

한국산 메밀의 산지 및 종류에 따른 식이섬유와 루틴의 함량비교

이미숙 · 손경희

연세대학교 식품영양학과

Content Comparison on Dietary Fiber and Rutin of Korean Buckwheat according to Growing District and Classification

Mi Sook Lee and Kyung Hee Sohn

Department of Food and Nutrition, Yonsei University

Abstract

In this study, total dietary fiber contents, acid detergent fiber contents lignin, water binding capacity (WBC), iron binding capacity of ADF and rutin contents from Korean buckweats were determined. Total dietary fiber (TDF) content was 3.14% in kyungbuk rice buckwheat, 5.65% in kangwon hull buckwheat and 3.35% in kangwon rice buckwheat. Acid detergent fiber (ADF) content was 2.47, 4.46 and 2.94%, respectively and lignin content was 1.14, 1.60 and 1.08% respectively. The water binding capacity of these three sample dietary fiber showed that TDF were in the range of 2.87~3.88 g H₂O/g DF and ADF were in the range of 4.62~5.26 g H₂O/g DF. The iron binding capacity of ADF at pH 5.0, 6.0, 7.0 were 79.11, 78.01, 46.16% in kyungbuk rice buckwheat, 70.63, 63.83, 53.60% in kangwon hull buckwheat and 77.67, 76.33, 50.25% in kangwon rice buckwheat. The rutin contents of these samples and their hulls were 13.54~16.41 mg/100 g groats and 12.13~14.24 mg/100 g in hulls. The rutin content of kyungbuk rice buckwheat was the highest.

I. 서 론

식이섬유가 서구의 여러 질병과 관계가 있다는 설이 받아들여지면서 식품에서 식이섬유의 성분과 생리적인 효과에 대해 많은 연구가 이루어져 왔고¹⁻⁴⁾ 우리나라에서는 오래전부터 메밀을 여러가지 용도로 이용하기는 했지만 섬유소에 대해서는 많은 연구가 되어있지 않다.

또한 flavonoids의 하나인 flavonols는 식물체내에서 생성되는 polyphenol 화합물로서 소량 존재하지만 중요한 생리작용을 하는 vitamin P 복합체로 혈관의 지나친 투과성을 억제시켜주는 약리작용을 가지고 있으며⁵⁾ 그중 rutin(2-phenyl-3,5,7,3',4'-pentahydroxybenzopyrone)이 메밀에 함유되어 있다는 사실은 잘 알려져 있다⁶⁾.

고문헌에 나타난 메밀의 약효는 아마도 rutin과 관계하는 것으로 생각된다⁷⁾. 박⁸⁾은 메밀의 성장시 rutin 함량에 대해 맹 등⁹⁾은 메밀증자가 잎이나 줄기보다 적은 량의 rutin을 함유하지만 약재로서 rutin을 섭취 하기보다는 소량이라도 식품으로써 섭취하는 것이 인체에 유익하다고 한 바 있다.

따라서 본 연구에서는 소화성에 영향을 주는 것으로 사료되는 섬유소의 수화능력, 철분과의 결합능력을 알아보고 메밀증자와 외피에 함유된 rutin 함량을 정량하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 강원산 걸메밀과 쌀메밀 및 경북산 쌀메밀은 양곡도매시장에서 구입하여 이물질을 제거 후 외피를 타게 분쇄기로 마쇄하여 80 mesh체로 쳐서 밀 봉하여 냉암소에 저장하였고 rutin 정량을 위해 외피 역시 마쇄하여 80 mesh체로 쳐서 분석에 사용하였다.

2. 식이섬유의 분석

(1) 총식이섬유(Total dietary fiber)

Prosky 등¹⁾의 방법에 따라 α -amylase, protease, amyloglucosidase 용액을 이용하여 효소에 의해 분해되지 않는 침전부분을 흡인여과하고 회화하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{blank} = \frac{\text{mg blank residue} \times (\% \text{protein in blank} + \% \text{ash in blank})}{100}$$

$$\frac{\text{mg blank residue}}{100}$$

$$\text{TDF}(\%) = 100 \times \left(\frac{\text{mg residue} - \{(\% \text{protein in blank})\}}{\text{mg sample}(\text{wt.})} \right)$$

$$+ \left(\frac{\% \text{ash in residue}}{\text{mg sample (wt.)}} \right) \cdot \frac{\text{mg residue} - \text{blank}}{\text{mg sample (wt.)}}$$

(2) 산성세제 저항섬유(Acid detergent fiber)

AOAC¹⁰⁾법에 따라 cetyltrimethylammonium bromide의 황산용액으로 시료를 60분간 가열시킨 후 침전물을 흡인여과 세척한 후 105°C 전기 oven에서 하룻밤 건조시켜 무게를 측정된 후(W2) 계산하였다.

$$\text{ADF} (\%) = 100 \times (W2 - W1) / S$$

$$S = \text{g sample} \times \frac{\text{g oven-dried matter}}{\text{g air-dried or wet matter}}$$

W1 : glass filter (1G2)

W2 : 건조 후의 glass filter + 섬유소

(3) Lignin

AOAC¹¹⁾법에 따라 산성세제 저항섬유가 들어 있는 1G 2 여과용 유리도가니에 1g 석면과 냉각된 72% H₂SO₄를 가해 3시간 이상 경과 후 감압여과하여 산을 증류수로 세척 후 105°C 에서 하룻밤 건조하여 무게를 측정(W3)한 다음 500°C 에서 2시간 회화하여 방냉후 무게를 측정하였다(W4). Blank는 똑같은 처리과정을 거친 후 회화과정에서 잃어버린 무게를 측정하였다(W5).

$$\text{Lignin} (\%) = (W3 - W4 - W5) / S \times 100$$

(4) 식이섬유의 수분결합력

TDF와 ADF의 수분결합력은 Robertson¹¹⁾의 방법으로 측정하였다. TDF와 ADF 각 0.5g씩을 25 ml polyethylene 원심관(W1)에 넣고 증류수 20 ml를 가해 실온에서 1시간 평형시킨 다음 6000 g에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 버리고 30분간 거꾸로 세워 물기를 빼고 무게를 측정(W2)한 다음 냉동 건조하여 건조 중량(W3)과의 차이를 수분결합력으로 계산하였다.

$$\text{Water binding capacity (g H}_2\text{O/g DF)} = \frac{W2 - W1}{W3 - W1}$$

(5) 식이섬유의 Fe 결합력

식이섬유의 Fe 결합력은 Camire와 Clydesdale의 방법¹²⁾으로 측정하였다. 먼저 내인성 Fe 함량을 측정하기 위해 섬유소 시료 0.7g를 600°C 회화로에서 4시간 회화시킨 후 농염산으로 용해 여과하여 원소 흡광 분석기로 측정하였으며 그 조건은 Table 1과 같다.

ADF의 pH 변화에 따른 Fe과의 결합도를 측정하기 위해 섬유소 0.4g을 취해 pH 5.0, 6.0, 7.0 완충용액을 각 25 ml씩 가한 후 0.5 N HCl과 0.5 NaOH를 이용해 pH를 조정하고 1000 ppm Fe stock solution을 가하여 30°C shaking water bath에서 24시간 반응시킨 것을 여과하여 원소흡광 분석기로 Fe 함량을 측정하고 동시에 각각의 pH에 따른 blank test도 실시하여 용해성 Fe 결합력이라 하고 식이섬유의 결합성 Fe 결합력은 앞의 잔사를 여과지와 함께 kjeldahl 분해장치에서 염산을

Table 1. Operating Condition for Atomic Absorption /Flame Emission Spectrophotometer

Instrument: AA-680 Shimadzu
Mode: HC Lamp #4
Slit: 0.20 nm
Wavelength: 248.3 nm
Flame: Air-C ₂ H ₂
Fuel: 2.0 l/min
Oxidant: 8 l/min
Burner: 10 cm
Expansion: 1.0
Chart speed: 10 mm/min

Sample

- Weighing 1 g in 50 ml round flask
- Adding methanol 20 ml
- Reflux at 80°C for 60 min
- Overnight cooling at 4°C
- Filtering with Whatman No. 41 filter paper
- Fill up to 20 ml Vol. flask
- Dilute 5 times
- Filtering with 0.45 μm millipore filter

HPLC analysis

Fig. 1. Sample Preparation and Extraction Procedure for HPLC Analysis.

가해 가열하여 여과하고 이것을 원소 흡광 분석기로 Fe 함량을 측정하였으며 식이섬유와 결합된 Fe의 양은 이들 섬유소에 의해 결합된 총 내인성 Fe의 %로서 표시하였다.

3. 색소의 분석

(1) HPLC 분석용 시료용액의 조제

Rutin 함량분석을 위한 시료는 Fig. 1과 같은 방법으로 조제하였다⁹⁾.

(2) HPLC에 의한 rutin의 분석

Park 등¹²⁾과 Ohara¹⁴⁾ 등의 방법을 응용하여 시료의 methanol 추출액으로부터 rutin 함량을 HPLC를 이용해 분석하였고, 그 분석조건은 Table 2와 같다.

표준물질 Rutin(Sigma Chemical Co.)은 0.01 g을 d-H₂O 200 ml에 녹여 사용하였고 모든 용매는 HPLC용으로 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식이섬유의 함량

식이섬유의 총함량 및 성분별 함량은 Table 3과 같다.

총식이섬유의 함량은 3.14~5.65% 범위로 강원 걸메밀의 총식이섬유 함량이 5.65%로 가장 많았다. 총식이섬유와 산성세제 저항섬유의 차이로서 구한 non-cellulosic polysaccharide의 함량은 0.41~1.19%로 강원 쌀 메밀이 0.41%로 가장 낮았고 강원 걸메밀은 1.19%로 가장 많았다.

산성세제 저항섬유와 리그린의 차이로서 구한 셀룰로스 함량은 1.33~2.86% 범위로 경북 쌀메밀이 1.33%로 가장 낮고 강원 걸메밀은 2.86%로 가장 함량이 높았다.

리그린 역시 강원 걸메밀이 1.60%로 가장 높은 값을 나타내었다. 우 등⁴⁾은 울무쌀의 총식이섬유가 2.70%, 울무겨는 13.12%로 섬유소가 대부분 겨층에 들어있음을 보고 했고, 이 등¹⁵⁾은 현미와 백미의 총식이섬유 함량은 각각 6.5%, 3.2%라 했다.

또한 김¹⁶⁾은 메밀의 경우 총식이섬유의 함량이 AOAC법에 의하며 5.39%며 Mongeau method에 의하면 6.09%라 했다.

이 등¹⁷⁾은 과일의 경우 총식이 섬유가 9.4~28.8%, 채소의 경우 26.0~35.7%이었으며 조섬유 함량은 총식이섬유의 12~50%만이 정량 되었다고 한다.

Heller¹⁸⁾는 섬유섬유의 측정에 있어서 입자의 크기, pH, 측정방법 등이 중요한 요인이 된다고 한 바 있다.

2. 식이섬유의 수분결합력(Water binding capacity, WBC)

총식이 섬유와 산성세제 저항섬유의 수분결합력을 측정한 결과는 Table 4와 같다.

총식이섬유의 수분결합력은 2.87~3.88 g H₂O/g TDF로 나타났고 산성세제 저항섬유의 수분결합력은 경북

쌀메밀이 4.62 g H₂O/g ADF이었고 강원 걸메밀, 강원 쌀메밀은 각각 5.08, 5.26 g H₂O/g ADF로 식이섬유의 추출방법에 따라 또는 품종 산지에 따라 수분 결합력에 차이가 이었다.

식이섬유는 물리적, 화학적 특성을 갖고 있고 이들간의 상호작용이 식품에서 특성을 나타내는 것으로¹⁵⁾, Robertson 등¹¹⁾은 수분 보유력이 섬유소의 입자크기와 pH에 영향을 받으며 수침시간이나 교반, 완충용액 및 담즙액의 존재는 수분보유력에 영향을 주지 않는다고 했다.

3. 식이섬유의 철분결합력

총식이 섬유와 산성세제 저항섬유의 내인성 Fe 함량을 측정된 결과는 Table 5와 같다.

TDF의 경우 ADF보다 경북 쌀메밀은 7배, 강원 걸메밀은 9배, 강원 쌀메밀은 4배 이상 많은 Fe을 함유하였는데 TDF의 경우에는 강원 걸메밀이 34.75 ppm으로 가장 많았고, 경북 쌀메밀과 강원 쌀메밀은 각각 32.14, 29.96 ppm으로 나타나 섬유소의 추출방법 및 종류에 따라 무기질의 함량에 상당한 차이가 있었다.

Lee¹⁹⁾ 등은 조리한 pimento bean에서 추출한 중성세제 저항섬유의 Fe함량이 15.92±12.00 ppm이었고 산성세제 저항섬유의 Fe 함량은 5.31+3.25 ppm으로 식이섬유의 추출방법에 따라 차이가 크게 나타났다.

산성세제 저항섬유와 Fe과의 결합정도를 측정된 결과는 Table 6과 같다.

Fe의 결합정도는 pH 5에서 경북 쌀메밀이 79.11%로 가장 높았고 pH 7에서 강원 걸메밀이 33.60%로 가장 낮았다. Fe과의 결합정도는 pH에 크게 영향을 받아 pH 5에서 결합력이 가장 높았으며 강원 걸메밀의 경우에는 pH 5에서도 결합정도가 시료 중 가장 낮아 70.63% 이었다.

우 등⁴⁾도 울무겨에서 추출한 산성 세제 저항섬유의 경우 pH 5에서 Fe과의 결합이 가장 높아 본 실험결과와 일치하며 총식이 섬유의 경우는 pH 변화에 거의 영향을 받지 않았다고 했고 Tompson²⁰⁾은 무기질이 pH가 강한 산성에서 약한 산성쪽으로 올라갈 때 재결합 한다고 한바 있다. 또한 Camire¹²⁾, Thompson²⁰⁾, Reinhold 등²¹⁾은 무기질에 대한 식이섬유의 화학적인 작용은 적어도 3가지의 요인 즉 pH, 섬유소의 type, 가공처리에 의해 영향을 받기 때문에 한가지 결합 성분을 가지고 실시되는 model

Table 2. Analytical Condition of HPLC for Rutin

Apparatus: injector Waters 712 pump Waters 510
Detector: Waters 484
Wavelength: 355 nm
Column: Econsphere C ₁₈ , 5 micron
Mobile Phase: 2.5% acetic acid : Methanol : Acetonitrile = 35 : 5 : 10 (V : V : V)
Flow rate: 1.0 ml/min
Column temp.: 30°C

Table 3. Dietary Fiber Content of Buckweheats

(Unit: %)

Sample	Total dietary fiber	Acid detergent fiber	Non-cellulosic polysaccharides	Cellulose	Lignin
A	3.14	2.47	0.67	1.33	1.14
B	5.65	4.46	1.19	2.86	1.60
C	3.35	2.94	0.41	1.86	1.08

A: Kyungbuk rice buckwheat.

B: Kangwon hull buckwheat.

C: Kangwon rice buckwheat.

Table 4. Water Binding Capacity of Buckwheat Fibers

Sample	Water-binding capacity (g H ₂ O/g DF)	
	ADF	TDF
A	4.62	3.86
B	5.08	2.87
C	5.26	3.88

Table 5. The Content of Endogenous Iron of Dietary Fiber (Unit: ppm)

Sample	ADF	TDF
Kyungbuk rice buckwheat	3.37	32.14
Kangwon hull buckwheat	4.78	34.75
Kangwon rice buckwheat	6.43	29.96

Table 6. Percent of Total Iron bound by Acid Detergent Fibers of Buckweats

Sample	percent of total iron bound		
	pH 5	pH 6	pH 7
A	79.11	78.01	46.16
B	70.63	63.83	33.60
C	77.67	76.33	50.25

system에서 Fe 결합을 통해 여러가지 결합 성분이 존재하는 식품에 대해 적용하여 추측하기는 어려움이 있음을 시사했다.

4. Rutin의 함량

Fig. 2는 Rutin의 high performance liquid chromatogram이며 rutin 함량은 Table 7과 같다.

경북 쌀메밀은 시료와 겨 각각 16.41, 14.24 mg/100 g으로 가장 높은 함량이었고 그 다음은 강원 갈메밀의 함량이 높았고 강원 쌀메밀은 시료와 겨 모두 13.54, 12.13 mg/100 g으로 가장 함량이 낮았다.

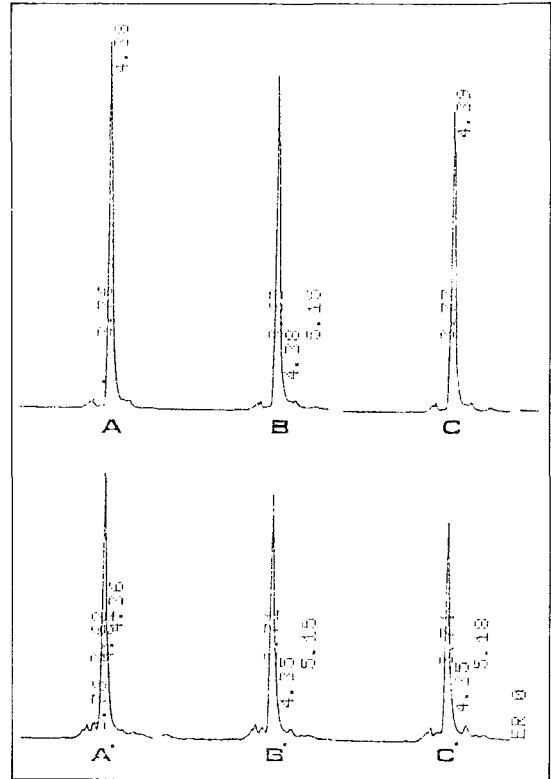
맹 등⁹⁾은 품종이 다른 메밀종자의 rutin 함량을 분석한 바 있는데 재래종 보다는 신농 1호의 함량이 30.40 mg/100 g으로 많고 가식부위인 메밀쌀에 rutin 함량이 높은 신농 1호 여름형의 재배가 바람직하다고 한 바 있다.

또한 김 등¹⁰⁾은 메밀국수의 rutin 함량이 조리시간이 길어질수록 감소한다고 했다.

본 실험에서는 3가지 시료 모두 외피층보다는 알곡에 rutin 함량이 많았으며 겨의 rutin 함량순위는 알곡의 순위와 일치하여 경북 쌀메밀의 함량이 가장 많았다.

또한 저장기간에 따라 rutin이 quercetin으로 분해되었을 가능성도 배제할 수 없어 quercetin의 함량도 비교분석할 필요가 있다고 사료된다.

IV. 결과 및 제언

**Fig. 2. High Performance Liquid Chromatogram of Rutin in Buckweats.**

A: Kyungbuk rice buckwheat
A': Kyungbuk rice buckwheat hull
B: Kangwon hull buckwheat
B': Kangwon hull buckwheat hull
C: Kangwon rice buckwheat
C': Kangwon rice buckwheat hull

메밀의 총식이섬유는 강원 갈메밀의 함량이 가장 높게 나타나 5.65%였고 cellulose, non-cellulosic polysaccharides, lignin 모두 강원 갈메밀의 함량이 높았다.

쌀메밀은 산지에 관계없이 갈메밀보다 수치가 낮아 경북산과 강원산 각각 총식이섬유의 함량이 3.14, 3.35%로 나타났다.

식이섬유의 수분 결합력은 총식이섬유의 경우 2.87~3.88 g H₂O/g TDF로 쌀메밀이 다소 갈메밀보다 높게 나타났으나 산성세제 저항 섬유는 경북 쌀메밀이 4.62 g H₂O/g ADF였고 강원 갈메밀, 강원 쌀메밀이 각각 5.08, 5.26 g H₂O/g ADF로 식이섬유의 추출방법, 품종, 산지에 따라 차이가 있었다.

산성세제 저항섬유가 Fe과의 결합정도는 pH에 크게 영향을 받아 세 시료 모든 pH 5에서 결합정도가 높았으며 pH 증가에 따라 감소하였다.

또한 모든 pH에서 쌀메밀의 Fe 결합정도는 갈메밀의 결합정도보다 높게 나타났으며 경북산과 강원산 쌀메밀

Table 7. Rutin Content of Buckwheats
(Unit: mg/100 g)

Sample		Rutin content
A	groats	16.41
	hulls	14.24
B	groats	16.39
	hulls	13.78
C	groats	13.54
	hulls	12.13

을 비교해 보면 pH 5, 6에서는 경복산이 강원산보다 다소 결합 정도가 높은 것으로 나타났으며 경복산과 강원산 쌀메밀을 비교해보면 pH 5, 6에서는 경복산이 강원산보다 다소 결합 정도가 높은 것으로 나타났다.

메밀의 색소성분인 rutin은 세 시료 모두 외피보다 알곡에 많았으며 경복 쌀메밀의 경우 알곡과 겨 모드 rutin 함량이 가장 많은 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 강원산 곁메밀은 경복산이나 강원산 쌀메밀에 비해 섬유소의 함량은 높았으나 산성세제 저항성 섬유 단위당 Fe 결합정도는 낮아 영양소의 이용 효율면에서 문제는 쌀메밀에서 추출한 섬유소 보다 덜한 것으로 사료되며 rutin의 함량면에서 볼 때 경복산 쌀메밀이 가장 우수한 품종으로 판단되어 앞으로 적절한 이용을 위해 연구가 더 진행되어야 한다고 본다.

참고문헌

1. Prosky, S., Asp, N.G., Furda, I., Dervries, J.W., Schweizer, T.F. and Harland, B.F., Determination of total dietary fiber in foods and food products, *J. Assoc. Off. Anal. chem.*, **68**: 677 (1985).
2. Estwood, M.A., Kirkpatrick, J.R., Mitchell, W.D., Bone, A. and Hamilton, T., Effect of dietary supplements of wheat bran and cellulose on feces and bowel function, *Br. Med. J.*, **4**: 392 (1973).
3. Robertson, J., Brydon, W.G., Tadesse, K., Wenhaw, P., Walls, A. and Eastwood, M.A., The effect of raw carrot on serum lipids and colon function, *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 1988 (1979).
4. 우자원, 이미숙, 이희자, 김형수, 율무와 염주의 식이섬유, 아미노산 및 지질성분의 비교, *한국식품과학회지*, **21**(2): 269 (1989).
5. Weininger, J. and Briggs, G.M., Bioflavonoids, In *Modern Nutrition in Health and Disease*, Ed. by Goo-

- dhard, R.S. and Shils, M.E., 6th ed., Lea & Febiger, p. 279 (1989).
6. Marshall; H.G., Pomeranz, y., Chapter, G., Buckwheat description. breeding production and utilization In Volume 5, *Advances in Cereal Science and Technology*, Am. Ass of Cereal Chem., p. 157 (1982).
7. 김복남, 박혜경, 권태봉, 맹영선, 메밀국수의 루틴함량 분석, *한국식품과학회지*, **7**(1): 61 (1991).
8. 박수선, 메밀의 성장시 rutin 함량변화, *숙대논문집*, **4**: 325 (1964).
9. 맹영선, 박혜경, 권태봉, 메밀 및 메밀식품에서의 루틴 함량분석, *한국식품과학회지*, **22**(7): 732 (1990).
10. AOAC, Official Method of Analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Weshington, D.C. (1984).
11. Robertson, J.A. and Eastwood, M.A., An investigation of the experimental conditions which could affect water-binding capacity of dietary fiber, *J. Agric. Food sci.*, **32**: 819 (1981).
12. Camire, and A.L. and Clydesdale, F.M., Effect of pH and heat treatment on the binding of Ca, Mg, Zn, and Fe to wheat bran and fractions of Dietary Fiber, *J. Food Sci.*, **46**: 548 (1981).
13. Park, G.L., Avery, S.M. Byers, J.L. and Nelson, D.B., Identification bioflavonoids from citrus, *Food Technol.*, **36**(12): 98 (1983).
14. Ohara, T., Ohinata, H., Muramatsu, N. and Matsuhashi, T., Determination of rutin in buckwheat foods by high performance liquid chromatography, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **36**: 114 (1989).
15. 이희자, 변시명, 김형수, 현미와 백미의 식이섬유에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **20**(4): 576 (1988).
16. 김은희, 일부 한국산 식품에서의 식이섬유소 함량 측정을 위한 분석방법의 비교, *고려대학교 대학원 식품공학과 박사학위 논문* (1991).
17. 이경숙, 이서래, 과일채소 중 식이섬유의 분석법 검토 및 함량분석, *한국식품과학회지*, **19**(4): 317 (1987).
18. Heller. S.N. Rivers, J. M. and Hackler, L. R. Dietary Fiber: The effect of particle size and pH on its measurement, *J. Food. Sci.*, **42**(2): 436 (1977).
19. Lee, K. and Garcia-Lopez, J. S., Iron, zinc, copper, and magnesium binding by cooked pimento bean (*Phaseolus vulgaris*): neutral and acid detergent fiber, *J. Food Sci.*, **50**: 651 (1985).
20. Thompson, S.A. and Weber, C.W., Influence of pH on the binding of cooper, Zinc and iron in six fiber sources, *J. Food Sci.*, **44**: 752 (1979).
21. Reinhold, J.G., Garcia-Lopez, J.S. and Garzon, P., Binding of iron by fiber of wheat and maize, *Am J. Clin. Nutr.*, **34**: 1984 (1981).