

한국인 상용식품중의 리보플라빈 함량추정에 관한 문제점

임화재 · 윤진숙

계명대학교 식생활과

The Problem on Riboflavin Content Inference of Common Foods for Korean

Wha-Jae Lim and Jin-Sook Yoon

Dept. of Food and Nutrition, Keimyung University, 705-701, Korea

Abstract

In order to study on the riboflavin content of common foods for Korean and the rates of destruction of riboflavin during cooking, 26 kinds of the foods were selected and 3 kinds of menu were cooked by standardized method. For each food item and menu, riboflavin content was measured by AOAC method. The experimental values of 13 kinds of foods such as rice, oak mushroom, carrot, squarsh, tangle, dried large anchovy, apple(Fuji), dried laver, ramyun, pork, soybean curd, fried soybean curd and danmugi were almost consistent with food composition values. Whereas, those of 12 kinds of foods such as cabbage, onion, potato, kimchi, beef, sausage, dried medium anchovy, hair tail, soybean paste and egg were considerably different from food composition table values. Up to now, Alaskan pollack, maize loaf bread, hamburger bread etc. have not been analyzed in food composition table. The rates of retention of riboflavin in menu 1, 2 and 3 cooked by standardized method were 24%, 69%, 46%, respectively. The overall retention rate was in inverse proportion to the time of sunlight exposure during cooking.

서 론

식품성분표는 국가의 식품수급계획을 세우는데 기초자료로 쓰일 뿐만 아니라 국민영양 및 식생활개선연구지도, 산업체 및 학교급식, 일반가정의 식단작성에 이르기까지 필수적인 자료이므로 각 영양소별 분석치는 정확성과 식품종류의 풍부성이 절대적으로 요구된다. 우리나라에서는 식품성분표가 1970년에 최초로 발간된 이래 보다 정확하고 충실했던 식품성분표를 발간하고자 많은 노력을 기울여 1986년에는 제3개정판이 발간되었다. 그러나 가용식품의 다양화추세나 외국의

식품성분표에 비해 분석된 식품종류가 한정되어 있고, 3차례의 개정을 통해서도 기존의 분석치가 재검토되지 않아 정확성이 문제시되는 경우가 적지 않음을 발견하게 된다. 또 식품별 조리전후의 영양소함량등이 세분화되어 있지 않고 거의가 조리전의 분석치이므로 정확한 영양소섭취량을 파악하는데 미진한 점이 많다. 그러므로 현재의 식품성분표에 의거하여 영양소섭취량을 산출하는 식이섭취조사법의 경우 특히 비타민의 정확한 섭취량을 반영하는지의 여부는 기본적으로 검토되지 못하였다.

리보플라빈은 지난 20년간의 여러 식이섭취설

태연구결과 매우 문제시 되는 영양소로서 열처리과정에서는 비교적 안정하지만 O_2 와 광선에 노출되었을 때 매우 쉽게 파괴되는 수용성 비타민임을 감안할 때 한국의 전통적 조리과정에서의 손실은 상당하리라고 예측되지만 지금까지 조리과정중의 손실에 관한 자료로선 송¹⁾의 연구와 백·김²⁾의 우유와 유제품의 리보플라빈 함량 및 일광노출시의 변화율에 관한 연구가 있을 뿐이다. 그러므로 리보플라빈의 식품중 함량 및 조리에 의한 함량변화에 대한 계속적인 기초조사연구가 절실히 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 한국인 리보플라빈 일일필요량을 산출하고 합리적인 권장량을 설정하고자 하는 인체대사실험의 기초작업으로 영양섭취량 계산의 정확성을 기하고자 실시되었는데, 실험식이에 선정된 26종의 한국인 상용식품의 리보플라빈 조리전 함량과 3종류 식단의 조리에 따른 손실율을 측정하였으며, 분석치를 국내, 미국, 일본의 식품성분표와 비교하여 계속되는 식품성분표 작성연구에 기초자료로서 보탬이 되고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 식품들은 대구시내 백화점 및 일반시장에서 일괄 구입하였고 조리과정을 표준화하여 재료의 차이 혹은 조리과정에 의한 실현오차는 가급적 줄이도록 하였다.

방법

식품중의 리보플라빈 함량은 AOAC법³⁾에 의해 fluorometer로 측정하였다. 조리과정을 제외한 모든 과정에서 빛의 노출을 피했으며 모든 시료는 냉장보관을 하였다.

재료처리

3일분 식단에 사용된 26종의 식품은 각각 각식부분을 일정량씩 취해 잘게 분쇄하여 일정량의 증류수와 함께 blender에 넣어 잘 균질화 시킨 후 전체무게를 측정하였다. 또 각 식단마다의 조리

과정중의 손실율을 측정하기 위해 표준화된 조리과정을 거친 후 각 식품에 대해 사용한 것과 동일한 방법으로 처리하였다.

분석용 시료의 조제

균질화된 시료 20g을 취해 증류수로 100ml로 정용, 희석한 후 125ml 삼각플라스크에 옮겨 저으면서 10N 염산1ml를 첨가하고 플라스크 위면을 안투미늄호일로 가볍게 둘러싸여 15 lbs 압력, 121~123°C 조건에서 30분 autoclave한 후 얼음위에서 서 있다. 석회 시료를 저어주면서 1N NaOH로 pH 6.0으로 조절하였다가 다시 곧 1N 염산으로 pH 4.5로 맞추어 10,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 Whatman 41 ashless 여과지로 상정액을 여과시켰다. 여과된 상정액에 1N 염산을 첨가하여 용해된 단백질을 점검하였다. 즉 침전물이 없는 경우 저으면서 1N NaOH로 pH 6.6으로 조절하고 침전물이 생성되면 1N 염산로 pH 4.5로 조절한 후 원심분리, 여과, 단백질 점검 과정을 되풀이하였다. 이러한 과정을 거친 후 여과액 50ml를 취해 100ml로 희석하였다.

리보플라빈 측정

환원제 sodium hydrosulfite($Na_2S_2O_4$)를 이용한 직접적 형광측정법으로 47B & 2A(1° filter=440 nm), 2A & 12(2° filter=565nm)를 사용하여 Turner Fluorometer로 형광도를 측정하였으며 표준풀의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

결과 및 고찰

한국인 상용식품의 리보플라빈 함량

본 실험에 선정된 한국인 상용식품 26종중의 리보플라빈 함량을 분석한 후 실험치를 국내 식품성분표^{4), 5)}상의 수치와 비교하여 본 결과는 Table 1~3과 같다.

식품성분표상의 수치와 일치하는 식품

1985년 제4차 개정 한국인 영양권장량에 수록된 식품분석표와 1986년 제3개정판 식품성분표를 참고로 하였을 때 Table 1에 수록된 쌀, 표고버섯, 당근, 호박, 미역, 다시멸치, 후지사과, 김, 라

Table 1. Food items of which experimental riboflavin values are consistent with food composition table values

Food items	Food composition table (mg/100g)		Experimental data (mg/100g)
	1) *	2) **	
Rice	0.05	0.05	0.055
Oak mushroom, dried	1.23	1.23	1.160
Carrot	0.09	0.05	0.043
Squash	0.06	0.07	0.054
Tangle	0.37	0.37	0.301
Dried anchovy, large	0.06	0.06	0.064
Apple(Fuji)	0.01	0.01	0.016
Dried laver	2.19	2.22	2.080
Ramyun	0.08	0.08	0.093
Pork	0.12	0.11	0.133
Soybean curd	0.02	0.03	0.017
Fried soybean curd	0.02	0.03	0.043
Danmugi	0.01	0.01	0.018

* The fourth edition Recommended Dietary Allowances for Koreans(1985)⁴⁾** The third edition Food Composition Table(1986)⁵⁾

Table 2. Food items of which experimental riboflavin values are not consistent with food composition tables values

Food Items	Food composition table (mg/100g)		Experimental data (mg/100g)	American food composition table ⁶⁾ (mg/100g)	Japanese food composition table ⁷⁾ (mg/100g)
	1) *	2) **			
Cabbage	0.43	0.43	0.020	0.055	0.05
Onion	0.15	0.15	0.02	0.04	0.01
Potate	0.25	0.04	0.038	0.04	0.03
Kimchi	0.06	0.06	0.01		
Beef	0.63	0.63	0.11	0.32	0.1~0.3
Sausage		0.18	0.048		
Dried anchovy, medium	1.02	1.02	0.150		0.3
Hair tail	0.20	0.13	0.071		0.13
Soybean paste	0.22	0.20	0.08		0.12
Egg	0.30	0.30	0.048	0.30	0.48

* The fourth edition RDA for Koreans(1985)

** The third edition Food Composition Table(1986)

면, 돼지고기, 두부, 유부, 단무지 등 13종의 식품들은 본 실험치와 국내 식품성분표상의 수치가 거의 일치하였다.

식품성분표상의 수치와 차이가 나는 식품

그러나 Table 2에 수록된 양배추, 양파, 감자, 멀치, 배추김치, 쇠고기, 된장, 갈치, 소세지,

계란등 10가지 식품들은 본 실험치와 식품성분 표치간에 차이를 보이는 식품들이다. 이러한 식품들의 리보풀라빈 함량에 관해 일본이나 미국의 식품성분표치^{6,7)}를 참고로 비교하면서 자세히 살펴 보면 다음과 같다.

먼저 양배추, 양파, 감자의 경우 일상식탁에서 자주 보이며 리보풀라빈 함량이 비교적 높은 것으로 분석되어 있어 리보풀라빈의 좋은 금워으로 저급까지 인식되어 온 식품들이다. 그러나 본 실험에 의한 리보풀라빈 수치는 국내 식품성분 표치와 큰 차이를 보여 식품성분표치가 본 실험치보다 양배추는 21.5배, 양파는 7.5배, 감자는 6.6배나 높았다. 양배추의 국내 식품성분표치 0.43 mg/100g-가식식품(이하 단위 생략함)은 미국 식품성분치 0.055, 일본 식품분석치 0.05와도 상당히 큰 차이를 보이며, 양파의 국내 식품성분 표치 0.15도 미국 식품분석표치 0.04, 일본의 식품분석표치 0.01과는 많은 차이가 있다.

한편 감자의 국내 식품성분표치는 출처에 따라 상당한 차이를 보여 제4차 개정 한국인 영양권장량(1985)에 수록된 수치는 0.25인 반면 제3개 정판 식품성분표(1986)상의 수치는 0.04로서 본 실험치 0.038, 미국 식품분석치 0.04, 일본 식품 분석치 0.03과 비슷하다. 그러므로 제4차 개정 한국인 영양권장량의 수치를 이용할 경우 정확성이 부족할 수 있겠다.

참고로 본 연구에서는 분석되지 않았으나 상용 전분류 및 채소류중 국내 식품성분표에 리보풀라빈 함량이 비교적 높은 것으로 보고된 밀국수, 녹두나물, 오이, 상치, 시금치등도 미국이나 일본의 분석치와 비교해 볼 때 밀국수 11배, 녹두나물 3.5~5배, 오이 12.5배, 상치 2.3~5.6배, 시금치 1.7배 높은 것으로 조사되었다.

최근 정상식과 채식을 하는 여대생의 영양상태에 관한 이와 백⁸⁾, 최동⁹⁾의 연구에서 리보풀라빈 섭취량은 채식을 하는 여대생이 정상식을 하는 여대생보다 높았다. 그러나 이와 백⁸⁾의 연구에서 리보풀라빈의 생화학적 영양상태를 나타내는 erythrocyte glutathione reductase activity coefficient(EGRAC) 값이 1.2이상인 대상자는 정상군보다 채식군에 더 많았으며 EGRAC값과

보풀라빈 식이섭취량 사이에 유의적인 상관관계가 없었는데, 이러한 결과가 나온 가능한 이유들중의 하나로서 국내 식품성분표의 딸기와 오이함량이 미국의 식품분석표의 함량보다 비교적 높은 점을 지적하였다. 따라서 최근에 재분석되지 않은 상용 전분류 및 채소류의 리보풀라빈 함량에 대한 재조사가 시급히 요청된다고 하겠다.

두번째, 한국의 고유음식인 배추김치를 살펴보면, 이·김등¹⁰⁾의 김치의 숙성중 리보풀라빈 함량변화연구에서 배추를 절이는 소금물의 농도, 절이는 기간, 숙성기간에 따라 리보풀라빈 함량이 다르며 특히 김치 발효초기에 감소하기 시작하여 숙성 20일에 최저치를 보이다가 다시 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 점들을 고려해 볼 때 김치의 숙성상태가 나를 경우 본 실험치와 국내 식품성분표치간에 차이가 있을 것으로 생각되며 김치의 숙성정도에 따른 리보풀라빈 함량의 차이가 식품분석표상에 세부적으로 명시될 수 있도록 보완연구들이 행해져야 할 것이다.

세번째, 육류인 쇠고기 및 육류제품 소세지를 살펴보면, 먼저 쇠고기의 경우 미국 식품분석치는 0.32이며 일본 식품분석치는 종, 부위별에 따라 달라 0.1~0.3이다. 본 실험치 0.11은 일본의 분석치와 비슷한 값이나 국내 식품성분표치 0.63은 미국과 일본의 분석치보다 적어도 2배 정도는 높은 것으로 생각된다.

한편 소세지는 리옹, 블로냐, 비엔나, 위너, 프랑크푸르트, 핫도그등의 종류에 따라 리보풀라빈 함량의 차이가 있는데, 본 실험에 사용된 소세지는 보통 종류의 소세지(상호명: 롯데 살로우만 소세지)로 미국이나 일본의 제품과 비교할 수는 없다. 본 실험치 0.048은 일반형 소세지의 제3개정판 식품성분표치 0.18과는 상당한 차이를 보이며, 참고로 핫도그용 소세지의 식품성분표치 0.03이나 프랑크푸르트 소세지의 식품성분표치 0.06과 비슷하다.

네번째, 어패류인 갈치와 중간 크기의 말린 멸치(깻음용)를 살펴보면, 먼저 갈치의 경우 국내 식품성분표치는 출처에 따라 차이를 보이는데 제4차 개정 한국인 영양권장량(1985)에 수록된 수치는 0.20인 반면 제3개정판 식품성분표(1986)상

의 수치 0.13은 비교적 최근인 1982년에 분석된 값으로 일본의 식품분석치와 일치한다. 본 실험치에 대한 재분석이 앞으로 필요하다고 본다. 한편 말린 멸치는 일본이나 미국의 식품분석표에 분석되어 있지 않으며 본 실험에서 다시용 말린 멸치(大)와 볶음용 말린 멸치(中)을 분석한 결과 다시용 말린 멸치의 경우 국내 식품성분표치 0.06과 본 실험치 0.064가 거의 일치하나 볶음용 말린 멸치는 국내 식품성분표치 1.02는 본 실험치 0.150보다 6.8배나 높은 함량이다. 참고로 잔멸치의 리보풀라빈 함량을 살펴보면 제3개정판 식품성분표상의 수치 0.20은 비교적 최근인 1982년에 분석된 값으로 볶음용 말린 멸치(中)에 대한 실험치 0.150과 비슷한 값이다. 따라서 최근에 재분석되지 않은 채 리보풀라빈 함량이 비교적 높은 값으로 식품성분표에 보고된 볶음용 멸치(中)에 대한 재검토가 필요하다고 볼 수 있다.

다섯번째, 두류 및 그 제품인 된장에 대해 살펴보면, 된장은 간장과 함께 많이 사용되는 조미료로서 가정에서 직접 만든 것과 공장에서 대량 생산되어 판매되는 것으로 크게 구별될 수 있는데 본 실험에서는 시판되는 된장을 구입하여 분석해 본 결과 실험치는 0.08로서 국내 식품성분표치 0.22 혹은 0.20과 큰 차이를 보이는 반면 일본의 된장분석치 0.12와 비슷하였다. 이러한 결과가 나온 원인을 생각해 볼 때 시판된 된장의 맛은 가정에서 만드는 고유된 된장의 맛보다는 일본된장의 맛에 더 가까운 것 같다. 식생활의 간변화, 다양화 추세에 맞추어 국내 식품성분표에 고유재래된장은 분식치뿐만 아니라 시판된장의 분석치도 함께 수록되어야 할 것 같다.

Table 3. Food items missing in food composition table

No. Food Items	Food composition table (mg/100g)		Experimental data (mg/100g)
	1)*	2)**	
1. Alaskan pollack	—	—	0.068
2. Maize loaf bread	—	—	0.160
3. Hamburgur bread	—	—	0.030

* The fourth edition RDA for Koreans(1985)

** The third edition Food Composition Table(1986)

마지막으로 난류인 계란을 살펴보면, 계란을 분석한 본 실험치 0.048은 국내 식품성분표치, 미국 식품분석치 0.30과는 큰 차이를 보이므로 본 실험치에 대한 재분석이 필요하다고 보며 계란의 거품성으로 인해 시료채취과정에 어려움이 있었다.

식품성분표에 없는 식품

Table 3에 수록된 동태, 햄버거, 옥수수식빵은 국내 식품성분표에 없는 식품들이다. 동태는 국이나 전으로 명절이나 평상시에 즐겨 먹는 식품이며 햄버거빵이나 옥수수빵은 식생활의 서구화 추세와 함께 식탁에서 흔히 볼 수 있는 식품임에도 불구하고 몇차례의 개정판을 통해서도 침가되지 않은 점으로 볼 때 분석된 식품종류가 외국의 식품성분표에 비해 아직까지도 한정되어 있음을 알 수 있다. 따라서 식품성분표에는 없으나 그 전부터 상용되고 있었던 식품들과 최근에 먹기 시작한 새로운 식품들을 찾아내 분석하도록 해야 할 것이다.

조리에 따른 리보풀라빈 잔존율

조리과정중의 손실량을 측정하기 위해 8월 중 맑은 날 한낮에 본 대학 조리실에서 Table 4에 제시된 3종류의 식단을 표준화된 조리법에 따라 조리한 후 리보풀라빈 함량변화를 조사하였으며 Fig. 2는 그 결과이다.

Menu 1의 경우 조리과정중 조리실내 광선(햇빛)에 노출된 총시간은 50분으로 리보풀라빈 잔존율은 24%이었고, menu 2의 경우 햇빛에 노출된 총시간은 16분으로 리보풀라빈 잔존율은 69%이었으며, menu 3의 경우 햇빛에 노출된 총시간은 36분으로 리보풀라빈 잔존율은 46%이었

Table 4. Experimental Menu

	Menu 1	Menu 2	Menu 3
Breakfast	Boiled rice	Boiled rice	Toast
	Hair tail	Potato soup	Cabbage salad
	Soybean paste soup	Dried laver	
Lunch	Kimchi	Kimchi	
	Hamburgur	Ramyun	Curry rice
	Orange drink	Egg	Kimchi
Dinner		Kimchi	
	Roasted rice	Boiled rice	Boiled rice
	Fried soybean curd soup	Mushroom & beef	Sea mustard soup
	Danmugi	Fish flake(chon)	Soybean curd
		Kimchi	Dried anchovy
			Kimchi

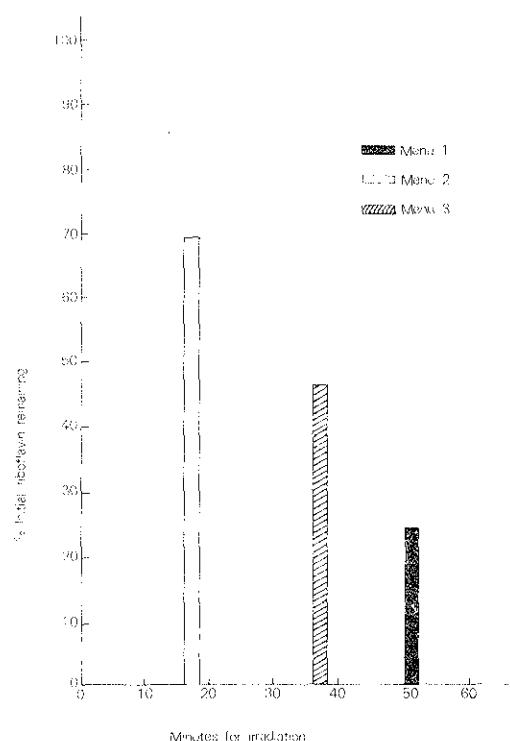


Fig. 1. Relationship of total times for light exposure and riboflavin content in each menu.

다. 본 실험에서 리보플라빈 잔존율은 조리과정 중 햇빛에 노출된 시간과 반비례관계를 보였으며 이러한 결과는 백과 김²⁾의 연구결과와 비슷하다. 실험결과로서 조리과정 중 50분간 햇빛노출시 76 %의 파괴율을 보였는데 백과 김의 연구에서도 일광노출후 처음 60분간의 파괴율이 대단히 커서 폴리체우유를 60분간 일광노출시 77.7%의 파괴율을 보였다. 또 백과 김의 실험기간이 본 실험과 같이 7~8월의 여름철이었는데 Herreid와 Funai¹¹⁾의 연구에 의하면 리보플라빈의 파괴율은 겨울철보다 여름철에 더 크다고 하였다. 한편 본 실험에서 menu 1의 경우 리보플라빈 잔존율이 가장 낮았는데 햄버거, 볶음밥을 조리할 때 사용하는 재료를 잘게 썰어 햇빛과 O₂에 노출되는 단면적이 크고 노출시간도 가장 길었기 때문인 것으로 추측된다.

이상과 같은 결과로 볼 때 조리과정중 재료를 잘게 썰고 광선에 노출되는 급식을 마련할 때 유념해야 할 사항이라 하겠다.

요 약

26종의 한국인 상용식품중의 리보플라빈 조리

전 함량과 3종류 식단을 표준화된 조리법에 따라 조리한 후 조리에 따른 손실율을 측정한 결과 쌀, 표고버섯, 당근, 호박, 미역, 다시년치, 사과, 김, 라면, 돼지고기, 두부, 유부, 단무지등의 13종의 식품은 본 실험치와 식품성분표치가 거의 일치하였다. 그러나 양배추, 양파, 감자, 면치, 김치, 쇠고기, 된장, 갈치, 소세지, 계란등 10가지 식품들의 식품성분표치는 본 실험치 및 일본이나 미국의 식품성분표치와 상당한 차이를 보였다. 동태, 옥수수식빵, 햄버거빵은 제3개정판 식품성분표(1986) 및 제4차 개정 영양권장량(1985)에 수록된 식품분석표상에 분석되어 있지 않았다. 표준화된 조리법을 따른 3종류 식단의 리보플라빈 잔존율은 menu 1 : 24%, menu 2 69%, menu 3 46%로 조리과정 중 햇빛에 노출되는 시간과 반비례관계를 보였다.

이상의 결과로 볼 때 26종의 한국인 상용식품중 본 실험치 및 외국식품성분표치와 상당한 차이를 보이거나 아직까지 분석되지 않은 13가지 식품의 리보플라빈 함량에 대한 세심한 재검토가 요청되며, 리보플라빈 손실율은 조리과정 중 햇빛에 노출되는 시간이 짧수록 그대로 단체급식을 마련시 유념해야 하겠다.

(본 연구는 1988년도 한국과학재단 신진 연구비 과제번호 883-1509-011-1의 일부임)

문 현

1. 송옥선 : 한국조리방법에 의한 비타민류의

- 손실량에 대한 연구(I). 턱성여대논문집 (1), 121, 1972
- 백정자, 김해리 : 우유와 유제품의 riboflavin 함량 및 일광노출시의 파괴율에 관한 연구. 한국영양학회지, 9, 54(1976)
- Association of Official Analytical Chemists : AOAO official methods of analysis 14 edition. Washington, DC, 768(1984)
- 한국인구보건연구원편. 한국인 영양권장량. 제4차개정, 고문사(1985)
- 농촌진흥청 : 식품성분표, 제3개정판, (1986)
- 과학기술청 자원조사회편 : 4개정 일본식품 표준성분표. (1982)
- Phyllis, S. H., Phyllis, S.N. : Basic Nutrition in Health and Disease. Nutritive Values of the Edible Part of Foods. W.B. Saunders Company, Toronto Sydney, 406(1981)
- 이일운, 백희영 : 생화학 측정방법에 의한 우리나라 여대생들의 리보플라빈 영양상태에 관한 연구. 한국영양학회지, 13, 272(1985)
- 최미영, 여정숙, 강명준, 송정자 : 성상식과 채식을 하는 여대생의 영양상태에 관한 연구. 한국영양학회지, 18, 217(1985)
- 이승교, 김화자 : 절임조건별 배추에 의한 김치의 속성 중 riboflavin과 ascorbic acid의 함량변화. 한국영양학회지, 13, 131(1984)
- Herreid, E. O., Ruskin, B., Clark, G. L., and Parks, T.B. : Ascorbic acid and riboflavin destruction and flavor development in milk exposed to the sun in amber, clear, paper and ruby bottles. *J. Dairy Science*, 35, 772(1952)

(1989년 11월 2일 접수)