

단체급식소에서 제공되는 소시지-채소 볶음과 마늘쫑 볶음의 생산단계 및 보관단계에 따른 리보플라빈 함량 변화(Ⅰ)

김 해 영

성신여자대학교 식품영양학과

Changes in the Riboflavin Content of Stir-Fried Sausage with Vegetable and Stir-Fried Garlic Young Stem at Various Cooking and Holding Processes in Food Service Establishments(Ⅰ)

Heh-Young Kim

Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

In order to develop a better food preparation method in terms of vitamin retention in food service establishments, the retention rate of riboflavin in two kinds of Korean dish (stir-fried sausage with vegetables, stir-fried garlic young stems) were examined during various cooking stages, holding temperature and duration time. Riboflavin content of the sample was analyzed using by using a HPLC with a fluorescent detector at various holding durations and temperatures. Also the changes in the pH and water contents of the samples were measured during holding at various temperatures to find any relation among the pH, water contents and riboflavin content. In the results, there were significant differences in riboflavin contents at various cooking processes such as washing, slicing, blanching, soaking, etc. Also, the retention rates of riboflavin at various holding methods and temperature were significantly different from one another. Especially 50% reduction of riboflavin content occurred during blanching of young garlic stem and only 38% of riboflavin was left after slicing carrots for stir-frying of sausage.

Key words : riboflavin, retention, cooking, vegetables, Korean dish

I. 서 론

우리나라는 1970년대 이후 산업화·도시화가 급속히 추진되어 생활양식이 복잡해지고 소비수준이 증가하였다. 식생활에서도 외식이 증가하고 가공식품의 소비가 증가되었으며 산업체급식과 병원급식 등 단체급식이 보편화되었고 1981년 제정된 학교급식법에 따라 초중고등학교의 급식이 시행되어 국민 대부분이 하루 한끼 정도는 단체급식을 제공받게 되었다.

단체급식은 대형의 조리시설을 이용하여 다량으

로 준비되고 조리된다는 것이 일반 가정에서의 조리나 기타 소량 조리와 다르며 대량 조리에 따른 영양손실 또한 크다.

한편, 단체급식소에서 식단을 편성하는 경우 식품성분별 영양소에 대한 자료를 이용하는데 우리나라에서는 조리 전후의 식품 영양소에 대한 자료가 부족하여 대개의 경우 생식품 영양소 함량 자료만을 이용하므로 실제 섭취되는 양이 다를 수 있다. 임¹⁾은 한국인 상용식품 26종을 선택하여 조리후 리보플라빈량과 식품성분표치를 비교하였는데 실험결과 쌀, 표고버섯, 당근과 같은 재료는 실험치와 식품성분표치가 거의 일치하였으나 양배추, 양파, 감자 등은 일본이나 미국의 식품성분표와 큰 차이를 보였으며 생산과정 중 햇볕에 노출되는 시간에 따라 리보플라빈의 잔존율이 반비례하는 것을 보고하였다.

외국에서는 단체급식소에서 음식이 취급되는 동

Corresponding author: Heh-Young Kim, Sungshin Women's University, 249-1, 3-ga, Dongsun-dong, Sungbuk-gu, Seoul 136-742, Korea
Tel : 02-920-7202
Fax : 02-921-5927
E-mail : hykim@cc.sungshin.ac.kr

안의 영양 손실에 대한 연구가 다양하게 이루어졌다. Kossovitas ^{등²⁾}

, Jansen <sup>등³⁾
, Erdam <sup>등⁴⁾
, Bognar <sup>등⁵⁾
, Augustin <sup>등⁶⁾
, William <sup>등⁷⁾
은 조리한 음식을 0 ~3°C로 보관하기 전 급속 냉각하는 동안 비타민류의 손실이 일어남을 보고했으며, Bognar <sup>등⁵⁾
, Augustin <sup>등⁶⁾
, Dahlinsawyer <sup>등⁸⁾
은 저장에 따른 비타민 손실은 시간에 비례함을 보고하였으며, Dahlinsawyer <sup>등⁸⁾
, William <sup>등⁷⁾
, Bognar <sup>등⁵⁾
, Ezell <sup>등^{9),10)}
은 분배와 배식단계에서 비타민 함량의 변화는 저장온도에 영향을 받는다고 보고하였으며 냉장 음식을 재가열하는 동안 비타민 손실은 재가열시간과 일인분량에 비례한다고 보고하였다.</sup></sup></sup></sup></sup></sup></sup></sup></sup></sup></sup></sup>

Ang ^{등¹¹⁾}

의 연구에서 고온보관시 가장 불안정한 영양소는 비타민 C이며 고온보관 시간이 길어질수록 영양소 파괴가 많아지고 리보플라빈, 나이아신은 고온보관시 다소 안정하다고 보고하였다. 그런데 비타민 C에 관한 연구에 비해 조리기간 중 불안정한 나이아신, 리보플라빈, 토코페롤, 비오틴, 비타민D, 판토텐산 등에 대한 연구가 부족한 실정이다.

한식 조리법은 양식과 달리 물을 이용한 데침이 많고 씨게류, 탕류와 같은 우리 고유의 조리법이 일 반화되어 있어 서구의 연구결과를 그대로 적용하기 어렵다.

식품에서 비타민류의 겸출은 그 양이 미량이고, 처리 단계별로 식품이 혼합되어 특정한 성분의 변화를 살피는 것이 기술적으로 어려우며 우리 식품처럼 여러 요소를 결합한 조리식품에서 비타민류의 변화를 겸출한 사례는 드물다. 김 ¹²⁾
은 단체급식에 제공되는 콩나물무침과 채소샐러드의 비타민C 함량을 HPLC로 측정하였으며, 생산단계 및 보관단계에 따라서 비타민C 잔존율이 유의성 있게 감소하였음을 보고하였고 실험결과에 근거하여 조리방법과 보관방법의 개선 방안을 제시하였다.

리보플라빈은 수용성 비타민이지만 물에 용해하기 어렵고 용해도는 용액의 pH에 따라 다르지만 0.03-0.06%정도로 알려져 있다. 리보플라빈은 알코올에 약간 용해되고 클로로포름, 에테르에 용해하지 않으나 페놀, 피리딘에는 용해된다. 또한, 열이나 산에는 비교적 안정하지만 알칼리에 약하고 특히 광선과 환원제에 약하다.

본 연구에서는 단체급식소에서 다량으로 조리된 후 배식되는 음식의 리보플라빈 함량 변화를 분석하기 위하여 S대학 급식소에서 제공되는 음식 중 소시지-채소 볶음과 마늘쫑 볶음의 실제 생산과정의 각 단계에서 pH, 수분함량, 리보플라빈의 함량을

측정함으로써 급식생산의 여러 단계에서 일어나는 리보플라빈의 손실을 최소화하여 영양적으로 우수한 음식을 급식하기 위한 방안을 모색하고자 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구는 1일 100식 이상을 급식하고 있는 S대학식당에서 행하여졌으며, 연구에 사용된 음식은 소시지-채소 볶음과 마늘쫑 볶음으로 S대학 식당에서 생산단계는 물론 조리후 배식 및 보관단계에 대해서 실시하였다. 각각 3회 반복 실험하였으며 실험기간은 2002년 4월부터 5월까지였다.

2. 소시지-채소 및 마늘쫑 볶음의 생산과정

소시지-채소 볶음과 마늘쫑 볶음은 자연채광이 되는 조리실에서 형광등을 보조적으로 이용하는 조건에서 생산되었다.

1) 소시지-채소 볶음

소시지-채소볶음의 재료 및 조리방법은 Table 1에 표시하였으며 생산과정은 Fig. 1과 같다.

2) 마늘쫑 볶음

마늘쫑 볶음의 재료 및 조리방법은 Table 2에 표시하였으며 생산과정은 Fig. 2와 같다.

3. 보관방법

소시지-채소 볶음은 보관시 냉장보관(4.0°C)을 하면 소시지가 단단하게 굳어지므로 상온보관(23°C)과 온장보관(65°C)을 하였으며, 마늘쫑 볶음은 온장보관을 하면 마늘쫑이 쉽게 물러지므로 상온보관과 냉장보관을 하였다. 보관용기는 스텐레스 용기이었으며 보관시간은 조리 직후부터 2, 4, 6시간 3단계로 실험하였다. 보관 중에 식품은 유니랩으로 포장하였으며 냉장보관과 온장보관에서는 실내광선에 노출되지 않았으나 상온보관에서는 실내광선에 노출되었다.

4. 실험방법

1) HPLC를 이용한 식품의 리보플라빈 정량

리보플라빈 정량을 위한 모든 실험은 3회 반복으로 수행되었으며, 표준시약을 이용한 캘리브레이션(Calibration, 측도설정)은 실험 전후로 실시하였다.

Table 1. Recipe of stir fried sausage-vegetable.

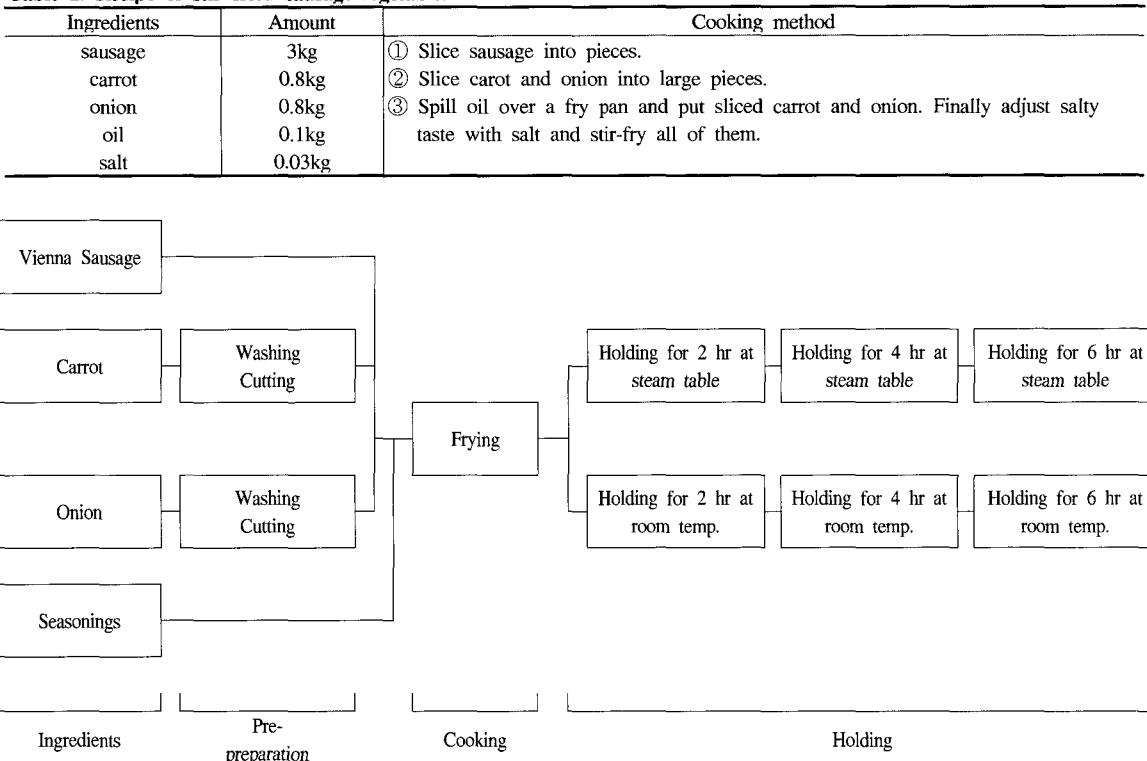


Fig. 1. Phase in product flow of stir fried sausage-vegetable.

Table 2. Recipe of stir fries garlic young stem.

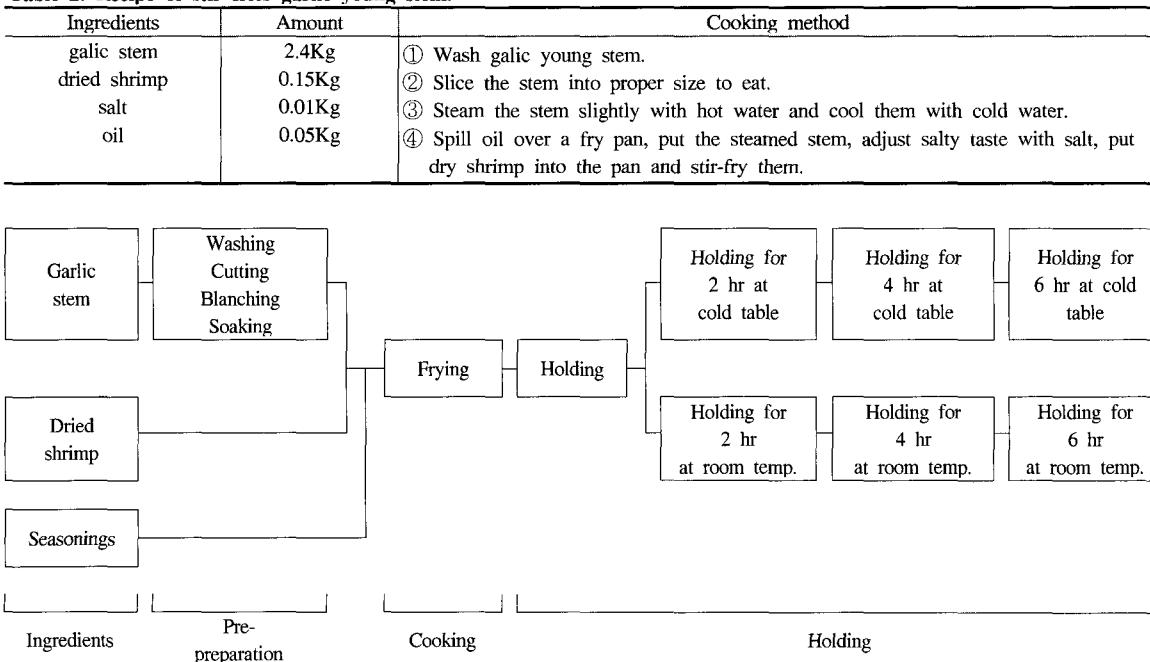


Fig. 2. Phase in product flow of stir fried garlic young stem.

① 시료 전처리와 샘플링

조리된 식품이나 재료를 샘플링하기 위해서 조리된 재료를 맥서로 충분히 분쇄한 후 10g을 취하여 추출 용매를 넣어 총 30g이 되도록 청량하였다. 이것을 vortex Mixer(M37616, USA)로 교반시키고 초음파 세척기(Branson, SR10R-DHT, USA)에 30분 간 담구어 용액중 공기를 제거한 후, 원심분리기(Hanil, HA-50, Korea)에 2500 rpm으로 30분간 작동시켰다.

이후 상등액을 취하여 membrane filter (0.45μl)로 여과한 다음 갈색시약 vial에 담아 HPLC 분석¹³⁾⁻¹⁵⁾에 이용하였다.

② 표준용액의 제조

리보플라빈 표준 시약 500mg을 취하여 100ml 플라스크에 정용 한다. 이를 다시 1ml, 2ml, 3ml 취하여 추출용매 100ml가 되도록 정용한다.

③ HPLC 분석 조건

리보플라빈 함량 분석에 사용된 기기는 HPLC (TSP, Spectra system P2000, USA)이었으며 분석조건은 Table 3과 같다.

2) pH 및 수분함량의 측정

생산단계별, 보관단계별로 pH를 측정하기 위하여 시료를 10g을 취하여 100ml의 중류수를 붓고 균질화 시킨 후 pH meter(Orion, Model 420, USA)으로 측정하였다.

수분함량을 측정하기 위하여 시료를 3g 취하여

자동수분함량 측정기(CEM, Model Cabwave 9000, USA)로 측정하였다.

5. 통계처리

생산단계별, 보관시간이나 보관온도에 따른 리보플라빈 함량에 대한 실험결과는 LSD방법에 따른 평균간비교¹⁶⁾를 하였으며 유의수준 5%에서 유의수준을 비교하였다.

보관방법에 따른 리보플라빈 함량의 변화의 차이를 분석하기 위하여 시간을 독립변수로 하여 비타민 함량의 회귀모형을 구하였으며 상관계수와 회귀모형 상수의 유의수준을 분석하였다.

또한 pH와 비타민 함량, 수분함량과 비타민 함량 간에 대하여 상관관계를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 실험에 사용한 식품(원재료)의 리보플라빈 함량

Table 4에 본 연구에서 측정한 식품의 리보플라빈 함량과 2000년에 발표된 한국 식품분석표¹⁷⁾, 일본성분표¹⁸⁾, 임 등¹⁹⁾의 실험치와 비교하여 나타내었다.

소시지의 경우 리옹, 블로냐, 비엔나, 위너, 프랑크 푸르트, 핫도그 등의 종류에 따라 리보플라빈 함량의 차이가 있는데 본 실험에 사용된 소시지는 비엔나(제조사: 동원)로 미국이나 일본의 제품과 직접 비교할 수는 없다. 본 실험치 0.028mg/100g은

Table 3. HPLC set-up for riboflavin measurement.

Items	Set-up description
Column	Water's symmetry C ₁₈ (3.9 × 150mm)
Detector	UV 253nm, FL 375nm
Mobile phase	gradient ⓐ 1mM hexane sulfonic acid 100mM KH ₂ PO ₄ 90 : Methanol 10 ⓑ 1mM hexane sulfonic acid 100mM KH ₂ PO ₄ 50 : Methanol 50
Flow rate	1.0 ml/min
Chart speed	5mm/min
AUFS	0.16
Injection volume	10μl
Column oven temperature	40°C

Table 4. Comparison of riboflavin contents in various foods from different data source. (Unit : mg/100g)

Food item	Experimetal data	Korean Food composition table	Japanese composition table	Lim et al. ¹⁹⁾
Sausage(Vienna)	0.028	0.12	0.13	0.048
Carrot	0.016	0.05	0.06	0.043
Onion	0.012	0.01	0.01	0.04
Garlic young steam	0.047	0.22	0.15	0.04
Dried shrimp	0.327	0.10	-	-

한국 식품성분표¹⁷⁾에 나타난 일반명 소시지의 0.12mg/ 100g나 일본 식품성분표¹⁸⁾의 프랑크푸르트 소시지의 0.13mg/100g과는 상당한 차이를 보였다.

당근의 리보플라빈 함량은 식품성분표¹⁷⁾에 나타난 0.05 mg/100g에 비하여 본 연구에서는 0.016mg/ 100g으로 분석되어 큰 차이를 보였다.

리보플라빈 함량이 비교적 높아 리보플라빈의 좋은 급원으로 알려진 양파의 경우, 실험에 의한 리보플라빈 함량은 1996년 한국 식품성분표¹⁷⁾와 일본의 식품성분표¹⁸⁾에 나타난 0.01mg/ 100g과는 유사하였다.

마늘쫑의 경우는 식품 성분표¹⁷⁾와 차이를 보였으나 임 등¹⁹⁾의 실험치와는 비슷하였다.

전새우의 경우 역시 식품성분표¹⁷⁾와 차이가 있었는데, 식품의 종류와 조사시기에 따라 리보플라빈의 함량에 차이가 있다고 사료된다.

2. 생산과정에 따른 변화

1) 소시지-채소 볶음

소시지-채소 볶음의 생산과정에 따른 리보플라빈과 수분함량 및 pH에 관한 실험결과는 Table 5와 같다.

소시지-채소 볶음의 전처리 단계에서는 소시지를 제외하고 당근과 양파 등을 먼저 물에 씻은 후 자르고 조리하였는데 원재료 소시지의 경우 리보플라빈 함량의 평균값이 0.028mg/100g에서 자른 후에는 0.019mg/ 100g 으로서 감소하였으나 통계분석결과 유의차가 없었다. 당근은 원재료의 리보플라빈 함량이 0.016mg/100g에서 씻은 후에는 0.012 mg/100g, 자른 후는 0.006mg/ 100g으로서 유의적으로 감소하였다. 또한 양파 역시 원재료의 리보플라빈 함량이 0.012mg/ 100g에서 씻은 후 0.009mg/ 100g, 자른 후

Table 5. Changes of riboflavin, moisture content and pH of stir fried sausage-vegetable at various cooking process.

Sample and Process	Riboflavin (mg/100g)	Moisture Content (%)	pH
Sausage(Vienna)			
Uncooked sausage	0.028±0.003 ^{a1),2)}	57.625±0.488 ^a	6.315±0.162 ^a
Cutting	0.019±0.003 ^a	58.835±0.078 ^a	6.115±0.021 ^a
Carrot			
Uncooked carrot	0.016±0.002 ^a	89.295±0.785 ^a	6.525±0.007 ^a
Washing	0.012±0.001 ^b	89.455±0.601 ^a	6.475±0.064 ^a
Cutting	0.006±0.001 ^c	89.305±0.233 ^a	6.620±0.028 ^a
Onion			
Uncooked onion	0.012±0.000 ^a	88.105±1.110 ^a	6.10±0.071 ^a
Washing	0.009±0.000 ^b	89.385±0.389 ^b	6.21±0.007 ^b
Cutting	0.008±0.000 ^c	90.590±0.141 ^c	6.05±0.007 ^c
Cooked Stir Fried Sausage-Vegetable	0.014±0.001	69.135±0.346	6.165±0.035

1) Mean ± Standard Deviation

2) Values with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 level (LSD method).

Table 6. Changes of riboflavin, moisture content and pH of stir fried garlic young stem at various cooking process.

Sample and Process	Riboflavin (mg/100g)	Moisture Content (%)	pH
Garlic Young Stem			
Uncooked Garlic Stem	0.047±0.005 ^{a1),2)}	82.755±0.544 ^a	7.115±0.02 ^a
Washing	0.038±0.001 ^b	85.975±0.601 ^d	6.44±0.01 ^b
Cutting	0.035±0.001 ^c	82.030±0.268 ^b	6.47±0.04 ^b
Blanching	0.024±0.002 ^d	81.910±1.089 ^b	5.37±0.02 ^d
Soaking	0.021±0.001 ^d	83.995±0.898 ^c	5.555±0.04 ^c
Dried Shrimp	0.327±0.024	14.830±0.396	8.303±0.100
Cooked Stir Fried Garlic Young Stem	0.067±0.002	78.105±0.346	7.480±0.028

1) Mean ± Standard Deviation

2) Values with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 level (LSD method).

에는 0.008mg/ 100g으로 유의적으로 감소하였다. 소시지-채소볶음의 조리직후 리보플라빈 함량은 0.014mg/100g으로 나타났다.

당근과 양파 등 채소의 경우 소시지의 경우보다 여러 전처리 단계에 따라 리보플라빈 함량이 유의적으로 감소하였음을 알 수 있다.

소시지의 경우 전처리과정 중 조리실내 광선에 노출된 시간은 7분으로 리보플라빈 잔존율(생재료의 리보플라빈 함량 대비 각 단계별 함량)을 계산한 결과 68%이었고, 당근의 경우 광선에 노출된 총시간은 11분으로 리보플라빈 잔존율은 38%이었으며, 양파의 경우 광선에 노출된 총시간은 7분으로 리보플라빈 잔존율은 66%이었고, 브는 과정에 소요된 시간은 15분으로서 리보플라빈 잔존율은 25%였다. 리보플라빈 잔존율은 생산과정 중 광선에 노출된 시간과 반비례관계를 보인다는 보고^{1,19)} 가 있는데, 리보플라빈이 광선에 의해 쉽게 파괴된다는 점을 고려할 때 임 등¹⁾의 실험과 마찬가지로 본 연구 결과에서도 조리시 광선에 노출되는 시간이 길었던 식품에서 리보플라빈 잔존율이 낮은 것으로 나타났으므로 리보플라빈의 손실을 줄이기 위해서는 생산과정 중 재료를 썰고 광선에 노출되는 시간을 줄여야 할 것으로 판단된다. 수분함량과 pH는 생산과정동안 큰 변화가 없었다.

2) 마늘쫑 볶음

마늘쫑 볶음의 생산과정에 따른 리보플라빈 함량과 수분함량 및 pH에 관한 실험결과를 Table 6에 나타내었다.

원재료인 마늘쫑은 셋기와 자르기, 삶기, 물에 담그기와 같은 전처리 단계별로 유의적으로 감소함을

보였다. 특히 마늘쫑을 자른 후 물에 데치는 과정에서 리보플라빈 함량이 0.024mg/100g으로서 원재료의 0.047mg/ 100g과 비교하여 49%의 리보플라빈이 손실되었으며 데친 후 찬물에 15분 정도 담구어 건져낸으로서 전처리 과정을 끝낸 후에는 리보플라빈 함량이 0.021mg/100g으로서 55%의 리보플라빈이 손실되었다.

조리직후 마늘쫑볶음의 리보플라빈 함량을 분석한 결과는 0.067mg/100g으로 나타났으며 생재료의 리보플라빈 함량을 이용하여 잔존율을 계산하면 85.9%로 나타났다. 이 결과는 생산과정 중에 전새우에서는 거의 리보플라빈 함량에 변화가 없었고 마늘쫑이 함유한 리보플라빈이 주로 파괴된 것으로 판단된다. 따라서 불필요하게 마늘쫑 생재료를 오래 물에 담그어 두는 과정이 리보플라빈 손실의 원인이 될 수 있음을 알 수 있다. 수분함량과 pH는 생산과정동안 큰 변화가 없었다.

3. 조리 후 보관방법에 따른 변화

1) 소시지-채소 볶음

소시지-채소볶음은 두 가지 보관방법인 상온보관과 온장보관으로 6시간까지 보관하였으며, 2시간 간격으로 각 비타민 함량과 수분 및 pH를 측정하였다. 그 결과는 Table 7과 Fig. 3에 나타내었다.

보관시간에 따라 리보플라빈 함량은 유의적으로 감소하였으며 pH는 점점 산성으로 변화하였고 수분함량 역시 시간이 경과함에 따라 감소하였다. 상온보관에서는 조리직후 0.014 mg/100g에서 보관 2시간후 0.012 mg/100g, 4시간후 0.010mg/ 100g, 6시간후 0.010mg/ 100g으로 71% 리보플라빈 잔존율을 보인 반면 온장보관인 경우에는 2시간후 0.010mg/

Table 7. Changes of riboflavin, moisture content and pH of stir fried sausage-vegetable at various holding temperature and duration.

Holding temperature and duration (hr)	Riboflavin (mg/100g)	Moisture Content (%)	pH
Room temperature(23°C)			
Just cooked dish	0.014±0.001 ^{a,2)}	69.135±0.346 ^a	6.165±0.035 ^a
2 hours	0.012±0.001 ^b	74.300±0.967 ^b	6.015±0.035 ^b
4 hours	0.010±0.000 ^b	74.105±0.134 ^b	6.285±0.035 ^c
6 hours	0.010±0.000 ^b	53.625±0.064 ^c	5.815±0.106 ^d
Warm temperature(65°C)			
Just cooked dish	0.014±0.001 ^a	69.135±0.346 ^a	6.165±0.035 ^a
2 hours	0.010±0.002 ^b	73.125±0.163 ^b	6.090±0.029 ^b
4 hours	0.009±0.001 ^c	70.785±0.290 ^c	6.195±0.035 ^c
6 hours	0.008±0.001 ^d	50.550±0.863 ^d	5.710±0.014 ^c

1) Mean ± Standard Deviation

2) Values with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 level (LSD method).

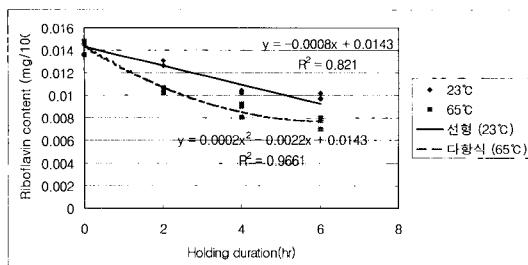


Fig. 3. Changes of riboflavin content of stir fried sausage-vegetable at various holding temperature and duration.

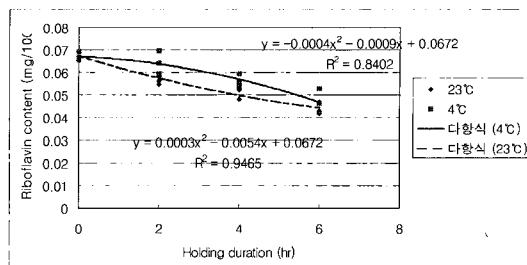


Fig. 4. Changes of riboflavin content of stir fried garlic young stem at various holding temperature and duration.

Table 8. Changes of riboflavin, moisture content and pH of stir fried garlic young stem at various holding temperature and duration.

Holding temperature and duration (hr)	Riboflavin (mg/100g)	Moisture Content (%)	pH
Room temperature(23°C)			
Just cooked dish	0.067±0.002 ^{a1),2)}	78.105±0.346 ^a	7.480±0.028 ^a
2 hours	0.056±0.001 ^b	77.140±0.014 ^b	7.365±0.064 ^b
4 hours	0.051±0.002 ^c	75.215±0.233 ^c	7.065±0.035 ^c
6 hours	0.044±0.002 ^d	73.125±0.884 ^d	6.505±0.190 ^d
Cold temperature(4.0°C)			
Just cooked dish	0.067±0.002 ^a	78.105±0.346 ^a	7.480±0.028 ^a
2 hours	0.064±0.004 ^a	77.920±0.071 ^a	7.155±0.049 ^b
4 hours	0.056±0.002 ^b	74.870±1.853 ^b	6.890±0.014 ^c
6 hours	0.047±0.004 ^c	73.495±0.926 ^c	6.530±0.226 ^d

1) Mean ± Standard Deviation

2) Values with different superscripts in a column are significantly different at p<0.05 level (LSD method).

100g, 4시간 후 0.009mg/100g, 6시간후 0.008mg/100g으로 57% 리보플라빈 잔존율을 보여 주었다. 이는 상온보관에 비해 온장보관에서 비타민의 손실이 더 커졌음을 보여주었고 Streightoff²²⁾ 등의 실험결과 콩을 90분간 온장보관시 9% 손실을 보았다는 것보다 많은 양이 손실되었다. 이는 음식의 온장보관시 음식의 질 저하와 영양소 손실의 주요 원인이라는 주장과 일치되는 결과였다.

Bognar 등⁵⁾의 보고에 의하면 온장보관시 가장 불안정한 영양소로 본 비타민 C의 경우는 시간이 30분 이하에서도 비타민의 파괴가 높았으며 온장보관 시간이 증가할수록 영양소의 파괴가 많아지는 반면 리보플라빈은 온장보관시 상대적으로 안정하다고 했다.

또한 보관방법간의 함량차이를 알아보기 위하여 회귀분석결과 Fig. 3에서 보여준 것처럼 상온보관과 온장보관사이에 유의적인 차이를 나타냈다.

2) 마늘쫑 볶음

마늘쫑 볶음은 냉장보관과 상온보관으로 6시간 까지 보관하였으며 보관시간에 따른 결과는 Table

8, Fig. 4와 같다.

보관시간에 따라 리보플라빈은 유의적으로 감소하였다. 상온보관의 경우는 6시간까지 조리직후의 0.067mg/100g에서 0.056mg/100g, 0.051 mg/100g, 0.044mg/100g로 계속적으로 유의적으로 감소하였으나 냉장보관의 경우는 2시간까지는 조리직후 0.067mg/100g에서 0.064mg/100g으로 4%의 손실률로 유의적인 차이가 없다가 4시간 후부터 0.056mg/100g, 0.047mg/100g으로 유의적인 감소를 볼 수 있

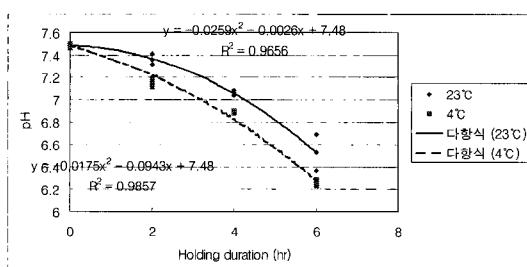


Fig. 5. Changes of pH of stir fried garlic young stem at various holding temperature and duration.

었다.

본 실험의 결과는 Bognar 등⁵⁾이 2시간 냉장보관한 감자, 돼지고기, 햄버거, 간그레이비의 리보플라빈의 손실률이 5%미만였다는 결과와 유사하였다.

또한 상온보관과 냉장보관 모두 수분함량은 보관시간에 따라 감소하였으며 pH역시 두 방법에서 보관시간에 따라 산성화되는 것을 볼 수 있다.

보관방법간의 리보플라빈 함량차이를 알아 보기 위해 회귀분석결과 Fig. 4에서 보여준 것처럼 상온보관과 냉장보관사이에 유의적인 차이를 나타냄으로써 냉장보관 하는 경우가 리보플라빈 잔존율이 높았으며 보관방법간의 pH변화 역시 Fig. 5에서 보여준 것처럼 상온보관과 냉장보관사이에 유의적인 차이를 보여주었다.

일반적으로 비타민의 손실은 보관과정에서 더 많이 일어난다고 한다. 특히 리보플라빈이 풍부한 식품을 보관할 때에는 세심한 주의가 필요하다. Heller 등²¹⁾은 비타민을 보존하기 위해서는 가능한 짧은 시간동안의 채소보관이 바람직하다고 하였는데, 이상의 결과에서 소시지-채소 볶음을 조리후 불가피하게 보관하는 경우에는 온장보관보다는 상온보관을 하는 경우가 리보플라빈 잔존율이 높았으며, 여러 연구자들의 실험결과와 본 실험결과로 유추해 보면 온장보관 시간을 2시간 이하로 제한하는 것이 바람직하다고 사료되며 마늘쫑 볶음은 조리후 불가피하게 보관되는 경우 냉장보관을 하는 경우가 리보플라빈 잔존율이 높았다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 1일 100식 이상을 급식하는 S대학식당에서 제공되는 음식중 소시지-채소볶음, 마늘쫑 볶음을 선택하여 각 생산단계 및 보관방법에 따른 리보플라빈함량, 수분함량, pH를 측정함으로써 유의적으로 영양소가 감소되는 단계를 규명하고 급식소에서 초래되는 영양소 손실을 최소화하여 영양적으로 우수한 급식을 실시하는데 필요한 기초자료를 제시하고자 실시하였다.

1. 본 실험에 사용된 원재료의 리보플라빈 함량 : 본 실험에 사용한 식품 5종의 리보플라빈 함량을 분석한 후 실험치를 국내외 식품성분표상의 수치와 비교한 결과 식품성분표치와 다소 차이를 보인 것도 있었으나 이는 식품종류에 따라 많은 차이가 있는 것으로 보아 정확하게 비교하기가 어려웠다.

2. 소시지-채소볶음 : 생산단계중 전처리과정에서 소시지를 제외한 채소(당근, 양파)의 리보플라빈이 유의적으로 감소되었다. 특히 당근의 경우 원재료 0.016mg/100g에서 전처리 단계 마지막 단계인 썰기한 후 0.006mg/ 100g로 약 38%의 잔존율을 보임으로써 볶는 과정을 제외한 전처리과정에 있어서 가장 낮았는데 이는 다른 재료에 비해 O₂와 햇빛에 노출되는 시간이 가장 길었기 때문인 것으로 사료된다. pH와 수분함량의 변화는 유의적이지 않았다.
3. 마늘쫑 볶음 : 원재료 마늘쫑은 전처리과정 및 생산 단계에서 유의적으로 리보플라빈 함량이 감소하였다. 특히 마늘쫑을 자른 후 물에 네치는 과정에서 원재료의 리보플라빈(0.047mg)에 비해 50%의 리보플라빈 감소가 일어났다.
4. 조리후 보관방법에 따른 변화 : 조리후 6시간 보관되는 동안 리보플라빈이 유의적으로 감소하였으며 소시지-채소볶음은 온장보관보다는 상온보관의 경우가 마늘쫑 볶음은 상온보관보다는 냉장보관의 경우가 비타민의 감소율이 적었다. pH는 보관시간에 따라 점점 산성으로 수분함량은 보관간 6시간까지 계속 유의적으로 감소하였다.

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

첫째, 본 연구에서 리보플라빈이 유의적으로 감소된 생산단계(썰기, 썰기, 대치기, 조리후 보관단계)에 대하여 급식소에서 식품이 취급되는 동안의 영양소의 파괴를 최소화시키기 위한 연구가 계속적으로 필요하다고 본다. 특히 리보플라빈 손실률은 생산과정중 재료를 잘게 썰고 광선에 노출되는 시간을 최소화하도록 하는 것이 바람직하다고 사료된다.

둘째, 조리 후 배식하기까지 시간이 지체될 때 비타민이 파괴될 위험에 놓이게 된다. 리보플라빈의 파괴를 최소화하기 위해 반드시 냉장보관하고 소시지-채소볶음 경우 온장보관시 2시간 이내로 보관하는 것이 바람직하겠다.

급식소에서 제공되는 다른 음식들에 대한 생산단계에 따른 영양소 손실에 관한 연구가 앞으로 계속 수행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2001학년도 이세웅 박사 학술진흥비 지원에 의하여 연구된 것임.

참고문헌

1. Wha-Jae Lim, Jin-Sook Yoon: The Problem on Riboflavin Content Inference of Common Food for Korean. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 19(1): 73-79, 1990
2. Kossovitas C, Navab M, Ang C. M, 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
3. Jansen G. R, Harper J. M, Kylen A., Shiegetomi C. T, Gaillies L. K. Pilot study to evaluate food delivery systems used in school lunch programs. II: nutritional value. *School Food Serv Res Rev.*, 1:24~29, 1977
4. Erdman J. W, Klein, B. P, 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. 499-532, 1982
5. Bognar A. Nutritive value of chilled meals. In: Glew G, ed Advances in Catering Technology. London, England: Applied Sciences Publishers. 387-408, 1980
6. Augustin J, Marousek G. I, Tholen L. A, Bertelli B. Vitamin retention in cooked, chilled and reheated potatoes. *J. Food Sci.*, 45:814-816, 1980
7. Williams P. G, Ross H, Brand-Miller J. C. Ascorbic acid and 5-methyltetrahydrofolate losses in cook/chill or cook/hot-hold foodservice system. *J. Food Sci.*, 60:541-546, 1995
8. Dahl-Sawyer C. A, Chen J.J., Huang P.D. 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
9. Ezell B. D., Wilcox M. S. Loss of vitamin C in fresh vegetables as related to wilting and temperature. *J. Agric Food Chem.*, 7:507-509, 1959
10. Ezell B. D., Wilcox M. S. Loss of carotene in fresh vegetables as related to wilting and temperature. *J. Agric Food Chem.*, 10:124-126, 1962
11. Ang CYM, Basillo L. A., Cato B. A., Livingston G. E. Riboflavin and thiamin retention in frozen beef-soy patties and frozen fried chicken heated by methods used in food service operations. *J. Food Sci.*, 43: 1024-1027, 1978
12. Heh-Young Kim: A Study on Total Vitamin C Content Changes in Process of Food Products Flow and Holding Time of Cooked Soybean Sprouts and Fresh Vegetables Salads in Food Service Operations. *Journal of The Korean Society of Dietary Culture*, 13(1): 9-17, 1998
13. R. B. Tomas, M. M. Tabekhia. High performance liquid chromatographic analysis of B-vitamin in rice and rice products. *J. Food Sci.*, 44:263-266, 1979
14. J. F. Kamman, T. P. Labuza, J. J. Warthesen. Thiamin and riboflavin analysis by high performance liquid chromatography. *J. Food Sci.*, 44:263-266, 1979
15. Wimalasiri P., R. B. H. Wills. Simultaneous analysis of thiamin and riboflavin in foods by high-performance liquid chromatography. *J. of Chromatography*, 318: 412-416, 1985
16. Chae Y. A. et al. Statistics for Biology. Chungminsa
17. The Korean Nutrition Society : Recommended Dietary Allowances for Koreans, 7th Revision, 2000
18. Science and Technology Agency (Japan). Resource Survey Group : Standard Food Nutrients Table of Japan, 4th ed., p.175, 1995
19. Jeong-Ja Paik, Harriet Kim: Riboflavin in milk and milk Products and the destructive effects of sunlight, *Journal of The Korean Nutrition Society*, 9(2); 54-58, 1976
20. Streightoff F., et. al. Effect of large-scale methods of preparation on vitamin content of foods, 1: potatoes. *J. Am Diet Assoc.* 22:117-127, 1946
21. Heller C. A., McCay C. M., Lyon C. B. Losses of vitamins in large-scale cookery. *J. of Nutrition* 26:377-383, 1943

(2002년 7월 22일 접수, 2002년 8월 22일 채택)