

HPLC를 이용한 식품의 ascorbic acid 함량의 분석과 조리에 의한 변화

Analysis of ascorbic acid contents in raw, processed,
and cooked foods by HPLC

한국식품연구소
책임연구원 계승희
연구원 이주돈
서울대학교 가정대학 식품영양학과
교수 백희영

Korea Advanced Food Research Institute
Senior Researcher: Kye, Seung Hee
Researcher: Lee, Joo Don
Dept. of Food & Nutrition, Seoul University
Associate Professor: Paik, Hee Young

〈목 차〉

- | | |
|---------------|--------|
| I. 서론 | IV. 결론 |
| II. 실험재료 및 방법 | 참고문헌 |
| III. 결과 및 고찰 | |

〈Abstract〉

The ascorbic acid contents of 101 food items were analyzed by HPLC to provide database to estimate dietary intakes of ascorbic acid of Korean. Foods with high contents of ascorbic acid were green vegetables, citrus fruits, strawberry, kiwi, and fruit juices. This analysis data of ascorbic acid contents in some food items showed significant deviations compared with other Food Composition Table. Ascorbic acid contents in soups were lower than those of raw foods by about 57%. The ascorbic acid contents in blanched or seasoned after blanching vegetables and boiled or steamed meals turned out to be decreased by about 52.3% and 47.5%, respectively, but the degrees were varied with the kind of foods as well as cooking methods. The ascorbic acid intakes from 18 most frequently consumed meals in Korea were

determined to be about 1/2 of Food Composition Table according to this analysis data. The results showed the importance of accurate food database in assessing nutrient intake levels of population.

I. 서 론

우리나라 식품성분표^{1,2)}에는 식품의 영양소 함량이 조리전 가식부 100g 당 함량으로 계산되어 있으므로 조리 중에 파괴되기 쉬운 ascorbic acid의 섭취량을 계산하기에는 부적절하다. 또한 sample처리 및 분석 방법도 그 함량에 영향을 미치는데, 현재의 식품성분표에는 ascorbic acid 분석 조건과 방법이 명시되어 있지 않다.

Ascorbic acid는 산용액에서는 비교적 안정하나 중성 또는 알칼리 용액에서는 가열이나 산화로 쉽게 파괴되므로 조리과정에서의 파괴율이 높은 것으로 알려져 있다. 따라서 ascorbic acid의 섭취량을 조사하기 위해서는 조리 재료 자체의 함량보다는 조리가 완료된 상태에서의 함량을 알아야 한다. 식품의 ascorbic acid 함량을 측정하는 데에는 2,4-Dinitrophenylhydrazine(DNP)을 사용한 비색분석법이나 Indophenol 적정법³⁾이 많이 이용되고 있으나 최근에는 High Pressure Liquid Chromatography (HPLC)를 이용한 방법이 정확도가 높은 것으로 평가되고 있다.

본 연구는 우리나라에서 많이 섭취되고 있는 상용 식품과 조리에 의하여 만든 음식의 ascorbic acid 함량을 High Pressure Liquid Chromatography 법으로 분석하여 우리나라 사람들의 ascorbic acid 섭취량 산정에 이용할 수 있는 기초자료를 마련하기 위하여 수행되었다.

II. 실험재료 및 방법

1. 식품의 선택과 조리

우리나라에서 많이 섭취하는 과일과 야채를 위주로 생 식품 56종, 가공 식품 10종, 그리고 이들을 이용하여 만든 조리식품 35종 등 총 101 종의 ascorbic

acid 함량을 분석하였다. 분석에 사용된 식품재료는 서초동 진로도매센터내 슈퍼마켓에서 신선한 것으로 구입 후 저장하지 않고 즉시 시험용액을 제조하였다. 조리방법은 윤⁴⁾의 한국음식에 대한 recipe를 참고로 하여 계¹⁸⁾의 논문에 제시된 방법대로 조리하였다. 대략 속채류는 재료를 끓는 물에 2~5분간 데친 후 건져 양념을 하여 나물을 무쳤으며, 볶음류는 식품 조직의 단단한 정도에 따라 조리시간을 조금씩 달리 하여 재료가 충분히 익도록 하였고, 튀김류는 기름의 온도 180℃에서 2~3 분간 튀겨내었다. 국은 일반적으로 다른 조리법보다 조리시간이 길었는데 중간불에서 국물이 끓을 때 야채를 넣고 야채가 충분히 익을 때까지 끓인 후 분석에 사용하였다.

2. 시료 용액의 조제와 분석

검체에 따라 약 10g을 취하여 정확히 무게를 측정 한 다음 동량의 6% 메타인산과 함께 분쇄기에 넣고 분쇄한 후 일정량을 정확히 취하여 100ml 메스 플라스크에 넣고 6% 메타인산으로 채워 100ml로 하였다. 이것을 정성용 여지(Toyo No 2)로 여과한 다음 membrane filter(0.45 μ)로 재여과한 후 여액 10 μ 를 HPLC에 주입하여 ascorbic acid의 함량을 측정하였다. 최종 시료용액⁵⁾의 ascorbic acid 농도수준은 1-15ppm의 범위였다.

Ascorbic acid 함량 분석¹⁷⁾에 사용된 기기는 HPLC (Model No. 440, Waters Associates, USA) 이었으며, UV Detector(254nm)를 이용하여 검출하였다. 사용된 column은 μ -Bondapak C₁₈이었으며, PIC Reagent A가 첨가된 3차 증류수를 용매로 0.7ml/min의 속도로 분리하였다. 식품에 ascorbic acid를 첨가하여 측정 한 회수율은 99~102%였다.

3. 한국인의 주요 상용식품의 ascorbic acid

우리나라 사람들이 자주 섭취하는 음식의 ascorbic acid 함량을 알아보기 위하여, 1988년과 1989년 우리나라 국민영양조사에서 국민들이 전국적으로 비교적 많이 섭취하는 것으로 나타난 상용음식⁶⁾ 18종에 대하여 가구당 1일 평균 섭취량과 이에 함유된 ascorbic acid의 양을 계산하였다. 기존식품성분표²⁾와 본 연구 자료를 이용하여 계산한 후 각각 비교하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

주요 상용식품과 음식의 ascorbic acid 함량을 분석한 결과는 <Table 1>에 제시되었다.

본 연구의 분석결과 삶은감자와 감자튀김, 녹황색 채소류에서는 풋고추, 아욱, 피망, 담색 채소류에서는 말린 붉은 고추, 양배추와 연근의 ascorbic acid 함량이 많았다. 감귤류, 딸기, 키위와 파인애플쥬스, 오렌지쥬스의 ascorbic acid 함량도 많은 것으로 분석되었다.

감자튀김은 ascorbic acid 함량이 생 감자에 비해 높은 증가율을 보여 무려 40.96mg/100g 이나 되는 것으로 나타나 수분의 감소에 따른 상대적 증가인 것으로 사료된다. Augustin 등⁷⁾은 potatoes chips의 ascorbic acid 함량을 20.2mg/100g으로 보고하였다. 그러나 Jean과 Helen,⁸⁾ 그리고 FAO⁹⁾에서는 감자 튀김의 ascorbic acid 함량을 각각 0.17mg/100g, 6.0mg/100g으로 발표하였으며, 日本 四訂食品成分表¹⁰⁾에 제시된 ascorbic acid의 함량은 15mg/100g 이었다. 그러나 이와는 달리 우리나라 식품 성분표¹²⁾에서 제시한 감자튀김의 ascorbic acid 함량은 0으로 보고되고 있어 분석 함량에 대한 정확한 재검토가 요구된다.

녹황색 채소류는 채소의 종류에 따라 다소 함량의 차이는 있지만 일반적으로 타 식품보다 ascorbic acid 함량이 많은 것으로 알려져 있다. 시금치는 타 연구 결과^{1,2,8-15)}인 39.9-67.5mg에 비해 본 연구에서 ascorbic acid 함량이 더 적었는데 20 여번의 반복 실험과 2, 4-dinitro-phenylhydrazine 정량법³⁾으로 비교 실험한 결과에서도 ascorbic acid 함량은 약 3mg/100g 정

도로 매우 적었다. 이는 아마도 시금치의 구입 및 분석 기간이 여름으로 장기간의 유통 기한과 부적합한 보관 온도로 인해 ascorbic acid의 파괴율이 높았기 때문일 것으로 생각된다.

본 연구에서 분석한 식품 중 농촌진흥청 농촌영양 개선연수원에서 펴낸 식품성분표²⁾의 결과와 비교가 가능한 품목 62종에 대하여 ascorbic acid 함량 차이의 평균치를 <Table 2>에 정리하였다. 본 분석 결과 보다 50% 이상 함량이 많았던 식품은 29종이었던 반면, 함량이 50% 이하로 적었던 식품은 6종으로 훨씬 적은 것으로 나타나 기존의 식품 성분표를 이용하여 ascorbic acid의 섭취량을 산정할 경우 과대 평가될 가능성이 많은 것으로 생각된다.

식품을 음식으로 조리한 경우 ascorbic acid 함량의 감소율을 <Table 3>에 제시하였다. 스팀을 이용한 조리법, 즉 데쳐 먹는 나물이나 국으로 끓이는 경우 상당량이 손실되는데 조리법 중에서도 국의 경우에는 그 손실되는 정도가 56.9%로 매우 컸으며, 경우에 따라 ascorbic acid 함량이 검출되지 않은 음식도 있었다. 야채를 데쳐서 양념으로 무쳐먹는 나물과 찜류도 ascorbic acid 함량의 감소는 심해서 시금치 나물의 경우에는 그 양이 검출되지 않았고 다른 나물류에서도 원재료의 ascorbic acid 함량의 0-91.1%에 속하는 수치를 나타냈다. 그러나 생채류에서는 식품에 따른 ascorbic acid 함량의 차이가 심하지 않았다. 따라서 채소류의 경우 ascorbic acid 섭취 증가를 위해서는 가능한 채소의 가열 처리시 높은 온도에서 단 시간 내에 조리하는 것이 ascorbic acid 함량 보존에 좋을 것이다. 김¹³⁾은 조리 방법에 따른 시금치나물의 ascorbic acid 함량 변화에 관한 연구에서 온도와 시간별 실험의 결과로 볼 때 100℃에서 1분간 데친 경우 ascorbic acid 함량의 잔존율이 가장 컸다고 보고하였다. 나물류를 조리할 때는 가능한 단시간 내에 데쳐 무쳐 먹는 것이 바람직하다고 생각된다.

콩나물도 원재료에서는 ascorbic acid 함량이 332mg/100g이었으나 콩나물 무침에서는 약 50%의 감소율을 보였으며 콩나물 국에서는 전혀 검출되지 않았다. 임¹⁶⁾은 콩나물의 ascorbic acid 함량을 분석한 결과 생 재료에서는 17.31mg/100g, 데쳤을 때는 9.08mg/100g으

〈Table 1〉 Contents of ascorbic acid in foods.

(mg/100g edible portion)

Foods	ascorbic acid contents	Foods	ascorbic acid contents
Potatoes and starches		Light vegetables	
Potatoes, raw (감자)	25.49±0.99	Kkakduki (seasoned cubed radish roots) (깍두기)	7.75±0.25
Boiled (감자, 삶은것)	21.34±0.36	Mungbean sprout, raw (숙주)	5.43±0.48
Sauted (감자볶음)	6.87±0.60	Blanched, seasoned (숙주나물)	0.79±0.02
Boiled with soya sauce (감자조림)	15.94±0.35	Cabbage, raw (양배추)	41.40±0.86
Deep fried (감자튀김)	40.96±0.11	Lotus root, raw (연근)	35.46±2.82
Sweet Potatoes, raw (고구마)	14.26±0.09	Boiled with soya sauce (연근 조림)	19.78±0.00
Steamed (찐 고구마)	10.02±0.26	Yolmu, raw (열무)	30.76±1.66
Deep fried (고구마튀김)	10.01±0.74	Yolmu Kimchi (열무 김치)	17.91±0.77
Green vegetables		Nabak Kimchi (나박 김치)	4.63±0.60
Green pepper, raw (풋고추)	63.35±1.95	Fruits	
Chard, raw (근대)	8.72±0.70	Lemon, whole fruit without seeds (레몬)	50.20±2.17
Soup (근대국)	0.70±0.04	Mandarin orange, Cheju (귤, 제주산)	32.82±0.08
Perilla leaf, raw (갯잎)	17.94±0.35	Orange (오렌지)	61.76±0.46
Seasoned, steamed (갯잎찜)	13.88±1.18	Grapefruit (자몽)	34.06±1.45
Fried (갯잎튀김)	12.19±0.82	Tangerine, canned, unsweetened (귤통조림)	14.72±0.07
Shepherd's purse, raw (냉이)	41.85±1.85	Orange juice (100%) (오렌지 주스)	42.53±9.15
Blanched, seasoned (냉이나물)	8.75±0.00	Orange juice (50%) (오렌지 주스)	38.30±0.42
Soup (냉이국)	5.26±0.11	Strawberry (딸기)	100.26±2.55
Carrot, raw (당근)	2.61±0.24	Kumquat (금귤)	31.28±0.43
Sauted (당근볶음)	N.D.	Kiwi (키위)	42.77±9.22
Blanched (당근, 데친것)	N.D.	Grape, canned (간포도통조림)	9.69±0.07
Bud of aralia, raw (두릅)	7.27±0.40	Persimmon, hard (단감)	52.36±1.28
Blanched (두릅, 데친것)	4.82±0.50	Melon, musk (머스크 멜론)	24.14±0.15
Water cress, raw (미나리)	1.63±0.08	Melon, white (백설 멜론)	N.D.
Blanched, seasoned (미나리나물)	2.09±0.25	Banana (바나나)	1.93±0.16
Cabbage, Korea, raw (배추)	10.46±0.53		
Kimchi, cabbage (배추김치)	10.92±0.53		
Lettuce, improved (상치, 개량종)	11.65±0.72		
Mugwort, raw (쑥)	5.17±0.31		
Soup (쑥국)	0.67±0.02		

〈Table 1〉에서 계속

Foods	ascorbic acid contents	Foods	ascorbic acid contents
Crown daisy, raw (쑥갓)	6.14±0.17	Peach, white fleshed, variety (복숭아, 백도)	1.59±0.09
Blanchéd, seasoned (쑥갓나물)	4.80±0.04	White peach, canned (백도통조림)	0.73±0.04
Spinach, raw (시금치)	2.84±1.88	Yellow peach, canned (황도통조림)	1.42±0.00
Blanchéd, seasoned (시금치 나물)	N.D.	Peach, nectar (복숭아 넥타)	32.46±1.20
Soup (시금치국)	N.D.	Pear (배)	1.49±0.02
Mallow, raw (아욱)	33.72±2.68	Apple, Fuji (사과, 후지)	2.68±0.11
Soup (아욱국)	8.87±0.07	Apple, nectar (100%)(사과넥타)	N.D.
Lettuce (양상치)	1.86±0.06	Watermelon (수박)	11.38±0.00
Cucumber, improved, raw (오이, 개량종)	4.24±0.19	Melon (참외)	5.87±0.33
Seasoned, sauted (오이나물)	2.08±0.26	Pineapple (파인애플)	5.54±0.95
Sweet pepper, raw (피망)	73.18±3.37	Pineapple, canned (파인애플 통조림)	1.11±0.03
Zucchini, improved, raw (호박, 개량종)	12.00±0.27	Pineapple juice (파인애플 쥬스) (including granules, 50%)	66.51±1.79
Seasoned, sauted (호박나물)	14.53±0.36	Papayas (파파야)	2.09±0.47
Light vegetables		Apricot, canned (살구 통조림)	1.62±0.08
Bracken, boiled (고사리)	N.D.	Apricot, nectar (살구 넥타) (including granules, 32%)	N.D.
Boiled, seasoned(고사리나물)	N.D.	Meats	
Red pepper, dried (붉은 고추, 말린것)	217.52±0.00	Cow's liver (소간)	10.39±0.00
Dodok (a kind of white, root, raw) (더덕)	2.28±0.37	Meuniere (소간전)	8.25±0.00
Grilled (더덕구이)	4.27±0.05	Pulses	
Doraji, raw (root of chine bellflower) (도라지)	4.28±0.16	Soybean sprout, raw (콩나물)	3.32±0.08
Seasoned, sauted (도라지 나물)	3.57±0.57	Soup (콩나물국)	N.D.
Garlic, raw (마늘)	16.58±1.35	Boiled, seasoned (콩나물무침)	1.15±0.14
Korean radish large root, raw (조선 무우)	12.17±0.21	Seeds	
Seasoned (무우생채)	9.92±0.84	Chestnuts, raw (밤)	17.37±0.59
Boiled, seasoned (무우나물)	9.30±0.27	Boiled (밤, 삶은것)	10.57±0.90

〈Table 2〉 Comparison of ascorbic acid contents of foods in Food Composition Table by KRNI²⁾ with those of this study.

Range of difference (%)	Number of items	Mean \pm S.D. ^{a)} of differences	Examples of food items
≥ 400.0	7	1138.57 \pm 1033.75	Papayas, Spinach, Water cress, Chard, Pineapple can
200.0~399.9	7	275.71 \pm 52.68	Cabbage (Korea), Lettuce, Carrot, Mugwort, Melon
100.0~199.9	8	168.75 \pm 26.06	Mung bean sprout, Crown daisy Cow's liver, White peach can, Pear
50.0~99.9	7	67.43 \pm 13.90	Kimchi, Kumquat, Steamed sweet potatoes, Chestnuts, Boiled chestnuts
10.0~49.9	13	30.38 \pm 12.07	Apple (Fuji), Kkakduki, Lotus root Yellow peach can, Lemon
Sub total	42	288.50 \pm 559.15	
-9.9~9.9	4	0.50 \pm 4.20	Grape fruit, Red pepper (dried) Shepherd's purse, Strawberry
Sub total	4	0.50 \pm 4.20	
-49.9~-10	10	-37.50 \pm 5.70	Lettuce (improved), Cabbage, Orange-juice, Garlic, Potatoes (boiled)
≤ -50	6	-83.00 \pm 18.11	Potatoes (deep fried), Dodok, Peach-nectar, Grape-can, Persimmon (hard)
Sub total	16	-54.56 \pm 25.42	
Total	62	209.55 \pm 473.03	

a) S.D. : Standard deviation

〈Table 3〉 Changes in ascorbic acid contents of vegetables after cooking.

(unit : %)

Vegetable soup (n = 6)		Blanched and seasoned vegetables (n = 9)		Boiled or steamed vegetables (n = 4)	
Mean of decrease	Range of decrease	Mean of decrease	Range of decrease	Mean of decrease	Range of decrease
56.9 \pm 39.6	1.3-100.0	52.3 \pm 30.4	8.9-100.0	47.5 \pm 36.0	18.9-100.0

로 보고하여 본 연구 분석 결과보다는 높은 수준이었으나 역시 50% 정도의 감소율을 보였으며 원재료에서의 함량 차이는 재배 후 판매 유통기한으로 인한 것으로 사료된다.

〈Table 4〉는 우리나라 국민들이 주로 섭취하는 상용음식의 ascorbic acid 섭취량을 기존 식품성분표와 본 연구 분석 자료를 이용하여 계산한 결과이다. 〈Table 4〉의 결과를 살펴볼 때 주요 상용음식 가운

〈Table 4〉 Comparison of ascorbic acid consumption of frequently consumed food items in Korea.

	Food items ^{a)}	Average amounts of consumption ^{b)} (g)	Ascorbic acid contents calculated by this study data (mg)	Ascorbic acid contents calculated by KRNI ^{c)} (mg)
1	Cooked rice	1749.24	0.00	0.00
2	Kimchi, cabbage	189.06	20.65	39.70
3	Cooked rice with barley	157.60	0.00	0.00
4	Soybean sprout soup	153.21	N.D.	16.72
5	Ra Myun, instant	152.94	0.50	0.50
6	Rich soybean paste soup	110.93	11.85	12.70
7	Cooked rice with soybean and kidney bean	110.59	0.00	0.00
8	Sea mustard soup	99.73	0.58	0.35
9	Milk, liquid	85.54	0.00	0.00
10	Kimchi soup	67.03	4.74	19.25
11	Beef soup	64.84	4.60	6.11
12	Dried cabbage soup	62.42	11.65	18.98
13	Cooked rice with cereals	45.27	0.00	0.00
14	Frozen Allaska pollack soup	38.68	2.05	2.80
15	Cooked rice covered with laver	37.45	0.85	3.07
16	Potato soup	36.79	8.57	6.50
17	Cabbage soup	35.50	0.41	0.37
18	Korean radish large root soup	35.19	3.96	5.87
Total		3232.01	70.41	132.92

a) adapted from the report of the Korean Advanced Food Research Institute⁶⁾

b) by one household per day

c) from Food Composition Table published by Korean Rural Nutrition Institute²⁾

데 본 연구와 기존 식품성분표 간에 ascorbic acid의 함량 차이가 많았던 식품의 종류가 많이 포함되지는 않았으나, 이 18종의 음식으로부터 섭취되는 총 ascorbic acid의 양은 농촌진흥청 식품성분표를 사용했을 때가 본 연구결과를 사용했을 때에 비하여 88% 가량 더 높게 나타났다. 그리고 ascorbic acid 섭취량의 차이에 큰 영향을 미친 음식은 배추김치, 콩나물국, 김치찌개, 시래기국 등이었다.

IV. 결 론

상용 식품 101종의 ascorbic acid 함량은 주로 채소류와 과일류에서 많았는데, 감자류에서는 삶은감자와 감자 튀김, 녹황색 채소류에서는 풋고추, 아욱, 피망, 담색 채소류에서는 말린 붉은 고추, 양배추와 연근의 ascorbic acid 함량이 많았다. 감귤류, 딸기, 키위 등의 과일류 및 과일 가공품인 파인애플 주스와 오렌지 주스의 ascorbic acid 함량도 많은 것으로 분석되었다.

기존의 식품성분표에서 본 분석 결과보다 ascorbic acid 함량이 $\pm 50\%$ 이상 차이가 나타난 식품들은 35종이었다.

채소류의 ascorbic acid는 국에서 평균 56.9%의 감소율을 나타내었으며, 데치거나 데친 후 양념으로 무친 나물류에서는 평균 52.3%, 끓이거나 찐 음식에서는 평균 47.5%의 감소율을 보였는데, 조리 방법에 따른 감소가 비교적 컸으며 채소의 종류에 따른 차이도 큰 것으로 나타났다.

본 연구의 분석 결과를 적용할 때 우리나라 사람들이 많이 섭취하는 음식 18종에 함유된 ascorbic acid의 함량은 농촌진흥청 식품성분표에 비하여 약 88%가 낮았다. 이러한 차이가 우리나라 사람들의 ascorbic acid 섭취에 미치는 영향은 좀 더 장기간과 폭넓은 식품 섭취 조사의 연구를 통해서 검토되어야 할 것으로 사료된다.

【참 고 문 헌】

- 1) 한국 인구 보건 연구원, 한국인 영양 권장량(제 5 차 개정), 1991.
- 2) 농촌 진흥청 농촌 영양 개선 연수원, 식품 성분 표(제 4 개정판), 1991.
- 3) 한국 식품 공업 협회, 식품공전, p.509, 1991.
- 4) 윤서석, 한국음식, p.519, 수학사, 서울, 1986.
- 5) Sood, S.P., Sartori, L.E., Wittmer, D.P., and Haney, W.G., High pressure liquid chromatographic determination of ascorbic acid in selected foods and multivitamin products, *Anal Chem* 48(6): 796, 1976.
- 6) 한국식품연구소, 국민 영양 조사 방법 개선 방안 연구 (Ⅲ): 식품 소비형태 파악, 1991.
- 7) Augustin, J., Beck, C., and Marousek, G., Quantitative determination of ascorbic acid in potatoes and potato products by high performance liquid chromatography, *J. Food Sci.* 46: 312, 1981.
- 8) Jean, A.T.P., and Helen, N.C., Food values of portions commonly used, Harper & Row Publishers, 1985.
- 9) Food and agriculture organization of the united nations, Food composition tables for the near east, Rome, 1982.
- 10) 科學技術廳資源調査會, 四訂食品成分表, 女子營養大學出版部, 1990.
- 11) 히토目でわかる, 日常食品成分表, 講談社, 1986.
- 12) 김행자, 채소의 ascorbic acid 함량과 조리 방법, 대한가정학회지, 9 (2): 34, 1971.
- 13) 김양희, 시금치 나물의 조리 방법에 따른 비타민 C 함량의 변화에 관한 연구, 대한 가정학회지 11 (1): 44, 1973.
- 14) Wills, R.B.H., Wimalasiri, P., and Greenfield, H., Liquid chromatography, microfluorometry, and dye-titration determination of vitamin C in fresh fruit and vegetables, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 66 (6): 1377, 1983.
- 15) Wimalasiri, P., and Wills, R.B.H., Simultaneous analysis of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in fruit and vegetables by high-performance liquid chromatography, *J. Chromatogr.* 256: 368, 1983.
- 16) 임명희, 국 종류가 소채 함유 vitamin C 가열 파괴에 미치는 영향, 대한가정학회지 6 (6): 900, 1968.
- 17) Macrae, R., HPLC in food analysis, p.218, Academic Press, New York, 1982.
- 18) 계승희, 한국 여대생의 철분과 비타민 C 영양상태 평가 및 이에 영향을 미치는 요인 분석, 숙명여자대학교 박사 학위 논문, 1992.