총 아미노산 함량이 발아 7일 이후에는 감소한다고 하여 본 연구와 유사하게 나타났다. 메밀종실과 메밀 싹의 아미노산 조성을 비교한 Kim 등(2005)의 연구에서는 arginine만이 종실에서 더 높고 나머지 아미노산은 메밀 싹에서 더 높다고 하여 차이를 보였으나 arginine의 함량이 감소한다는 점은 본 연구, 김 등(1998), 김 등(2005)의 연구에서 모두 일치하는 결과였다. Pomeranz와 Robins(1972)는 메밀 10개 품종의 단백질 함량과 아미노산 조성을 연구하였는데 메밀종실은 단백질 함량이 높고 아미노산 중에서 lysine의 함량이 높으며

다른 곡물보다 proline의 함량은 낮은 반면 arginine과 aspartic acid의 함량은 높다고 하여 본 연구 결과와 유사하였다.

메밀 싹 재배 과정 중의 아미노산 조성을 분석한 결과 과피 제거 메밀종실보다는 메밀 싹의 아미노산 총량이 더 높으며 필수아미노산의 비율이 높아 조성이 우수하였다. 특히 곡류의 제한 아미노산인 lysine의 함량도 높아 메밀종실 자체보다는 메밀 싹으로 섭취하는 것이 영양학적으로 바람직하다고 사료된다.

3. Rutin 함량

Rutin은 황색에서 담황색을 띠며 모세혈관을 강화시켜 동맥경화와 고혈압, 뇌출혈과 같은 심혈관계 질환이나 당뇨

<Table 4> Changes in rutin content in buckwheat groat, germinated buckwheat and buckwheat sprouts

| Samples ¹⁾ | Rutin content (mg/100 g) | |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------|
| | Dry weight basis | Wet weight basis |
| BWG | 4.71 ²⁾ ±0.75 | 4.06±0.65 |
| GBW | 17.69±3.06 | 9.88±1.71 |
| 1-BWS | 101.29 ^d ±7.05 | 54.40 ^c ±3.79 |
| 3-BWS | 1,014.28 ^a ±16.86 | 103.37 ^a ±1.72 |
| 5-BWS | 1,414.26 ^b ±50.04 | 97.23 ^b ±3.44 |
| 7-BWS | 1,524.90 ^a ±32.56 | 95.23 ^b ±2.03 |

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Values with different subscripts in dry and wet weight bases are significantly different (p ≤ 0.05).

병, 잇몸출혈 등에 효과가 있다(Choi 등 1992; Griffith 등 1995; He 등 1995; Hertog 등 1995; Lee 등 2005). 메밀에서 최초로 분리되었기 때문에 메밀은 rutin의 기원 식물이 되며 발아에 의해 메밀의 rutin 함량이 수 십 배까지 증가한다는 이유로 메밀에 있어서 rutin의 함량 분석은 매우 중요하다(Woo 1984; Kim 등 2004; Kim 등 2005).

Table 4에서의 분석 결과, 습량기준으로 rutin 함량은 재배 3일 메밀 싹에서 25배정도 증가하여 최대함량을 갖고 그 이후 재배경과에 따른 수분증가로 다소 감소하는 경향을 보이고 있다. 한편 건량기준으로 볼 때 rutin 함량은 과피 제거 메밀종실 4.71 mg/100 g, 발아메밀 17.69 mg/100 g, 재배 1일 메밀 싹 101.29 mg/100 g, 재배 3일 1,014.28 mg/100 g, 재배 5일 1,414.26 mg/100 g, 재배 7일 1,524.90 mg/100 g으로 재배 일수 경과에 따라 rutin 함량이 계속 증가하여 발아가 메밀의 rutin 함량을 높이는 효과적인 방법임을 알 수 있다.

메밀의 발아과정 중 rutin의 함량 변화를 관찰한 다른 연구들을 보면 Kwon(1994)은 종실일 때 31.5 mg/100 g이던 rutin 함량이 발아 7일째에는 1,660.3 mg/100 g으로 증가

하여 종실의 약 50배가 증가한다고 하였고, Kim 등(1998)은 종실일 때 105.5 mg/100 g이던 rutin 함량이 발아 8일에는 2,772.9 mg/100 g으로 약 25배가 증가하였다고 보고하였다. Maeng 등(1990)은 메밀을 과피를 제거한 메밀쌀(groats)과 메밀 피(hulls)로 나누어 rutin 함량을 분석한 결과 메밀쌀은 14.08 mg/100 g, 메밀 피는 65.39 mg/100 g으로 나타나 메밀 피에는 메밀쌀의 약 5배에 해당하는 rutin이 함유되어 있다고 보고하였다. 이를 통해 Kwon(1994)과 Kim 등(1998)의 연구 결과와 차이가 나는 것은 종실이나 재배환경 간의 차이에 의한 원인도 있겠지만 메밀의 과피를 제거하지 않고 분석한 다른 연구들과는 달리 본 연구에서는 메밀의 과피를 제거한 종실 즉 메밀쌀을 사용하여 분석한 것에 기인한 것으로 사료된다.

4. Vitamin C 함량

Vitamin C 분석은 Table 5에서 보듯이 과피 제거 메밀 종실에서는 vitamin C가 검출되지 않아 종실 상태일 때는 vitamin C를 함유하지 않는 것으로 나타났다. 하지만 발아과정 중에 vitamin C가 생성되어 발아메밀에서는 12.16 mg/100 g의 vitamin C가 검출되었다. 그 후 vitamin C의 함량은 재배 1일 19.09 mg/100 g, 재배 3일 71.72 mg/100 g, 재배 5일 87.23 mg/100 g, 재배 7일 99.23 mg/100 g로 재배 일수가 경과함에 따라 그 함량이 점차 증가하였다. 이는 메밀 싹 재배 시 발아 일수 경과에 따라 함량의 증가가 현저하여 재배 7일에 171.5 mg/100 g으로 최대를 나타냈다는 김 등(2004)의 연구와 일치하였다.

본 연구도 건량(Dry weight basis)을 기준으로 관찰하였을 때는 계속 증가하는 양상을 나타냈으나 습량(Wet weight basis)을 기준으로 보았을 때는 재배 1일에서 최대 함량을 보인 뒤 점차 감소하다가 재배 7일에는 재배 5일보다 약간 증가하는 양상을 보였다. 종실에 존재하지 않던 vitamin C가

<Table 5> Changes of vitamin C contents in buckwheat groat, germinated buckwheat and buckwheat sprouts

| Sample ¹⁾ | Vitamin C content (mg/100 g) | |
|----------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Dry weight basis | Wet weight basis |
| BWG | 0.00 ²⁾ | 0.00 ^f |
| GBW | 12.16 ^c ±0.22 | 6.79 ^c ±0.12 |
| 1-BWS | 19.09 ^d ±0.32 | 10.25 ^d ±0.17 |
| 3-BWS | 71.72 ^e ±0.34 | 7.31 ^c ±0.03 |
| 5-BWS | 87.23 ^b ±0.41 | 5.99 ^b ±0.03 |
| 7-BWS | 99.23 ^a ±0.47 | 6.20 ^a ±0.03 |

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Values with different subscripts in dry and wet weight bases are significantly different (p ≤ 0.05).

<Table 6> Changes of organic acid contents in buckwheat groat, germinated buckwheat and buckwheat sprouts (mg/100 g)

| Samples ¹⁾ | Oxalic acid | Maleic acid | Citric acid | Malic acid | Formic acid | Acetic acid | Succinic acid |
|-----------------------|--|--------------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| BWG | 62.11 ²⁾ (53.49) ³⁾ | 438.24 (377.44) | 76.04 (65.49) | 0.15 (0.13) | 1.68 (1.45) | 5.86 (3.60) | 4.18 (3.60) |
| GBW | 61.84 (34.55) | 483.32 (270.04) | 163.02 (91.08) | 0.66 (0.37) | 1.65 (0.92) | 11.98 (1.36) | 2.43 (1.36) |
| 1-BWS | 359.29 (192.97) | 258.33 (138.74) | 293.44 (157.60) | 5.29 (2.84) | 3.04 (1.63) | 3.13 (1.68) | 6.47 (3.47) |
| 3-BWS | 665.72 (67.85) | 300.69 (34.38) | 241.87 (24.65) | 9.57 (0.98) | 3.87 (0.39) | 3.39 (0.33) | 3.78 (3.39) |
| 5-BWS | 706.02 (48.54) | 337.32 (23.19) | 216.84 (14.91) | 11.03 (0.76) | 3.52 (0.22) | 3.27 (0.22) | 5.74 (0.39) |
| 7-BWS | 634.02 (39.60) | 333.14 (20.80) | 433.50 (27.07) | 10.42 (0.65) | 1.31 (0.08) | 4.60 (0.29) | 14.29 (0.89) |

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Dry weight basis.

³⁾Wet weight basis.

<Table 7> Changes of fagopyrin contents in buckwheat groat, germinated buckwheat and buckwheat sprout

| Samples ¹⁾ | Fagopyrin content ²⁾ (mg/100 g×10 ⁷) |
|-----------------------|--|
| BWG | 5.61 ^{d3} ±0.05 |
| GBW | 5.33 ^d ±0.06 |
| 1-BWS | 8.08 ^d ±0.41 |
| 3-BWS | 11.81 ^e ±0.50 |
| 5-BWS | 14.71 ^b ±1.00 |
| 7-BWS | 27.69 ^a ±2.79 |

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Dry weight basis.

³⁾Values with different subscripts are different significantly (p < 0.05).

발아 과정 중 생성되어 증가하고 일정 기간 이후에는 다시 감소하였다.

5. 유기산 함량

Ion chromatograph로 분석한 유기산의 분석 결과는 다음 Table 6과 같다. 과피 제거 메밀종실과 발아메밀은 유기산 함량이 비슷한 경향을 나타냈다. 과피 제거 메밀종실의 유기산은 maleic acid가 438.24 mg/100 g로 가장 높았고, 다음으로 citric acid, oxalic acid, acetic acid, succinic acid, formic acid, malic acid 순으로 나타났다. 발아메밀의 유기산 역시 maleic acid가 483.32 mg/100 g으로 가장 높았으며 과피 제거 메밀종실과 유사한 경향을 나타내었다.

하지만 발아 후 재배에 들어가면서 유기산의 조성에 변화가 일어나 재배 1일에 oxalic acid가 6배 정도 증가하여 359.29 mg/100 g으로 가장 높았다. 재배 3일 메밀 싹의 유기산은 재배 1일과 비교 시 oxalic acid, maleic acid, malic acid, formic acid, acetic acid는 증가한 반면 citric acid, succinic acid는 감소하였다. 재배 5일 메밀 싹의 유기산은 oxalic acid가 706.02 mg/100 g으로 가장 높았으며 재배 3일 메밀 싹과 유사한 경향으로 나타났다. 재배 7일 메밀 싹은 재배 1일 메밀 싹의 유기산 함량과 본포가 유사하였다.

일곱종류 유기산 중에서 oxalic acid는 과피 제거 종실일 때는 낮았으나 재배 일수가 경과하면서 점차 증가하여 메밀 싹에서는 과피 제거 종실보다 10배 내지 11배가 증가하여 가장 높은 함량을 나타냈다. Oxalic acid는 Ca과 불용성 염을 형성하여 Ca의 체내 이용을 불가능하게 하는 유기산이다. 따라서 oxalic acid의 함량이 높을 경우 Ca의 체내 이용 부족으로 인한 문제가 발생할 수 있으며 과잉 섭취 시 임상질환과도 관계가 있다(Dvorackova 1996; Oke 1970). Kim & Im(1977)은 한국 상용 식품 중의 칼슘과 수산함량에 관한 연구에서 엽채류 19종, 과채류 5종, 근채류 7종의 oxalic acid의 함량을 습량(Wet weight basis)기준으로 분석하였는데 총 31가지 식품 중 oxalic acid의 함량이 높게

나타난 식품의 oxalic acid 함량은 83.54 mg/100 g~1,100.07 mg/100 g이었다. Kim & Im(1977)의 연구와 본 연구의 oxalic acid 함량을 비교하면 재배 1일 메밀 싹(1,192.97 mg/100 g)에서 가장 높은 함량을 보였다. 이 값은 취나물보다는 높았으나 비듬, 시금치, 근대, 우엉보다는 낮았고, oxalic acid가 가장 많이 검출된 비듬 함량(1,100.07 mg/100 g)의 17.54%, oxalic acid의 함량이 높다고 잘 알려져 있는 시금치 함량(619.44 mg/100 g)에는 31.15%에 해당하였으며, 총 31가지 식품 중에서 5번째에 해당하는 값이었다. Oxalic acid는 미량영양소로 아직 일일허용섭취량과 같은 기준이 마련되어 있지 않아 앞으로 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

6. Fagopyrin 함량

Fagopyrin은 몸에 축적되었을 때 fagopyrism이라는 감광성(Photosensitization)을 일으키는 물질이다. Fagopyrism의 증상은 햇빛에 노출된 부위의 피부가 수 분 내에 분홍색이나 붉은색으로 변하며 피부가 타는 듯한 통증을 동반한다. 보통 이러한 반응은 몇 분 내에 정상으로 돌아오지만 차갑거나 뜨거운 물, 마찰 등에 민감하게 반응하는 상태가 며칠 동안 지속되기도 한다. Fagopyrism의 문제점은 fagopyrin을 활성화시키는 파장이 자외선 영역이 아닌 가시광선 영역이기 때문에 자외선 차단제나 유리에 의해서 fagopyrin의 활성을 막을 수 없다는 것이다(Ford 1991; Dannatt & Proter 1996; Bourke 1977).

Fagopyrin은 hypericin과 분자 구조와 UV spectrum이 매우 유사하여 각 시료의 fagopyrin 함량은 hypericin과 비교하여 계산하였으며(Hinneburg & Neubert 2005)), 그 결과는 Table 7에 나타내었다. 분석 결과 건량기준으로 과피 제거한 메밀쌀로부터 재배 7일 메밀 싹까지의 fagopyrin 함량변화율은 약 5배 증가하였으나 전반적으로 함량 그 자체는 극히 미량이었다. Hinneburg와 Neubert(2005)는 건조한 메밀식물체(Buckwheat herb)를 ethyl alcohol의 농도, 추출 온도와 시간을 달리하여 추출물을 제조·동결건조시킨 뒤 methyl alcohol로 다시 추출하여 fagopyrin의 함량을 분석한 결과 추출 조건에 따라 메밀식물체는 0.02~0.19%의 fagopyrin을 함유하고 있다고 보고하였다. 따라서 본 실험의 메밀 싹은 빛이 차단된 곳에서 재배하여서 생장 시 fagopyrin의 활성을 갖고 있지 않는 것으로 사료된다.

Fagopyrin은 메밀식물체에서 다량 검출되나 메밀종실이나 메밀 싹에서는 그 함량이 적어 fagopyrism을 유발할 가능성이 적다고 보고된 바 있는데 본 연구에서도 과피 제거 메밀종실, 발아메밀, 빛이 차단된 상태에서 배양된 메밀 싹에서 fagopyrin의 함량은 매우 미량인 것으로 나타나 메밀 싹 섭취 시 fagopyrin으로 인한 문제는 없을 것으로 사료되나 이에 대한 지속적인 연구는 필요하다.

IV. 요약 및 결론

메밀을 발아하여 메밀 싹을 생산하는 과정중의 영양성분과 rutin 등의 변화를 관찰하였다. 건량(Dry weight basis)을 기준으로 탄수화물은 감소하고 조단백질, 조회분 및 조지방은 재배 3일까지 증가한 후 감소하였다. 이는 메밀 싹 재배 3일에 많은 수분량을 필요로 하여 상대적으로 함량이 낮아지기 때문이다. Rutin함량은 재배일수 경과에 따라 지속적으로 증가하였으며 재배 1일부터 3일까지 함량이 최대로 증가하였다. Vitamin C는 종실에서는 거의 존재하지 않았으나 발아과정 중에 합성되어 건량기준 시 재배시간경과에 따라 증가하였으며 재배 3일에 함량증가율이 최고이었다. 습량기준 시 증가하다 재배 1일 이후 완만하게 함량이 감소하는 것으로 나타나 rutin의 함량변화 추이와 유사하였다. 아미노산 조성은 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 가장 높았으며 특히 곡류의 제한 아미노산인 lysine의 함량도 높았다. 또한 총 아미노산에 대한 필수아미노산에 대한 비율이 점차 증가하였으며 재배 3일에서 함량증가율이 최대이었다. 7종의 유기산은 보편적으로 발아에서 재배 경과 시 함량변화의 폭이 컸으며 oxalic acid, maleic acid, citric acid 함량이 높게 나타났다. 메밀 식물체에 존재하는 fagopyrin은 메밀 싹에는 극히 소량 존재하는 것으로 나타났다.

결과적으로, 메밀 싹은 rutin함량이 매우 높고, 종실에는 거의 없던 vitamin C가 생성되며, amino acids의 조성이 우수할 뿐만 아니라 필수아미노산이 풍부하며, fagopyrin은 거의 존재하지 않아 새싹채소로 뿐만 아니라 건강기능식품으로써의 가치가 충분하다고 사료된다.

감사의 글

This research was supported by Sookmyung Women's University research fund & Brain Korea 21 project, Sookmyung Women's University.

■ 참고문헌

- 우원식. 1984. 천연물 화학 연구법. 대우학술총서, 자연과학 14 최병한. 1993. 건강 별미식품 메밀의 생산가공과 표상. 한림저널사
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA
- Bewley JD, Black M. 1985. Seeds. Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York, NY, USA
- Bourke CA. 1997. Effects of Hypericum perforatum (St. John's wort) on animal health and production. Plant Protection Quarterly, 12(2):91-92
- Choi YS, Ahn A, Shim HH, Choe M, Oh SY, Lee SY. 1992. Effects of instant buckwheat noodle on digestibility and lipid profiles of liver and serum in rats. J. Korean Soc. Food Nutr., 21:478-483
- Dannatt S, Porter TA. 1996. An outbreak of ovine white liver disease in southwest England. Veterinary Record, 139(15):371-373
- Ford EJH. 1991. Photosensitization. Diseases of Sheep. Martin WB & Aitken ID (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK. pp 516-521
- Griffith JQ, Couch JE, Lindauer MA. 1995. Effect of rutin on increased capillary fragility in man. Proc. Soc. Exp. Bio. Med., 55:228-229
- He J, Klag MJ, Whelton PK, Mo JP, Chen JY, Qian, MC, Mo PS, He GQ. 1995. Oats and buckwheat intakes and cardiovascular disease risk factors in an ethnic minority of China. Am. J. Clin. Nutr., 61:366-372
- Hertog MGL, Kromhout D, Aracanis C, Blackburn H, Buzina E, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, Menotti A, Nedelkovic S, Pekkarinen M. Simic BS, Toshima H, Feskens EJM, Hollman PCH, Katan MB. 1995. Flavonoid intake and longterm risk of coronary heart disease and cancer in the countries study. Arch. Intern. Med., 155:381-386
- Hinneburg I, Neubert RHH. 2005. Influence of extraction parameters on the phytochemical characteristics of extracts from buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) Herb. J. Agric. Food Chem., 53(1):3-7
- Ikeda K. 1997. Buckwheat: Utilization and recent progress in research. Pacific Rim News, 4
- Keli SO, Hertog MGK, Feskens EJM, Kromhout D. 1996. Dietary flavonoids, antioxidant vitamins, and incidence of stroke. The Zutphen study. Arch. Intern. Med., 154:637-642
- Kim ES, Im KJ. 1977. A study on oxalic acid and calcium content in Korean foods. Korean J. Nutr., 10(4):104-110
- Kim YS, Kim JG, Lee YS, Kang IJ. 2005. Comparison of the chemical components of buckwheat seed and sprout. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34(1):81-86
- Kim SL, Kim SK, Park CH. 2004. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. Food Research International, 37:319-327
- Kim SL, Son YK, Hwang JJ, Kim SK, Hur HS. 1998. Development of buckwheat sprout as a functional vegetable. RDA. J. Crop Sci., 40(2):191-199
- Lee EH. 2007. Changes in physico-chemical characteristics during buckwheat germination. Master's degree thesis. Sookmyung Women's University
- Lee JS, Lee MH, Chang YK, Ju IS, Son HS. 1995. Effects of buckwheat diet on serum glucose and lipid metabolism in NIDDM. Korean J. NUtr., 28:809-816
- Lee JS, Park SJ, Sung KS, Han CK, Lee MH, Jung CW, Kwon TB. 2000. Effects of germinated-buckwheat on blood pressure, plasma glucose and lipid levels of spontaneously hypertensive rats. Korean J. Food Sci. Technol., 32(1):206-211
- Lee JS, Son SS, Maeng YS, Chang YK, Ju IS. 1994. Effects of

- buckwheat on organ weight, glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.*, 27:819-827
- MacRae R, Robinson RK, Sadler MJ. 1993. Buckwheat. *Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Vol. One. Academic press, New York. pp 516-521
- Marshall HG, Pomeranz Y, Chapter G. 1982. Buckwheat Description, Breeding, Production and Utilization. *Advanced in Cereal and Technology*, Vol. V. Pomeranz Y (ed.). Am. Ass. Cereal Chem. Incorporated, St. Paul, MN, USA. pp 157-212
- Matsubara Y, Kumamoto H, Lizuka, Y, Murakami T, Okamoto K, Miyake H, Yokoi K. 1995. Structure and hypotensive effect of flavonoid glycosides in Citrus unshiu peelings. *Agric. Biol. Chem.*, 49:900-905
- Mazza G. 1988. Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed. *Cereal Chem.*, 65(2):122-126
- Mazza G, Campbell CG. 1985. Influence of water activity and temperature on dehulling of buckwheat. *Cereal Chem.*, 62(1):31-35
- Maeng YS, Park HK, Kwon TB. 1990. Analysis of rutin contents in buckwheat and buckwheat foods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22(7):732-737
- Ohara T, Ohinata H, Muramatsu N, Matsuhashi T. 1989. Determination of rutin in buckwheat foods by high performance liquid chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36:114-117
- Oke OL. 1970. Toxic chemicals in Nigerian foodstuffs. *Indian J. Nutr.*, 7:119
- Pomeranz Y, Robins GS. 1972. Amino acid composition of buckwheat. *Agr. Food Chem.*, 20:270-274
- Vanderstoep J. 1981. Effect of the nutritive value of legumes. *Food Technol.*, 35:83

(2007년 12월 17일 접수, 2008년 2월 13일 채택)