KOREAN J. FOOD COOKERY SCI.
Vol. 20, No. 1, FEBRUARY, 2004

단체급식소에서 제공되는 시금치 나물과 깻잎 나물의 생산단계 및 보관단계에 따른 리보플라빈 함량 변화(II)

김혜영 · 박화연
성신여자대학교 식품영양학과

Changes in the Riboflavin Content of Spinach Salad and Sesame Leaf Salad with Various Cooking and Holding Process in Foodservice Institutions

Heh-Young Kim, Hwa-Yyun Park
Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

The retention rate of riboflavin in two cooked vegetable salads (spinach salad and sesame leaf salad) were examined at every cooking stage, holding temperature and holding time, with various cooking methods, and a better food preparation method developed. The riboflavin contents of the samples were analyzed by HPLC, with fluoresence detection. The changes in the pH and water contents of the samples were measured during the holding stage at various temperatures and times. There were significant differences in the riboflavin contents during the various preparation and cooking processes, such as trimming, washing, boiling and parching etc. The retention rates of the riboflavin with the various holding methods and cooking temperature were also significantly different. The boiling process caused large losses of riboflavin: in the cases of spinach salad and sesame leaf salad these were 78% and 52% respectively. The pH and water contents showed faster change during 0-6 hours than during 6-12 hours.

Key words: riboflavin, retention, cooking, cooked vegetable salad

I. 서 론

1970년대 이후 급속한 경제발전은 국민의 생활양식을 복잡하게 변화시키는 한편 소비수준을 증가시켰다. 식생활에서도 외식이 증가하고 가공식품의 소비가 증가되었으며 산업체급식과 병원급식은 물론 초 · 중 · 고등학교에서도 급식이 시행되어 국민 대부분이 하루 한끼 정도는 단체급식을 제공받게 되었다.

단체급식은 가정식과 달리 대형의 조리시설에서 다량으로 조리되며 조리방법도 작업의 효율성을 추구하기 때문에 영양 손실도 다를 것으로 판단된다. 식품은 조리과정과 보관단계에서 가열과 세척 등에 의하여 재료의 영양소가 파괴되거나 유실된다. 특히 단체급식에서는 다량의 식품재료를 사용하기 때문에 조리시간이 길고 냉장보관을 하는 경우 보관 후 재가열 처리가 요구되는 등 가정에서 음식을 만들 때에 비하여 많은 영양 손실이 초래될 수 있다. 특히 수용성 비타민인 비타민 B_1, B_2, C 등은 물에 쉽게 용해되므로 조리시 큰 손실이 있는 것으로 많은 연구자들이 보고하였다.[1)~4)] 한편, 리보플라빈의 경우 산에 안정하나 알카리에 의해 파괴되며 광선에 특히 민감한 특성이 있으므로 조리단계나 보관단계에서 직사광선에 의해 파괴될 가능성도 있다.

식품의 원재료에 포함된 영양소는 식품재료를 대상으로 발표되고 있으나 조리 후 식품재료의 영양소는 조리방법에 따라서 달라진다. 따라서 단체급식소의 영양사들이 식품재료의 영양소를 기준으로 식단을 구성하는 경우에 일부 파괴되기 쉬운 영양소들이 부족한 식품을 피급식자에 제공할 우려가 있다. 이런

Corresponding author: Heh-Young Kim, Sungshin Women's University, 249-1, 3-ga, Dongsun-dong, Sungbuk-gu, Seoul 136-742, Korea
Tel: 02-990-7202
Fax: 02-921-5927
E-mail: hykim@cc.sungshin.ac.kr

점에 착안하여 이미 선진국에서는 조리된 식품의 영양손실에 대하여 광범위한 연구가 진행되었다.[5)~13)]

우리 음식은 서양음식과 조리과정이 다르고 복잡하여 선진국의 연구결과를 그대로 적용하기 힘들며, 우리 나라 단체급식소에서 사용되는 식품생산방법과 보관방법에 기초하여 영양소의 손실을 연구할 필요가 있으나 아직도 초보 단계에 있다.

시금치와 깻잎은 리보플라빈을 다량 함유한 채소류로서 단체급식소에서 나물로 널리 제공되고 있다. 리보플라빈은 조효소의 구성물질로서 지난 20여년간 식이섭취 연구결과에서 중요한 영양소로 보고되었다.

본 연구에서는 시금치나물과 깻잎나물을 대상으로 단체급식 생산과정에서 리보플라빈의 손실률과 pH, 수분함량을 평가하고 리보플라빈의 손실이 발생하는 생산과정을 구명하여 나물류 음식의 영양소 손실을 줄이는 품질관리 방안을 모색하고자 수행하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 식품 재료 및 식품생산과정

본 연구의 실험재료인 시금치나물과 깻잎나물은 1일 100식 이상을 급식하고 있는 단체급식소에서 조리하는 방법과 시설로 조리하였다. 원재료는 E마트와 H백화점에서 당일 구입하였으며 실험기간은 2003년 4월부터 5월까지였다.

1) 시금치나물

시금치나물의 재료 및 조리 방법은 Table 1에 표시하였다. 조리방법은 S급식소에서 사용하고 있는 조리방법(Ⅰ)외에 가정이나 다른 급식소에서 사용하는 조리방법(Ⅱ)를 채택하였다.

Table 1. Formulation and cooking methods of spinach salad

Ingredients	Amount	Cooking methods
		Method Ⅰ
		① Trim and wash spinach with running tap water.
		② Boil spinach slightly with boiling water of 2.5*l* for 2 minute
Spinach	5 kg	③ Dip spinach into cold water and cut them at every 4 cm length
Green onion	0.25 kg	④ Mix spinach with condiments (garlic, green onion, etc.)
Garlic	0.25 kg	Method Ⅱ
Salt	0.05 kg	① Trim and boil spinach slightly
Sesame salt	0.1 kg	② Dip spinach into cold water and wash
Sesame oil	0.1 kg	③ Add condiments and mix together

2) 깻잎나물

깻잎나물의 재료 및 조리방법은 Table 2에 표시하였다. 조리방법은 시금치나물과 같이 두 가지 방법을 채택하였다.

2. 보관방법

시금치나물과 깻잎나물에 대하여 냉장보관과 상온보관 두 가지 방법으로 12시간 동안 보관하였다. 상온보관 온도는 20~25℃였으며 냉장보관(Model FF 22R, General Electric Co., U.S.A.)은 4.0~4.5℃였다. 보관용기는 스텐레스 용기였으며 보관시간은 조리직후부터 2, 6 및 12시간 3단계에 대하여 각각 3반복 실험을 하였다.

3. 실험방법

1) HPLC를 이용한 리보플라빈 정량

리보플라빈 정량을 위한 모든 실험은 3반복으로 수행되었으며 표준시약을 이용한 캘리브레이션은 실험전후로 실시하였다.

① 시료샘플링

조리된 식품이나 재료를 샘플링하기 위해서 믹서로 충분히 분쇄한 후 10g을 취하여 추출용매를 넣어 총 30g이 되도록 칭량하여 이것을 vortex Mixer

Table 2. Formulation and cooking methods of sesame leaf salad

Ingredients	Amount	Cooking methods
		Method Ⅰ
		① Trim and wash sesame leaves with running tap water.
		② Boil spinach slightly with boiling water of 1.5*l* for 2 minutes
Sesame leaves	3 kg	③ Mix spinach with salt and garlic
Green onion	0.1 kg	④ Apply sesame oil to fry pan
Garlic	0.1 kg	and parch seasoned sesame
Soysauce	0.05 kg	leaves
Salt	0.05 kg	Method Ⅱ
Sesame salt	0.05 kg	① Boil sesame leaves slightly
Oil	0.05 kg	② Dip sesame leaves and cut them
Sesame oil	0.05 kg	at edible size.
		③ Add salt and garlic and mix together
		④ Apply sesame oil to fry pan, parch sesame leaves and steamed them by spraying water into the pan.

(M37616)로 교반하고 초음파세척기(Branson, SR10R-DHT)로 30분간 기포를 제거한 다음 원심분리기(VS-21SMT, Vision)로 10,000 rpm에서 30분간 작동시켰다. 분리된 상층액을 취하여 membrane filter(0.45μl)로 여과한 다음 광선에 의한 리보플라빈 함량 파괴를 막기 위하여 갈색시약 vial에 담아 HPLC[14-16]로 정량 분석하였다.

② 표준용액의 제조

리보플라빈 표준시약 500mg을 취하여 100ml 플라스크에 정용한 다음 이를 다시 1ml, 2ml, 3ml 취하여 추출용매가 100ml가 되도록 정용한다.

③ HPLC의 조건

리보플라빈 함량 분석에 사용된 기기는 HPLC (TSP, Spectra System P2000)이었으며 컬럼은 UV 253 nm와 FL 375nm 두 가지를 직렬로 설치하여 사용하였으며 컬럼 오븐의 온도는 40℃였다. 리보플라빈의 경우 UV 칼럼은 감도가 낮아 FL 칼럼 분석자료가 결과 및 고찰에서 이용되었다. 자세한 분석조건은 Table 3과 같다.

2) pH 및 수분함량의 측정

시금치 나물과 깻잎나물의 보관방법과 보관시간별로 pH와 수분함량을 측정하였다. pH측정 시료량은 10g이며 100ml의 증류수를 붓고 균질화시킨 후 pH meter(Orion, Model 420)로 측정하였다.

수분함량 측정 시료량은 3g이며 자동수분함량 측정기(CEM, Model Cabwave 9000)로 측정하였다.

3) 통계처리

생산단계별 리보플라빈 함량의 변화는 분산분석하였으며 유의성이 있는 경우에 LSD 방법으로 평균간 비교를 하였다. 보관시간과 보관온도(방법)에 따른 실험결과는 분산분석, LSD 평균간 비교 외에 Split Block Analysis를 이용하여 상호효과까지 분석하였다. 또한, 보관시간, 보관온도에 따른 리보플라빈 함량의 보관시간에 따른 변화를 나타내는 회귀모형을 개발하였다.

Table 3. HPLC set-up for riboflavin measurement.

Items	Set-up description
Column Detector	UV 253nm, FL 375nm
Mobile phase	gradient ⓐ 1mM hexane sulfonic acid 100nM KH_2PO_4 90 : Methanol 10 ⓑ 1nM hexane sulfonic acid 100nM KH_2PO_4 50 : Methanol 50
Flow rate	1.0ml/min
Chart speed	5mm/min
AUFS / Injection volume	0.16 / 10μl
Column oven temperature	40℃

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 생산과정에 따른 변화

1) 시금치나물

시금치나물의 생산과정에 따른 리보플라빈과 수분함량 및 pH에 관한 실험결과는 Table 4와 같다. 시금치나물의 생산방법은 두 가지 전처리 방법이 사용되었다. 방법 Ⅰ은 원재료인 시금치를 씻은 후 데치고 조리하였는데 리보플라빈 함량이 원재료에서 0.351mg/100g, 다듬은 후 0.23mg/100g, 씻은 후 0.178 mg/100g, 삶은 후 0.083mg/100g, 찬물에 담군 후 0.063mg/100g으로 각 단계에서 65%, 50%, 24%, 18%, 15%, 14%의 잔존율을 보이므로 유의적으로 리보플라빈이 감소하였다.

두 번째 전처리방법으로는 원재료인 시금치를 먼저 데친 후 흐르는 물에 담궈서 씻은 후 조리하였는데 데친 후 총 리보플라빈 함량이 삶은 후 0.067 mg/100g, 씻은 후 0.059mg/100g, 자른 후 0.050mg/100g, 무친 후 0.043 mg/100g으로서 각각 19%, 17%,

Table 4. Changes of riboflavin, moisture content and pH of spinach salad at various cooking process.

Process	Riboflavin (mg/100g)	Moisture Content (%)	pH
Spinach (Basic ingredient)	0.351±0.002[a]	85.2±0.7[b]	6.70±0.01[b]
Method Ⅰ			
Trimming	0.230±0.006[b]	85.0±0.2[a]	6.66±0.00[a]
Washing	0.178±0.006[c]	88.5±0.4[b]	6.70±0.02[a]
Boiling	0.083±0.014[d]	87.0±0.3[c]	6.70±0.04[a]
Dipping	0.063±0.001[e]	85.4±0.8[a]	6.76±0.02[b]
Cutting	0.053±0.003[f]	86.7±0.2[c]	6.70±0.00[a]
Mixing	0.049±0.001[f]	83.4±0.1[d]	6.55±0.00[c]
Method Ⅱ			
Trimiing	0.230±0.006[b]	85.0±0.2[b]	6.66±0.00[a]
Boiling	0.067±0.006[c]	89.6±0.7[b]	6.89±0.01[b]
Washing	0.059±0.003[cd]	88.3±0.3[c]	6.77±0.01[c]
Cutting	0.050±0.006[de]	87.4±0.4[c]	6.80±0.02[c]
Mixing	0.043±0.002[e]	84.0±0.1[d]	6.46±0.01[d]

1) Mean ± S.D. (n=3)

2) Values with different superscripts in a column are significantly different at p<0.01 level (LSD method).

14%, 12%의 잔존율을 보이므로 각 단계에서 유의적으로 리보플라빈이 감소하였다.

두 방법 모두 여러 전처리 단계에 따라 리보플라빈 함량이 유의적으로 감소하였다. 특히 삶은 단계에서 가장 많은 양의 비타민의 손실을 가져온 것으로 나타났다.

박 등[17]의 연구에서도 끓이는 조리방법이 수용성 리보플라빈의 손실에 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며 수침온도가 높을수록 감소하는 경향을 나타났다.

임 등[18]과 백 등[19]의 연구에서는 생산과정 중 광선에 노출되는 시간이 길어짐에 따라 리보플라빈 잔존율이 달라짐을 보고하고 있는 것으로 보아 생산과정 중 발생하는 리보플라빈의 손실을 줄이기 위해서는 생산과정 중 재료를 썰고 광선에 노출되는 시간을 줄이기 위해 식품을 물에 담가놓지 말고 되도록 빨리 씻도록 하며 짧게 다듬고 가능한 한 자르지 말고 다듬은 즉시 조리할 필요가 있다고 본다.

두 가지 조리방법에 조리 직후 시금치나물의 총 리보플라빈 함량은 씻은 후 가열한 경우(Ⅰ)가 0.049 mg/100g, 가열 후 씻은 경우(Ⅱ)가 0.043mg/100g으로서 두 방법간에는 유의수준 1%의 유의적인 차이가 있었다.

수분함량과 pH는 두 조리 방법 중에서 방법 Ⅱ의 경우에서만 유의적으로 차이를 보였다. 이상의 결과에서 총 리보플라빈의 손실을 최소화하기 위해서는 씻은 후 조리하는 방법이 바람직하며 가열에 의한 손실량을 줄이기 위해서는 대량 조리시 가열시간에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

Table 5. Changes of riboflavin, moisture content and pH of sesame leaf salad at various cooking process.

Process	Riboflavin (mg/100g)	Moisture Content (%)	pH
Sesame leaves (Basic ingredient)	0.200±0.001[a]	91.5±0.6[b]	6.14±0.03[a]
Method Ⅰ			
Trimming	0.157±0.007[b]	86.6±1.2[b]	6.22±0.05[a]
Washing	0.145±0.011[b]	86.8±0.7[b]	6.37±0.01[b]
Boiling	0.098±0.016[c]	94.3±0.6[c]	7.01±0.07[c]
Mixing	0.088±0.010[c]	89.7±0.2[d]	6.69±0.06[d]
Frying	0.053±0.003[d]	75.3±0.6[e]	6.78±0.03[c]
Method Ⅱ			
Trimming	0.157±0.005[b]	86.6±1.0[a]	6.22±0.04[b]
Boiling	0.077±0.002[c]	96.6±0.2[c]	6.68±0.02[c]
Washing	0.067±0.008[c]	94.3±0.2[c]	6.51±0.01[d]
Frying	0.034±0.001[d]	84.8±0.5[d]	6.44±0.04[e]

1) Mean ± S.D. (n=3)
2) Values with different superscripts in a column are significantly different at p<0.01 level (LSD method).

2) 깻잎나물

깻잎나물의 생산과정에 따른 리보플라빈 함량과 수분함량, pH에 관한 실험결과를 Table 5에 나타내었다. 깻잎나물의 생산은 급식소에서 사용하는 두 가지 전처리 방법에 대하여 모두 실시하였다.

첫번째 전처리 방법으로는 원재료인 깻잎을 씻은 후 데치고 조리하였는데 원재료의 총 리보플라빈 함량이 0.200mg/100g에서 다듬은 후 0.157mg/100g, 씻은 후 0.145mg/100g, 삶은 후 0.098mg/100g, 무친 후 0.088mg/100g, 볶은 후 0.053mg/100g으로 각각 82%, 73%, 49%, 26%의 잔존율을 나타냄으로써 다듬고 씻은 단계를 제외한 모든 단계에서 유의적으로 감소하였다.

두번째 전처리 방법으로는 원재료인 깻잎을 먼저 데친 후 흐르는 물에 담궈서 씻은 후 조리하였는데 총 리보플라빈 함량이 원재료의 0.120mg/100g, 다듬은 후 0.157mg/100g, 삶은 후 0.077mg/100g, 씻은 후 0.067mg/100g, 볶으면서 양념한 후 0.034mg/100g로 각각 79%, 38%, 34%, 17%의 잔존율을 보였다.

두 방법 모두 여러 전처리 단계에 따라 리보플라빈 함량이 유의적으로 감소하였음을 알 수 있다.

특히 삶는 단계에서 총 리보플라빈 함량이 방법 Ⅰ에서는 51%의 감소율을, 방법 Ⅱ에서는 62%의 감소율을 보여 주었다. 이 결과들은 김[20] 연구의 마늘쫑 볶음에서 마늘쫑을 물에 데치는 과정에서 보인 49%의 손실률과 거의 유사하다.

조리직후 깻잎나물의 리보플라빈 함량을 분석한 결과는 방법 Ⅰ에서 0.053mg/100g, 방법 Ⅱ에서는 0.034mg/100g으로 나타났으며 생 재료의 리보플라빈 함량을 이용하여 감소율을 계산하면 방법Ⅰ에서 74%, 방법 Ⅱ에서는 83%로 나타났다. 이 결과는 생산과정 중 삶는 과정과 더불어 방법 Ⅰ에 비해 볶는 시간이 더 길게 소요된 방법 Ⅱ가 리보플라빈이 많이 파괴된 것으로 사료된다. 따라서 앞에서 시금치나물과 마찬가지로 총 리보플라빈의 손실을 최소로 하기 위해서는 씻은 후 가열하는 조리방법이 바람직하다고 보며 가열에 의한 손실량을 최소로 하기 위한 대량 조리시 가열시간에 관한 연구가 필요하다고 본다.

3. 조리 후 보관방법에 따른 변화

1) 시금치나물

두 가지 전처리 방법에 의하여 조리된 시금치나물

은 각각 다시 두 가지 보관방법인 냉장보관과 상온보관으로 2, 6, 12시간으로 각 함량 및 pH, 수분함량을 측정하였다. 그 결과는 Table 6에 나타내었다.

보관시간에 따라 리보플라빈 함량은 유의적으로 감소하였으며 pH는 실온보관에서는 점차 산성으로 변화하였으나 냉장보관에서는 변화가 없었으며 수분함량은 감소하다 증가하는 경향을 보였다.

씻은 후 데친 경우(Ⅰ) 보관 2시간 후, 냉장보관인 경우에는 0.047mg/100g로 조리직후의 약 95%, 실온보관인 경우에는 0.045mg/100g로 약 92%의 잔존율을 보였고 데친 후 씻은 경우(Ⅱ)에는 보관 2시간 후, 냉장보관의 경우 0.038mg/100g로서 약 89%, 실온보관의 경우 0.031mg/100g로 약 72%의 잔존율을 보였다. 이는 방법 Ⅰ에 비해 방법 Ⅱ에서 비타민 손실이 더 컸으며 냉장보관에 비해 실온보관에서 역시 비타민 손실이 더 컸음을 보여주었다. 이 결과는 김[20]의 연구결과와 같았다. 냉장 보관시에는 2시간까지는 조리직후와 별 변화를 보이지 않으나 6시간, 12시간에는 유의적으로 감소하였다. 특히 12시간 보관시 실온(Ⅰ)의 경우 55%, (Ⅱ)의 경우 27%의 잔존율을 보였으나 pH 변화가 급격히 산성화가 됨과 함께 육안으로 먹기가 부적절한 상태였으며 반면에 냉장보관의 경우에는 방법 Ⅰ에서는 61%, 방법 Ⅱ에서 44%의 잔존율을 보여줌으로써 장시간 보관시 반드시 냉장보관을 하여야 함을 시사해주고 있다.

2) 깻잎나물

깻잎나물도 역시 냉장보관과 실온보관으로 12시간까지 보관하였으며 보관시간에 따른 결과는 Table 7과 같다. 보관시간에 따라 리보플라빈은 유의적으로 감소하였다. 조리직후 총 리보플라빈이 실온보관 2시간 후 방법 Ⅰ의 경우 0.031mg/100g, 방법 Ⅱ의 경우 0.025mg/100g으로 각각 59%, 74%의 잔존율을 보였으며, 냉장보관 2시간 후 방법 Ⅰ의 경우 0.035mg/100g, 방법 Ⅱ의 경우 0.027mg/100g으로 각각 67%, 80%의 잔존율을 보여줌으로써 깻잎나물 역시 시금치나물과 마찬가지로 실온보관보다는 냉장보관에서 다소 높은 잔존율을 나타냈다. 특히 12시간 후에는 냉장보관의 경우 45%의 잔존율을 보이는 반면 실온보관에서는 35%의 잔존율을 보였으나 실온에서의 경우는 pH의 변화가 급격히 산성화되어 먹기에 부적절한 상태였다. 따라서 장시간 보관할 때에는 반드시 냉장보관을 하여야 할 것이다.

실온보관과 냉장보관 모두 수분함량은 보관시간에 따라 대체로 감소하였으나 방법 Ⅱ 경우에는 실온, 냉장 모두 유의차가 없는 것으로 나타났다. pH는 역시 두 방법에서 모두 보관시간에 따라 산성화되는 것을 볼 수 있다.

Table 6. Changes of riboflavin, moisture content and pH of spinach salad at various holding temperature and duration.

Cooking method, holding temperature and duration (hr)	Riboflavin (mg/100g)	Moisture Content (%)	pH
Method Ⅰ, Room temp(23℃)			
Just cooked dish	0.050±0.001[a1),2)]	83.4±0.1[a]	6.55±0.00[a]
2 hours	0.045±0.001[ab]	83.6±0.1[ab]	6.51±0.01[b]
6 hours	0.034±0.002[bc]	83.7±0.1[b]	6.55±0.01[a]
12 hours	0.027±0.004[c]	83.6±0.1[ab]	5.16±0.01[c]
Method Ⅱ, Room temp(23℃)			
Just cooked dish	0.043±0.002[a]	84.0±0.1[a]	6.43±0.05[a]
2 hours	0.031±0.005[ab]	83.0±0.0[b]	6.48±0.01[b]
6 hours	0.018±0.012[b]	83.9±0.0[a]	6.55±0.01[c]
12 hours	0.012±0.002[b]	83.8±0.5[ab]	5.33±0.06[d]
Method Ⅰ, cold temp(4℃)			
Just cooked dish	0.050±0.001[a]	83.4±0.1[ac]	6.55±0.00[a]
2 hours	0.047±0.001[a]	83.3±0.3[ac]	6.57±0.01[a]
6 hours	0.041±0.002[b]	83.8±0.1[a]	6.59±0.01[a]
12 hours	0.030±0.001[c]	83.3±0.1[bc]	6.50±0.04[a]
Method Ⅱ, cold temp(4℃)			
Just cooked dish	0.043±0.002[a]	84.0±0.1[a]	6.43±0.05[a]
2 hours	0.038±0.002[a]	83.4±0.2[b]	6.53±0.01[a]
6 hours	0.032±0.001[b]	84.8±0.2[c]	6.53±0.01[a]
12 hours	0.019±0.001[c]	84.0±0.2[a]	5.67±0.01[a]

1) Mean ± S.D. (n=3)

2) Values with different superscripts in a column are significantly different at $p<0.01$ level (LSD method).

Table 7. Changes of riboflavin, moisture content and pH of sesame leaf salad at various holding temperature and duration.

Cooking method, holding temperature and duration (hr)	Riboflavin (mg/100g)	Moisture Content (%)	pH
Method Ⅰ, Room temp(23℃)			
Just cooked dish	0.053±0.003[a1),2)]	75.3±0.5[a]	6.78±0.03[a]
2 hours	0.031±0.001[b]	79.1±0.1[b]	6.57±0.02[a]
6 hours	0.024±0.001[c]	76.8±0.2[a]	6.72±0.03[b]
12 hours	0.018±0.001[c]	82.0±1.2[c]	5.36±0.04[c]
Method Ⅱ, Room temp(23℃)			
Just cooked dish	0.034±0.001[a]	84.8±0.5[a]	6.44±0.04[a]
2 hours	0.025±0.001[b]	83.5±0.6[a]	6.63±0.03[b]
6 hours	0.019±0.002[c]	84.6±0.3[a]	6.39±0.04[a]
12 hours	0.012±0.001[d]	84.7±0.2[a]	5.24±0.04[c]
Method Ⅰ, Cold temp.(4℃)			
Just cooked dish	0.053±0.003[a]	75.3±0.5[a]	6.78±0.03[a]
2 hours	0.035±0.002[b]	74.3±0.0[b]	6.76±0.01[a]
6 hours	0.030±0.001[c]	78.4±0.3[c]	6.85±0.03[a]
12 hours	0.023±0.002[d]	76.9±0.8[d]	6.96±0.02[b]
Method Ⅱ, Cold temp(4℃)			
Just cooked dish	0.034±0.001[a]	84.8±0.5[a]	6.44±0.04[a]
2 hours	0.027±0.002[b]	83.8±0.4[a]	6.54±0.01[a]
6 hours	0.022±0.001[c]	83.6±0.3[a]	6.73±0.04[b]
12 hours	0.016±0.001[d]	82.8±0.7[b]	6.92±0.02[c]

1) Mean ± S.D. (n=3)
2) Values with different superscripts in a column are significantly different at $p<0.05$ level (LSD method).

Table 8과 9에서는 두 가지 나물의 보관방법에 대한 분산분석결과를 나타낸 것이다. 가장 큰 유의성을 나타내는 것은 보관온도이며, 그 다음이 보관시간이었고 보관시간과 보관온도간의 상호효과는 유의성이 없었다.

보관방법간의 리보플라빈 함량 차이를 알아보기 위해 회귀분석과 분산분석한 결과 Fig. 1에서 보여준 것처럼 상온보관과 냉장보관 사이에 유의적 차이를 나타냄으로써 냉장 보관하는 경우가 리보플라빈 잔존율이 높았다. Fig. 1은 방법 Ⅰ로 조리한 깻잎나물의 보관온도와 시간에 따른 리보플라빈 함량의 변화를 나타낸 것이다. 회귀곡선을 일반적으로 표현하기 위해서는 다항식 등 여러 가지가 있을 수 있으나 로그 그래프로 모델링한 경우만이 전체 시간에 따른 변화를 나타낼 수 있었다. 상온보관과 냉장보관의 경우 회귀식은 각각 다음 식과 같이 표현할 수 있었으며 두 회귀선 모두 R^2 값이 0.9 이상($p<1\%$)으로 고도의 유의성을 나타내었다.

$y = -0.0029 \ln(x) + 0.0336$, $R^2=0.933$
for holding at cold temperature(4°C)
$y = -0.0034 \ln(x) + 0.03$, $R^2=0.951$

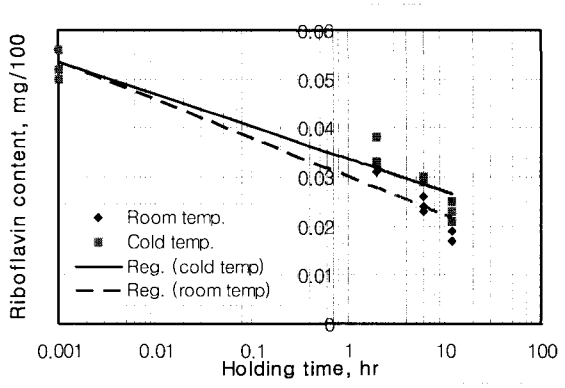

Fig. 1. Change of riboflavin content of sesame leaf salad with holding time(hr) at cold and room temperature

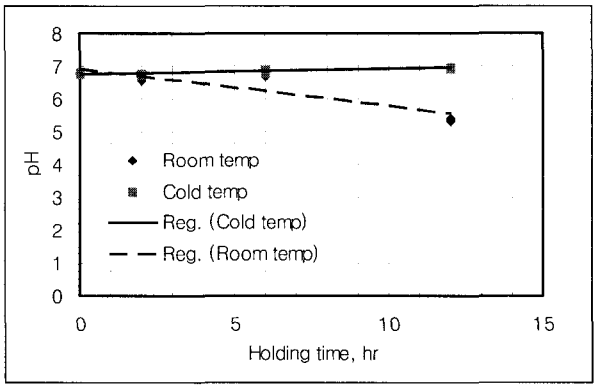

Fig. 2. Change of pH of sesame leaf salad with holding time(hr) at cold and room temperature

Table 8. ANOVA of effect of holding temperature and holding time on riboflavin retention rate of spinach salad (method 1).

Source	d.f.	SS	MS	F	Reference
Block	2	0.000002	0.000001	0.302	ns
Holding temp(A).	1	0.000072	0.000072	20.57	$F_{(1,2)5\%}$=18.5
Error A	2	0.000007	0.000035		
Holding time(B)	2	0.000919	0.000460	57.87	$F_{(2,8)1\%}$=8.65
Cross Effect(AxB)	2	0.000022	0.000011	1.406	ns
Error B	8	0.000064	0.000008		
Total	17	0.025388			

Table 9. ANOVA of effect of holding temperature and holding time on riboflavin retention rate of spinach salad (method 2).

Source	d.f.	SS	MS	F	Reference
Block	2	0.000023	0.000012	2.605	ns
Holding temp(A).	1	0.000181	0.000181	40.11	$F_{(1,2)5\%}$=18.5
Error A	2	0.000006	0.000005		
Holding time(B)	2	0.001186	0.000593	25.12	$F_{(2,8)1\%}$=8.65
Cross Effect(AxB)	2	0.000012	0.000006	0.261	ns
Error B	8	0.000189	0.000024		
Total	17	0.012747			

for holding at room temperature(25°C)

here, y: riboflavin content (mg/100g)

x: holding time(hr)

보관 방법간의 pH 변화 역시 Fig. 2에서 보여준 것처럼 상온보관과 냉장보관 사이에 유의적인 차이를 보여주었다. pH의 경우에는 직선회귀식이 가장 잘 현상을 나타내었으며 상온보관과 냉장보관의 경우 회귀식은 각각 다음 식과 같이 표현할 수 있었으며 두 회귀선 모두 R^2 값이 0.85와 0.77로 p<5% 이상으로 유의성을 나타내었다.

$pH = 0.0165 x + 6.7551, R^2=0.852$

for holding at cold temperature(4°C)

$y = -0.1118 x + 6.9192, R^2=0.773$

for holding at room temperature(25°C)

here, x: holding time(hr)

일반적으로 비타민의 손실은 보관과정에서 많이 일어난다고 한다. 특히 리보플라빈이 풍부한 식품을 보관할 때에는 세심한 주의가 필요하다. Heller 등[21]은 비타민을 보존하기 위해서는 가능한 짧은 시간 동안의 채소보관이 필요하다고 하였는데 이상의 결과에서 깻잎나물을 조리후 보관되는 경우에는 상온보관보다는 냉장보관의 경우가 리보플라빈 잔존율이 높았으며 특히 6시간 이상 보관할 때에는 반드시 냉장 보관하는 것이 바람직하다고 사료된다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구는 1일 100식 이상을 급식하는 급식소를 대상으로 급식하고 있는 음식중 시금치나물, 깻잎나물을 선택하여 각 생산단계 및 보관방법에 따른 총 리보플라빈함량, 수분함량, pH를 측정함으로써 유의적으로 영양소가 감소되는 단계를 규명하고 급식소에서 초래되는 영양소 손실을 최소화하여 영양적으로 우수한 급식을 실시하는데 필요한 기초 자료를 제시하고자 실시하였다.

1. 시금치나물 : 생산단계 중 전처리 과정에서의 리보플라빈이 유의적으로 손실되었고, 급식소에서 사용하는 두 가지 방법 중에서는 씻은 후 데치는 방법이 조리직후 총 리보플라빈이 0.049mg/100g으로서 데친 후 씻은 경우 0.0430mg/100g보다 잔존율이 높았으며 pH와 수분함량에서는 두 조리 방법 중 방법 Ⅱ의 경우에서만 유의적인 차이를 보였다.
2. 깻잎나물 : 깻잎나물 역시 생산단계 전과정에서 총 리보플라빈이 유의적으로 손실되었는데 특히 삶는 과정에서 원재료의 총 리보플라빈에 비해 51~62%의 리보플라빈 감소가 일어났다.
3. 조리 후 보관방법에 따른 변화
   보관시간에 따라 리보플라빈 함량은 유의적으로 감소하였으며 pH는 실온보관에서는 점점 산성으로 변화하였는데 냉장보관에서는 변화가 없었으며 수분함량 역시 변화가 없었다. 시금치나물이나 깻잎나물 모두 상온보관보다는 냉장보관의 경우가 비타민의 감소율이 적었다.

이상의 결과에서 단체급식에서 보다 영양적으로 우수한 급식을 제공하기 위해 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구의 결과 총 리보플라빈이 유의적으로 감소된 생산단계에 대하여 급식소에서 식품이 취급되는 동안의 영양소 파괴를 최소화하기 위한 각각의 조건에 관한 연구가 계속적으로 필요하다고 사료된다. 특히 나물류와 같은 끓이는 조리방법이 수용성인 리보플라빈의 손실에 큰 영향을 주는 것으로 나타났음을 고려할 때 급식에서의 나물류 급식을 마련할 때 유념해야 할 것으로 본다

둘째, 시금치나물과 깻잎나물의 경우 조리방법에서 반드시 씻은 후 데쳐 나물을 무치는 방법을 권장하고 싶다.

셋째, 조리 후 배식까지의 시간이 지체될 때 비타민이 파괴될 위험에 놓이게 된다. 리보플라빈의 파괴를 최소화하기 위해 반드시 냉장 보관하는 것이 바람직하겠다. 급식소에서 제공되는 다른 음식들에 대한 생산단계에 따른 영양소 연구가 앞으로 계속 수행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2002학년도 이세웅 박사 학술진흥비 지원에 의하여 연구된 것임.

참고문헌

1. Mary K Head : Nutrient losses in institutional food handling. J. Am. Diet. Assoc. 65: 423, 1974
2. Koehler, HH and Hare, MM : Vitamin contents of pre-prepared foods sampled from a hospital food service line. J. Am. Diet. Assoc. 82(6): 622, 1983
3. Snyder, PO and Matthews, ME : Effects of Hot-holding on the nutritional quality of menu items in food service systems: A review. School Food Ser. Res. Rev. 8(1): 6, 1984
4. Snyder, PO and Matthews, ME : Percent retention of vitamin C in whipped potatoes after preservice holding J. Am. Diet Assoc. 83(4): 454, 1983
5. Kossovitas, C, Navab, M, Ang, CM and Livingston, GE : A comparison of chilled holding versus frozen storage on quality and wholesomeness of some prepared foods. J. Food Sci. 38:901-302, 1973
6. Jansen, GR, Harper, JM, Kylen, A, Shiegetomi, CT and Gaillis, LK : Pilot study to evaluate food delivery systems used in school lunch programs. Ⅱ: nutritional value. School Food Serv Res Rev. 1:24-29, 1977
7. Erdman, JW and Klein, BP : Harvesting, processing and cooking influences on vitamin C in foods. In:Seib PA, Tolbert BM, eds. Ascorbic Acid: Chemistry, Metabolism, and Uses. Washington, DC: American Chemical Society; pp.499-532, 1982
8. Bognar, A : Nutritive value of chilled meals. In: Glew G, ed Advances in Catering Technology. London, England: Applied Sciences Publishers; pp.387-408, 1980
9. Augustin, J, Marousek, GI, Tholen, LA and Bertelli, B : Vitamin retention in cooked, chilled and reheated potatoes. J. Food Sci. 45:814-816, 1980
10. Williams, PG, Ross H and Brand-Miller JC : Ascorbic acid and 5-methyltetra- hydrofolate losses in cook/chill or cook/hot-hold foodservice system. J. Food Sci. 60:541-546, 1995
11. Dahl-Sawyer CA, Chen, JJ and Huang, PD : Cook/chill foodservice systems with conduction, convection and microwave reheat subsystems. Nutrient retention in beef loaf, potatoes and peas. J. Food Sci. 47:1089-1095, 1982
12. Ezell, BD and Wilcox, MS : Loss of vitamin C in fresh vegetables as related to wilting and temperature. J. Agric Food Chem. 7:507-509, 1959
13. Ezell, BD and Wilcox, MS : Loss of carotene in fresh vegetables as related to wilting and temperature, J. Agric Food Chem. 10:124-126, 1962
14. Thomas, RB and Tabekhia, MM : High performance liquid chromatographic analysis of B-vitamin in rice and rice products. J. Food Sci. 44:263-266, 1979
15. Kamman, JF, Labuza, TP and Warthesen, JJ : Thiamin and riboflavin analysis by high performance liquid chromatography. J. Food. Sci. 44:263-266, 1979
16. Wimalasiri P and RBH Wills : Simultaneous analysis of thiamin and riboflavin in foods by high performance liquid chromatography. J. of Chromatography, 318:412-416, 1985
17. Park, HO, Oh, HS and Yoon, S : The changes of Vit.D_2 and Vit.B_2 contents according to ultraviolet rays and cooking methods of mushrooms. Korean J. Dietary Culture 16(5):463-469, 2001
18. Lim, WJ and Yoon, JS : The Problem on Riboflavin Content Inference of Common Food for Korean. J. Korean Soc. Food Nutr., 19(1): 73-79, 1990
19. Paik, JJ and Kim H : Riboflavin in milk and milk products and the destructive effects of sunlight, J. of the Korean Nutrition Soc., 9(2):54-58, 1976
20. Kim, HY : A study on total vitamin C content changes in process of food product flow and holding time of cooked soybean sprouts and fresh vegetables salads in food service operations. J. of Korean Soc. of Dietary Culture, 13(1):9-17, 1998
21. Kim, HY : Changes in the riboflavin content of stir-fried sausage with vegetable and stir-fried garlic young stem at various cooking and holding process in Food Service Establishments(Ⅰ), Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 18(4), 461-469, 2002
22. Heller, CA, McCay, CM and Lyon, CB : Losses of vitamin in large-scale cookery. J. of Nutrition 26:377-383, 1943

(2003년 10월 8일 접수, 2004년 2월 20일 채택)