

牛乳와 乳製品의 Riboflavin 含量 및 日光 노출시의 파괴율에 관한 연구

서울대학교 농과대학 농가정학과*
서울대학교 가정대학 식품영양학과

白 正 子* · 金 解 梨

=Abstract=

Riboflavin in milk and milk products and the destructive effect of sunlight

Jeong-Ja Paik* and Harriet Kim

Department of Agricultural Home Economics, College of Agriculture,
Seoul National University*

Department of Food & Nutrition, College of Home Economics,
Seoul National University

Inadequacy of riboflavin intake among Koreans had been pointed out repeatedly in most dietary and nutritional surveys in Korea. The consumption rate of dairy products has been increasing markedly in recent years. Milk and milk products are known to be a good source of the vitamin which can easily be destroyed by the sunlight. Total riboflavin content of the pasteurized and homogenized milk, both plain and flavored, and the milk products were measured by the Lumiflavin method. It ranged from 62.4 µg riboflavin per 100g of homogenized milk to 195.9 µg for vanilla flavored ice cream. In general milk products in the form of cream contained about three times as much riboflavin as plain milk.

The rates of destruction of riboflavin in chocolate milk and white milk in clear glass bottle and in polyethylene pack were different when measured in 30 min intervals after exposure to bright sunlight for two hours. In the case of the plain milk, the riboflavin content decreased rapidly and remained only about a quarter of the initial value within an hour of the exposure period. The destruction rate slowed down after the first hour of the exposure and resulted about 90% destruction of riboflavin in two hours. The chocolate milk however exhibited a protective effects of the riboflavin from the sunlight. It retained 65% of the initial riboflavin after an hour of the exposure to sun and 55% after two hours.

Two most widely used milk containers, clear glass bottle and polyethylene pack were about equally affected by the sunlight.

I. 緒 論

年의 國民 1日 1人當 우유류의 소비가 0.4 g에서 7.8 g
으로 크게 늘어나 근래 가장 섭취량이 增加된 食品이
라고 보고하였다. 崔²⁾는 서울市內 初·中·高·大學生
을 대상으로 한 조사에서 하루 180 ml를 마시는 사람

韓國에서 우유는 비교적 새로운 食品이나 그 消費增
加 추세는 매우 빠르다. 金³⁾은 1962년을 깃점으로 1968

이 28.7%나 되었고, 어떤 아파트의 경우 家族 1人當

90~270 ml 나 섭취하고 있음이 밝혀졌으나 牛乳의 食品價值에 대한 지식은 거의 보급되어 있지 않다고 지적하였다.

여러 營養調查에서⁹⁾ riboflavin은 권장량에 가장 미달하는 영양소중의 하나로 지적되어 왔다. 1973년도의 國民營養調查¹⁾結果를 보면 riboflavin은 아직도 권장량의 50% 정도를 섭취하는 실정이며 口角炎은 영양결핍증후군의 하나로 많이 지적되어온 터이다.

우유류가 양질의 단백질 뿐 아니라 특히 칼슘의 좋은 給源으로 권장되는데 riboflavin의 給源으로서도 좋은 것을 간과 할 수 없다. 하루 180 ml짜리 우유 두 병을 마시면 7~8세 아동의 1일 비타민 B₂ 권장량⁹⁾의 약 45%를 충족시킬 수 있다. 그런데 牛乳는 riboflavin의 좋은 給源이긴 하나, riboflavin은 햇빛을 받으면 쉽게 파괴되므로 營養素의 損失을 방지하여 경제적인 섭취를 할 수 있도록 노력해야 할 것이다. 즉 市乳를 消費者가 먹기까지 그 유통과정에서 햇빛에 노출될 기회가 없을 것인지 검토해야 할 것이다. 그러나 우리나라에서는 牛乳의 營養素保存에 대한 인식이 깊지 못하므로 現在 널리 보급되어 있는 세가지 市乳의 포장용기와 우유빛 갈색 日光照射의 영향을 調査하고 몇 가지 市乳 및 乳製品의 riboflavin含量을 分析하므로서 營養素保存에 대한 인식을 고취하여 國民營養向上에 조금이나마 도움이 되고자 이 實驗에 착수하였다.

II. 材料 및 方法

本 實驗은 1975년 7월 1일~8월 20일까지 水原의 畜產試驗場 정밀기기 분석실에서 시행되었으며, 供試材料들은 다음과 같다.

1. 實驗材料

1) 試 料

흰색, 커피, 초코우유, 바나나, 딸기우유 등은 X 우유와 Y 우유이고, 水原市內 보급소에서 前日 加工된 것을 構入하였다. 딸기우유는 H 야쿠르트의 것이었고 hard ice cream bar, vanilla soft ice cream 등은 실온에 방치하여 완전히 녹인 다음 자석교반기로 잘 섞어서 試料를 取하였다.

2) 試 藥 및 分析器機

시약은 Standard riboflavin: Merck(獨)제품

Chloroform: Hayashi pure chemical의 特級(日)

Sulfuric acid: Wako pure chemical의 一級(日)

Sodium hydroxide: Wako pure chemical의 一級(日)

Potassium permanganate: J.T. Baker chemical

(美)

Hydrogen-peroxide solution 蔗巨 chemical 特級과 Glacial acetic acid: Wako chemical 一級 等이 사용되었다.

分析器機는 螢光光度計((fluorescence spectro-photometer, hitachi 204)를 사용하였다.

2. 實驗方法

試料中の 총 riboflavin含量은 酸抽出한 후 알카리 용액에서 光分解하여 螢光이 더욱 강한 lumiflavin으로 變化시킨 다음 황록색의 형광을 측정하는 lumiflavin 螢光法^{8,10)}을 시행하였다.

햇빛에 의한 riboflavin의 파괴율은 포장용기의 차이 (clear glass versus poly ethylene pack), 牛乳의 빛깔에 따른 차이 (white milk versus chocolate milk)를 比較하였다.

試料는 180 ml의 병우유 흰것 다섯개, 폴리페 흰우유 다섯개 및 초코렛우유 다섯개를 同時に 構入하였다. 다음 각각 다섯개의 우유를 한데 모아 자석교반기로 5分間 충분히 섞은 후 다시 각각 다섯개의 용기에 채우고 봉하였다.

그 중 한개씩의 試料는 먼저 分析하였고, 나머지 네 개씩은 오전 11:00부터 오후 1:00까지 120분동안 햇빛에 나란히 세워 놓고 노출시키면서 30분 간격으로 들여다 실온의 암실에 두고 分析하였다. 예비시험을 거쳐 本試驗은 모두 두 反復으로 하였다.

또한 빙기, 바나나우유, 딸기우유도 자석교반기로 충분히 섞어서 試料를 채취하였고, hard ice cream bar, vanilla soft ice cream 등은 실온에 방치하여 완전히 녹인 다음 자석교반기로 잘 섞어서 試料를 取하였다.

III. 結果 및 考察

試料를 分析하기 前에 riboflavin standard solution을 만들어 standard curve를 그려본 결과는 Figure 1과 같다. 이는 exciting wave lenght 365 nm, emission wave length 500 nm, sensitive 5, selector 1의 機器 조건에서 3反復의 平均值로 그린 것인데, riboflavin濃度와 emission intensity는 직선적인 관계를 보였다. 또한 試料를 利用한 예비시험 과정에서도 反復間의 시험오차는 거의 없었으나 購入日에 따른 試料의含量에 상당한 변이가 보였다. 이 때문에 本試驗의含量分析值는 예비시험에서 보다 훨씬 적은 것도 있다.

Table 1은 우유 및 유제품의 riboflavin含量을 分析한結果이다. X 제품인 병우유 흰것, 폴리페 우유 흰

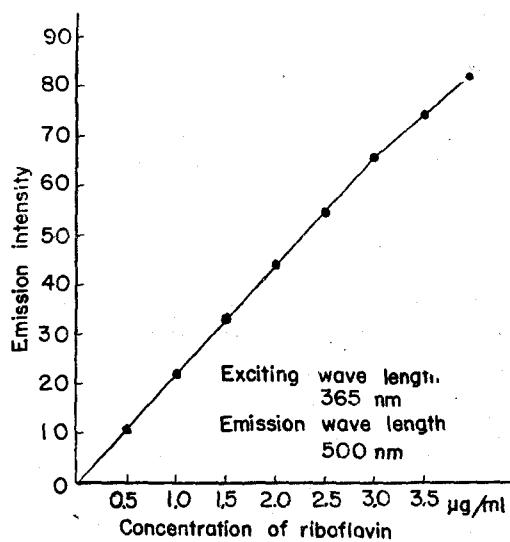


Fig. 1. Standard curve of riboflavin by lumiflavin method.

Table 1. Riboflavin content of milks & milk products

Items	Content ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
White milk (clear bottle)	62.4
White milk (poly pack)	62.4
Chocolate milk (clear b.)	61.5
Coffee milk (poly pack)	62.5
Bananamilk (plastic bottle)	87.7
Strawberrymilk (plastic b.)	89.3
Fermentedmilk	36.2
Hard ice cream bar	130.4
Vanilla soft ice cream	195.9

것, 초코, 커피우유 등은 $91.5 \mu\text{g} \sim 62.5 \mu\text{g}/100\text{g}$ 으로 riboflavin 농도가 서로 비슷했고, Y 제품인 바나나, 딸

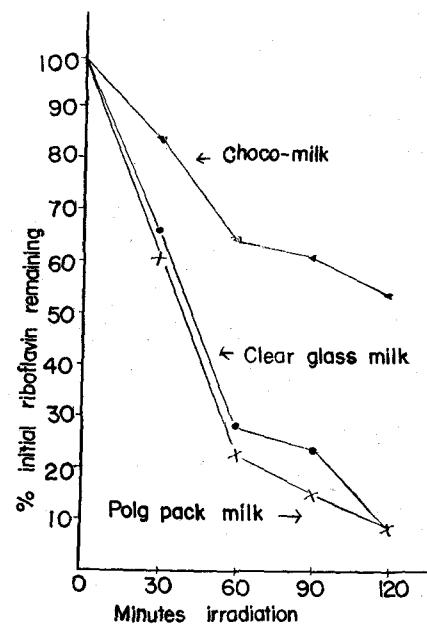


Fig. 2. Riboflavin destruction in plain and chocolate-flavored milk exposed to sunlight.

기우유 등은 각각 $87.7 \mu\text{g}/100\text{g}$, $89.3 \mu\text{g}/100\text{g}$ 으로서 서로 유사한 농도였다. 다음 hard ice cream bar, vanilla soft ice cream 등은 각각 $130.4 \mu\text{g}/100\text{g}$, $195.9 \mu\text{g}/100\text{g}$ 으로서 우유 보다 훨씬 높은 농축된 함량을 보였으며, 반면 발효우유는 $36.2 \mu\text{g}/100\text{g}$ 으로서 우유보다 훨씬 稀釋되어 있었다.

Table 2와 Figure 2는 세 가지 牛乳를 햇빛에 120분간 노출시키면서 30분 간격으로 riboflavin의 함량이 변화되는 것을 추적한 결과이다. 맑은 유리병과 플라스틱 우유는 노출 30분 경과후 이미 그 함량은 $62.4 \mu\text{g}/100\text{g}$ 에서 $41.3 \mu\text{g}/100\text{g}$, $62.4 \mu\text{g}/100\text{g}$ 에서 $37.9 \mu\text{g}/100\text{g}$

Table 2. Emission intensity & riboflavin content of milk exposed to sunlight

Sample	Exposed period (min.)				
	0	30	60	90	120
White milk (clear bottle)	E.I.*	39.0	29.8	15.0	13.0
	$B_2 \mu\text{g}/100\text{g}$	62.4	41.3	17.2	14.6
White milk (polypack)	E.I.	39.0	28.0	12.5	8.5
	$B_2 \mu\text{g}/100\text{g}$	62.4	37.9	13.9	9.5
Choco-milk (clear bottle)	E.I.	39.0	34.8	28.8	28.0
	$B_2 \mu\text{g}/100\text{g}$	61.5	51.3	39.3	37.4

* E.I. Values were taken from 20 ml sample at 500 nm

Table 3. Percent destruction of riboflavin

Sample	Exposed period (min.)				
	0	30	60	90	120
Milk in clear bottle	100%	34.6%	72.4%	76.6%	92.0%
Milk in poly pack	100	39.3	77.7	84.8	91.4
Chocolate milk	100	16.6	36.1	39.2	46.3

100 g 으로 각각 감량되어 이를 市乳가 잠간이라도 햇빛에 노출될 경우 riboflavin의 많은 손실이 있을 것으로 보인다.

Figur 2에서 보는 바와 같이 日光노출후 처음 60분간의 파괴율은 대단히 커서 매 10분마다 흰우유의 경우 약 13%의 감소를 보였고, 그 후는 둔화되는 경향을 보였다. 또한 초코렛색의 牛乳는 30분 지난후 61.5 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 에서 51.3 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 같은 용기의 흰우유에 비하여 그 파괴율이 훨씬 적었으며, 노출후 처음 60분간에 매 10분마다 약 5%의 감소가 있었다.

Table 3에서 용기에 따른 riboflavin의 含量變化를 볼 때 120분 경과후의 파괴율은 유리병 92%, 폴리백 91.4%로서 비슷하였으나, 그 파괴속도는 폴리백이 약간 빨랐다. 이는 파장 3,000 Å~6,000 Å에서 polyethylene 종류가 그 加工法 및 두께에 따라 빛의 투과율이 다르고, conventional polyethylene(0.0015 inch 두께)은 보통의 맑은 유리 우유병 보다도 빛의 투과율이 많았다는 보고^{5,6)}로서 폴리백이 유리병 보다 riboflavin의 파괴율이 약간 빠른 이유가 설명될 수 있지 않을까 생각된다.

그런데 Herreid⁶⁾의 연구에 의하면 2~4월의 riboflavin 파괴율이 6~7월의 파괴율 보다는 적었고, Funai⁴⁾도 여름보다 겨울철의 파괴율이 적다고 하였다. Herreid 등⁶⁾의 실험에서 맑은 유리병 우유의 riboflavin 파괴율은 오전 11:00부터 오후 1:00시까지 120분간 햇빛에 노출시킨 결과 80% 정도였는데, 本實驗에서 같은 時間 경과후 파괴율이 10% 정도 더 많았던 것은 시험 기간이 7~8월로서 주위의 온도 30~35°C의 高溫 때문에 파괴율이 촉진되지 않았나 생각된다. 또한 試料를 日光노출후 실온에 두고 실험조작에 들어가기까지 60분, 90분, 120분 노출시킨 순서대로 두시간에서 여덟시간까지 상당한 시간이 있었으므로 그 과정에서 乳酸菌의 증식을 생각할 수 있다. 이때 유산균의 成長要素로서 riboflavin의 소모가 있지 않았을까 추측된다.

다음 Table 3에서 같은 용기(clear glass)에 흰우유와 초코렛색의 牛乳를 對比시켜 보면 초코렛색의 우유는 노출후 30분에서 34.6% : 16.6%, 60분에서 72.4% :

36.1%, 90분에 76.6% : 39.2%, 120분에 92.0% : 46.3%로서 riboflavin의 파괴율이 흰색에 비하여 절반으로 둔화되었다. Somogyi 등^{11,6)}은 amber glass bottle에 담은 우유가 clear glass bottle에 담은 우유보다 riboflavin 파괴율이 적었다는 보고를 하였는데, 이는 光투파율의 차이 때문일 것이다. 本實驗에서 초코렛 우유가 흰우유 보다 riboflavin을 햇빛으로 因한 파괴로부터 더 잘 보호했다는 結果도 같은 이유일 것으로 사료된다.

IV. 要 約

國內에서 生產되는 市乳와 乳製品의 riboflavin含量을 分析하고 병우유와 폴리백우유, 흰우유와 초코렛색의 우유를 對比시켜 日光에 曝露한 riboflavin의 含量變化를 추적한 結果를 要約하면 다음과 같다.

① Riboflavin의 含量은 시료 100 g 당 병우유 흰것 62.4 μg , 폴리백우유 62.4 μg , 초코렛우유 61.5 μg , 커피우유 62.5 μg , 바나나우유 87.7 μg , 딸기우유 89.3 μg , 밤효우 36.2 μg , Hard ice cream bar 130.4 μg , vanilla soft ice cream 195.9 μg 이었다.

② 한시간 日光노출후 병우유 72.4%, 폴리백우유 77.7%, 두시간 경과후 병우유가 92.0%, 폴리백우유가 91.4%로서 폴리백우유가 riboflavin이 약간 빨리 파괴되는 傾向을 보였으나, 두시간 경과후의 파괴율은 서로 비슷하였다.

③ 1시간 日光 노출후 초코렛색 우유는 36.1%, 흰우유는 72.4%, 두시간 후에는 초코렛색 우유 46.3%, 흰우유는 92.0%의 riboflavin의 파괴율을 보여 초코렛우유가 훨씬 파괴율이 적었다.

이상의 結果로 미루어 특히 여름철의 日光 노출은 riboflavin의 막대한 손실이 올 수 있음을 알 수 있었고 초코렛색의 우유가 흰우유 보다 日光노출에 대한 riboflavin의 保存에 效果의이었다.

이 实驗中에 많은 도움을 주신 축산시험장 정밀기기실 여려분과 서울대학교 농과대학 전 재군교수님께 감사 드립니다.

参考文献

- 1) 보건사회부 : 국민영양조사 보고서(1973).
- 2) 최선혜, 모수미 : 牛乳 및 乳製品의 消費行動에 관한 研究, 한국영양학회지, 9(1) 19-24 (1976).
- 3) FAO 한국협회 : 한국인 영양권장량(1975).
- 4) Funai, Y.: *Destruction of riboflavin in milk by sunlight*, *Dairy Sci. Abstr.* 19, 676(1957).
- 5) Harris, R.S., H. Von Loesche: *Nutritional evaluation of Food Processing*, *The Avi publishing company, INC*, 312-312(1971).
- 6) Herreid, E.O. Ruskin, B., Clark, G.L. and Parks, T.B.: *Ascorbic acid and riboflavin destruc-*
on and flavour development in milk exposed to the sun in amber, clear, paper and ruby bottles, *J. Dairy Sci.* 35 (9), 772-778, (1952).
- 7) 김시평 : 우리나라 영양섭취 수준에 대한 고찰, *공중보건잡지*, 10(1), 138-144 (1973).
- 8) 森本宏 : *動物營養試驗法*, 366-368, 養賢堂
- 9) 유정렬 : 우리나라 營養攝取現況, *한국영양학회지*, 6(2), 57-65 (1973).
- 10) György, P. & Pearson: *The vitamins*, Vol. VII, 102-117, *Academic Press* (1967).
- 11) Somogyi, J.C. & Ott, E: *The effect of light on the vitamin content of milk*, *Dairy Sci. Abstr.*, 25(3), 918 (1963).