

조리 방법 및 저장 조건이 '너비아니'의 티아민 보유량에 미치는 영향

김희섭

수원대학교 생활과학대학 식품영양학과

Effects of Cooking, Reheating Methods and Storage Conditions on the Thiamin Content in 'Nuhbiani'

Heesup Kim

Department of food and Nutrition, Suwon University

Abstract

The changes in thiamin content of an experimental product, 'Nuhbiani' were measured at the end of the process of simulated home prepared precook/storage/reheat system. The retention of thiamin in Nuhbiani after reheating by pan or microwave were compared. Statistical analyses indicated that there were no significant differences in thiamin contents due to the method of precooking and reheating. However, there were significant thiamin losses due to the storage period but no differences between the storage conditions. There were significant thiamin losses after 7 days of refrigeration ($p < .05$). The points causing significant thiamin losses in food product flow were precooking and 7 days of refrigerated storage.

Key words: meat, cooking method, storage, thiamin content

I. 서론

최근 생활양식의 변화는 간편하고 빠른 식사준비를 요구하게 되었고, 이러한 경향은 가정에서 가공 식품이나 즉석 식품, 반조리 식품에 많은 지출을 하게 되었다¹⁾. 그러나 우리나라의 소비자들은 이러한 편의 식품의 필요성은 인정하면서도 식품의 안전성에 민감하여 사용을 주저하고 있는 실정이다²⁾. 따라서 가정에서는 실질적으로 음식을 제조한 후 냉장 또는 냉동저장한 후 해동하여 사용하는 경우가 많이 있다. 가열조리 방법, 저장, 재가열 방법 등은 영양소의 손실과 품질 변화를 가져오나 이 과정에 관한 체계적인 연구가 거의 없으며, 공장 가공 제품이나 단체 급식의 cook/chill food service 시스템의 생산과정에 따른 영양소의 변화에 관한 논문이 있다^{3,4)}.

이에 시간적인 여유가 있을 때 육류로 미리 조리한 후 냉장이나 냉동 방법으로 저장하고 먹기 직전에 재가열하여 사용할 수 있는 가정 조리법 모델을 개발하였다. 식사로 제공되는 영양소는 주로 식품 성분 분석표를 이용하여 영양소를 산출하나 다양한 조리나 재가열 방법 등을 사용할 경우에는 많은 변화가 있다. 특히 티아민은 육류 조리과 가공과정에서 가장 손실

되기 쉬운 영양소이다. 따라서 다양한 방법으로 조리된 후 육류가 식사로 제공될 때 어느 정도의 적절한 영양소를 제공할 것인가가 관심 대상이다.

이 실험의 목적은 편의 식품화한 가정 조리 시스템에서 조리방법, 저장방법 및 재가열 방법을 달리했을 때 티아민 함량의 변화를 연구하고자 하였으며 이 결과는 조리된 식품의 실제 영양소 제공 수준을 파악하는데 도움을 줄 것으로 생각된다.

II. 재료 및 방법

가정에서 흔히 조리 되는 과정에 따라 실험실에서 생산 과정을 모델화하였다. 생산과정의 흐름도는 예비조리과정, 저장방법 및 기간, 재가열방법을 달리하여 실험하였다(Fig. 1). 실험재료는 전보⁵⁾와 같은 방법으로 제조하였다. 예비 조리 과정으로는 pan, microwave, brasing 방법을 사용하였으며, 예비조리된 것을 냉장방법으로 1, 4, 7, 15일간 저장하였고, 냉동 방법으로 15일, 30일간 저장하였다. 저장했던 것은 다시 pan과 microwave의 방법으로 재가열하였다. 이와같이 각 조건에서 예비조리/저장/재가열을 완료한 것을 시료로 사용하였다.

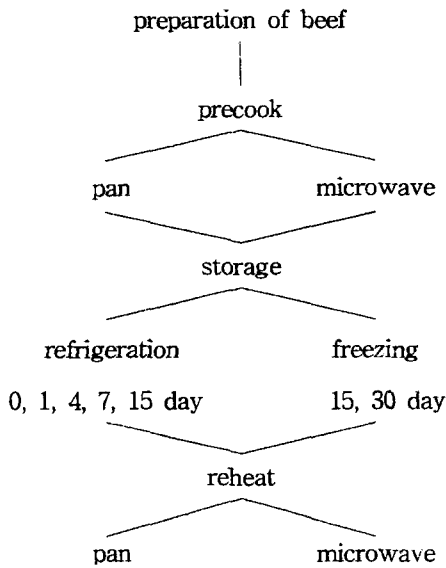


Fig. 1. Product flow and experimental design of 'Nuhbiani'.

1. Thiamin 함량 분석

Thiamin은 Brubacher 등⁷⁾의 fluorometric method를 수정하여 사용하였다. Thiamin 값은 3반복 실험하여 평균치를 얻었다.

2. 티아민 보유율(Thiamin retention) 측정

Thiamin 함량은 가정 조리 모델 시스템의 조리과정에서 예비조리전과 예비조리/저장/재가열을 거친 후에 측정하였다. Thiamin 보유율은 조리, 저장, 재가열 과정 중에 일어나는 중량 손실과 손실되는 고형물(지방, 단백질, 미네랄, 비타민), 수분을 감안하여 Murphy 등⁸⁾의 방법을 사용하여 구하였다.

Thiamin 보유율=

$$\frac{\text{조리된 너비아니의 g당 티아민 함량(조리/저장/재가열 처리후)} \times \text{조리된 너비아니의 무게(조리/저장/재가열 처리후)}}{\text{조리전 너비아니의 g당 티아민 함량(조리/저장/재가열 처리전)} \times \text{조리전 너비아니의 무게(조리/저장/재가열 처리전)}} \times 100$$

3. 중량 손실(cooking loss) 측정

중량 손실을 측정하기 위해 시료의 무게를 예비조리 후와 예비조리/저장/재가열 과정을 거친후에 측정하였다. Cooking loss는 너비아니 제조후의 무게와 예비 조리 후의 무게 차이, 그리고 너비아니 제조 후의 무게와 예비조리/저장/재가열 처리후의 무게의 차이를 측정하였다. 이때 중량 손실은 너비아니 제조 후의 무

게를 100 g으로 환산하여 중량손실을 퍼센트로 표현하였다.

모든 실험결과는 SAS package를 이용하여 분산 분석과 duncan 다중비교 검사법으로 처리군사이의 유의성을 검정하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 조리 및 재가열 방법, 저장 방법, 저장 기간에 따른 thiamin 함량과 thiamin 보유율

조리 및 재가열 방법 그리고 저장 기간에 따른 thiamin 함량의 결과는 Table 1과 같으며 Thiamin 보유율은 Table 2와 같다. Thiamin 함량은 PP, PM, MM, MP, BP 등 모든 조리방법 처리군 사이에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 즉 예비조리 방법으로 pan, microwave, braising을 사용하거나 재가열 방법으로 pan, microwave 방법을 선택하여 한가지 방법 또는 혼합 방법으로 사용하거나 사용 순서를 바꾸더라도 thiamin 함량에는 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러나 저장기간에 따라서는 유의적 차이를 보였다. 냉장 저장의 경우, 저장기간 1일 후 재가열 군과 저장기간 4일후 재가열군은 조리방법과 저장 기간에 의해서 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러나 저장 기간 7일 후 재가열 처리군에서는 저장기간 1일 후, 저장기간 4일 후의 재가열 처리군에 비해서 thiamin 함량이 유의적으로 크게 감소하였다(p < 0.05) 저장기간 15일 후 재가열 처리군은 7일 후 재가열 처리군과 유의적 차이가 없었다. 냉동 저장의 경우, 냉동 저장 15일 후와 30일 후 재가열 처리군의 thiamin 함량은 냉장 저장 7일 후, 15일 후의 재가열 처리군과 유의적으로 차이를 보이지 않았으며 조리 방법간에도 차이를 보이지 않았다.

Thiamin 보유율(Table 2)에서도 조리방법들간에는 차이가 없었으며 저장 기간에 따라서는 차이를 보였는데, 냉장 저장 7일후 재가열 처리군 부터 유의적으로 감소하였다(p < 0.05). 냉동 저장의 경우 냉장 저장 7일후의 처리군과 유의적인 차이가 없었다. 예비 가열 조리하기 전의 너비아니를 티아민 보유율 100%로 볼 때 냉장 저장 1일 후 재가열 처리군은 티아민 손실이 약 60%에 달했다. 냉장 저장 7일의 경우 약 80% 손실되었다. 냉장 15일 저장이나 냉동저장의 경우 손실이 냉장 저장 7일의 경우와 비슷하였다. 따라서 thiamin은 냉장 저장 4일 후부터 급격하게 떨어지는 것으로 보인다. Matthews 등⁹⁾은 beef loaf의 영양소 보유 정도를 cook/chill food service system의 생산단계별로 조사하였으며 재가열시 모든 재가열 방법에서 thiamin

Table 1. Thiamin contents of Nuhbiani according to cooking, reheating methods and storage conditions

Characteristics		Thiamin content ($\mu\text{g/g}$)				
Storage methods	Storage periods (day)	Cooking methods				
		PP ³⁾	PM ⁴⁾	MM ⁵⁾	MP ⁶⁾	BP ⁷⁾
Refrigeration	1	0.57 \pm 0.00 ^{a1)}	0.62 \pm 0.00 ^a	0.61 \pm 0.00 ^a	0.59 \pm 0.03 ^a	0.69 \pm 0.00 ^a
	4	0.72 \pm 0.02 ^a	0.62 \pm 0.00 ^a	0.46 \pm 0.01 ^a	0.51 \pm 0.00 ^a	0.68 \pm 0.01 ^a
	7	0.33 \pm 0.00 ^b	0.33 \pm 0.00 ^b	0.32 \pm 0.00 ^b	0.29 \pm 0.00 ^b	0.24 \pm 0.02 ^b
	15	0.29 \pm 0.00 ^b	0.29 \pm 0.00 ^b	0.37 \pm 0.00 ^b	0.36 \pm 0.00 ^b	0.34 \pm 0.01 ^b
Freezing	15	0.37 \pm 0.00 ^b	0.31 \pm 0.00 ^b	0.30 \pm 0.00 ^b	0.29 \pm 0.00 ^b	0.30 \pm 0.00 ^b
	30	0.39 \pm 0.00 ^b	0.31 \pm 0.00 ^b	0.43 \pm 0.00 ^b	0.30 \pm 0.00 ^b	0.33 \pm 0.00 ^b

¹⁾ Significant at $\alpha=0.05$ level.

²⁾ Means not followed by the same letter are significantly different from one another ($p < 0.05$).

³⁾ PP: pan-pan.

⁴⁾ PM: pan-microwave.

⁵⁾ MM: microwave-microwave.

⁶⁾ MP: microwave-pan.

⁷⁾ BP: braising-pan.

Table 2. Thiamin retention of Nuhbiani according to cooking, reheating methods and storage conditions

Characteristics		Thiamin retention (%)				
Storage methods	Storage periods (day)	Cooking methods				
		PP ³⁾	PM ⁴⁾	MM ⁵⁾	MP ⁶⁾	BP ⁷⁾
Freshly prepared	0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Refrigeration	1	46.1 ^{b1)}	45.0 ^b	32.9 ^b	31.7 ^b	52.4 ^b
	4	31.0 ^{bc}	43.2 ^{bc}	29.3 ^{bc}	38.7 ^{bc}	50.2 ^{bc}
	7	26.8 ^c	23.8 ^c	21.8 ^c	22.1 ^c	18.2 ^c
	15	24.2 ^c	25.0 ^c	31.8 ^c	28.2 ^c	26.3 ^c
Freezing	15	31.4 ^c	22.1 ^c	19.8 ^c	20.8 ^c	21.7 ^c
	30	25.4 ^c	23.9 ^c	27.5 ^c	20.1 ^c	24.5 ^c

¹⁾ Significant at $\alpha=0.05$ level.

²⁾ Means not followed by the same letter are significantly different from one another ($p < 0.05$).

³⁾ PP: pan-pan.

⁴⁾ PM: pan-microwave.

⁵⁾ MM: microwave-microwave.

⁶⁾ MP: microwave-pan.

손실이 있었으나 특히, microwave를 사용했을 때 다른 재가열 방법보다 thiamin의 손실이 증가되었고 재가열한 시간이나 내부온도와는 상관이 없다고 보고한 바 있다. Bobeng 등⁹⁾도 beef loaf를 microwave로 90초간 재가열했을 때 12.5% 손실을 보였다고 보고하였다. 그러나 조리 방법에 따른 thiamin 함량의 연구 결과는 많은 논문에서 일치된 결과를 보이지 않고 있어 논란의 대상이 되고 있다. 본 실험의 경우 티아민 보유율이 매우 낮은 것은 조리 과정과 가열 및 재가열

과정이 길어 시간이 오래 걸리고, 저장시 냉동이나 냉각 기간이 cook/chill system에 비해서 길었기 때문으로 보인다. 따라서 티아민의 보유는 냉장 저장은 조리법에 상관없이 4일 이내로 저장한 후 재가열할 때 40%정도의 보유가 가능하며 7일간 저장할 때 23% 정도를 보유하게 된다. 15일 정도의 저장기간에서는 냉장과 냉동 저장 방법 사이에 티아민 보유율에서 유의적 차이가 없었으나 30일 정도의 장기저장할 경우는 냉동 방법이 위생적인 측면과 보유율에서 좋을 것으로 생각된다.

2. 조리 및 재가열 방법, 저장방법, 저장기간에 따른 중량 손실

저장기간, 저장 방법, 조리방법에 따른 중량 손실의 결과는 Table 3과 같다. 예비조리/저장/재가열 처리후의 중량 손실만을 통계적으로 유의성 검증을 하였다. 육류는 조리하는 과정에서 증발이나 유출액으로 손실되는 양은 중량 손실로 나타나며 유출액에는 지방, 단백질, 무기질, 비타민 등이 포함되어 있고 따라서 thiamin과 같은 수용성 비타민이 포함되어 있다. 조리 방법, 저장 방법 그리고 저장 기간에 따른 조리방법에 의한 중량 손실의 결과는 유의적인 차이는 없었으나 MM의 경우 중량손실이 크게 나타났는데, 이는 전자렌지에 의한 영향이 크다고 볼 수 있으며, microwave를 다양한 power level로 변화를 주었음에도 불구하고 중량손실이 일어났다.

Berry 등⁹⁾은 beef patty를 예비 조리하여 냉동으로 저장한 후 전자 렌지 재가열을 이용한 학교급식에 관한 연구에서 이 방법이 다른 조리 방법들보다 cook-

Table 3. Cooking loss of Nuhbiani according to cooking, reheating methods and storage conditions

Characteristics			Cooking loss (%)				
Storage methods	Cooking methods		PP ³⁾	PM ⁴⁾	MM ⁵⁾	MP ⁶⁾	BP ⁷⁾
	Storage periods (day)						
Refrigeration	1	preheat	35.0	30.7	32.6	35.0	34.6
		reheat	^A 42.6 ^{a1)}	^A 42.7 ^a	^A 57.4 ^b	^A 57.6 ^a	^A 40.0 ^a
	4	preheat	37.5	34.7	39.3	39.1	36.2
		reheat	^A 40.3 ^{a2)}	^A 44.9 ^a	^A 49.6 ^b	^A 40.0 ^a	^A 41.7 ^a
7	preheat	32.1	29.1	45.0	37.6	35.4	
	reheat	^B 35.9 ^a	^B 43.0 ^a	^B 46.1 ^b	^B 39.8 ^a	^B 40.1 ^a	
15	preheat	34.0	31.0	31.9	38.0	34.6	
	reheat	^B 34.1 ^a	^B 31.9 ^a	^B 32.2 ^b	^B 38.2 ^a	^B 38.8 ^a	
Freezing	15	preheat	27.0	30.8	37.3	39.1	31.7
		reheat	^B 33.0 ^a	^B 43.7 ^a	^B 47.9 ^b	^B 43.4 ^a	^B 42.8 ^a
	30	preheat	34.8	29.8	40.4	39.0	32.2
		reheat	^A 48.6 ^a	^B 30.0 ^a	^A 49.5 ^b	^A 47.1 ^a	^A 41.3 ^a

^{a,b} Means not followed by the same letter in the same row are significantly different from one another ($p < 0.05$).

^{A,B} Means not followed by the same letter in the same column are significantly different from one another ($p < 0.05$).

PP: pan-pan, PM: pan-microwave, MM: microwave-microwave, MP: microwave-pan, BP: braising-pan.

ing loss가 크다고 보고하였다. 또 Kaleen 등¹⁰⁾은 전자렌지가 증발에 의한 손실은 낮으나 drip의 손실이 큰 것으로 보고하였다. 또, Carpenter 등¹¹⁾, Ream 등¹²⁾, Berry 등⁹⁾도 전자렌지로 재가열했을 때 중량 손실은 전도에 의한 열전달에 의한 방법(conduction)으로 재가열한 경우의 cooking loss보다 9% 더 컸다고 보고하였다. Fulton과 Davis¹³⁾도 전자렌지의 조리 방법이 다른 조리 방법들보다 중량 손실이 더 크고, 전자렌지로 재가열한 beef loaf의 경우 중량 보존율은 63%였으며, Dahl과 Matthew⁹⁾도 64%의 보존율을 보여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 또한 조¹⁴⁾, Sanderson과 Vail¹⁵⁾에 따르면 일반 oven과 전자렌지로 roasting시 내부 온도 60°C에서 수분 손실은 5.6%와 10.6%로 두 방법간에 차이가 큰데 이는 전자 렌지의 플라센의 용해도가 높다고 하는 것과 관계가 있다고 보고하였다. 전보⁶⁾의 관능결과에 의하면 육즙의 정도(juiciness)가 방법간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 전자렌지에 의한 것이 다소 낮은 점수를 나타내었으며 저장 기간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 냉동 저장시에도 조리방법에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 Berry 등⁹⁾은 신선하게 조리한 beef patty보다 예비조리하여 냉동 저장한 후 재가열하는 방법이 더 육류를 건조하게 한다고 하였으며 육즙의 정도가 전자렌지 조리방법과 튀김의 조리 방법간에는 차이가 없으나 전통적인 조리 방법들 보다는 낮다고 하였다.

3. 가정 조리 모델 시스템 순서에 따른 thiamin 함량과 보유율

Table 4는 너비아니의 가정 조리 모델 시스템의 순서에 따른 thiamin의 함량 및 보유율을 비교해 보기 위한 것이다. 이는 조리방법으로 PP와 PM을 선택하여 조리/저장/재가열 후에 측정되었던 thiamin 함량을 단계마다 비교함으로써 조리 단계에서의 변화를 쉽게 관찰하고자 하였다. 너비아니 준비시의 thiamin 보유량을 100으로 볼 때 예비 가열 조리 과정에서 티아민 손실량이 66%로 매우 컸으며 pan과 microwave의 조리 방법에 의해서는 차이를 보이지 않았다. 일정 기간 저장 후 재가열 했을 때 냉장으로 4일간 저장한 후 재가열한 경우는 예비조리시의 손실량과 크게 차이가 없었으나 7일 저장 후 재가열 군은 4일간 저장후 재가열 처리군에 비해 티아민 손실이 약 45% 정도 더 증가하여 약 23%만이 보유되었음을 알 수 있다. 그러나 냉장 저장 15일후 재가열 처리군과 큰 차이는 없었다. 냉동저장의 경우 thiamin 보유 수준은 냉장 저장 7일 후 재가열 처리군 수준인 23% 정도였으며 냉동저장 30일후 재가열 시까지 보유량에 차이가 없었고, 조리 방법 간에 차이도 볼 수 없었다. 이러한 현상은 티아민 함량을 측정해 본 결과와 동일한 경향을 보였는데 티아민 함량을 측정하거나 중량 손실을 고려한 thiamin 보유율은 같은 결과를 보여주었다. 따라서 가정 조리과정에서 thiamin 손실은 첫 번째 가열 조리시 가장 많이 일어나며 냉장 저장 4일까지 첫 번째 가열시

Table 4. Thiamin content and retention of Nuhbiani subjected to various steps in the simulated home-prepared precook/storage/reheat system

Simulation	Thiamin ($\mu\text{g/g}$)	Thiamin retention (%)
Freshly prepared	0.79	100
Precooking		
pan	0.56	44.0
microwave	0.55	43.2
After 1 day refrigeration	n.m. ¹⁾	n.m.
Reheated by		
microwave (pan-microwave)	0.62	45.0
pan(pan-pan)	0.72	46.1
After 4 days refrigeration		
pan-microwave	0.62	43.2
pan-pan	0.72	31.0
After 7 days refrigeration		
pan-microwave	0.33	23.8
pan-pan	0.29	25.0
After 15 days refrigeration		
pan-microwave	0.31	25.0
pan-pan	0.37	24.2
After 15 days freezing		
pan-microwave	0.31	22.1
pan-pan	0.37	31.4
After 30 days freezing		
pan-microwave	0.31	22.1
pan-pan	0.39	23.9

¹⁾No measurement planned.

의 thiamin 수준과 동일한 결과를 얻을 수 있으며 그 이후부터는 thiamin의 손실이 늘어나는 것으로 생각된다. 또한 저장 방법에 의한 thiamin의 보유율 비교에서도 저장 15일까지는 냉장과 냉동방법간에 차이가 없으며 냉동으로 30일까지 저장하여도 티아민은 더 이상 손실되지 않았다.

V. 요약

각 가정에서 많이 제조되는 편의 음식 형태의 음식이 제공될 때의 영양가를 파악하기 위해서 육류를 모델로 시간적인 여유가 있을 때 미리 조리한 후, 저장하고, 먹기 직전에 재가열하여 사용하는 가정 조리법 모델을 개발하였다. 즉, 너비아니의 조리과정, 저장 방법, 저장 기간을 각각 달리한 후 재가열 했을 때의 thiamin 함량과 중량 손실, 그리고 thiamin 보유율을 알아 보았다. 조리방법이나 저장기간을 달리했을 때 처리군

간의 thiamin 함량과 중량 손실을 고려한 thiamin 보유율은 같은 경향을 보여주었다. 즉, 조리/저장/재가열 등의 조리방법을 달리했을 때, thiamin 보유율은 팬가열법으로 조리하고 저장한 후 팬으로 재가열한 PP군, 팬가열법으로 조리하고 저장한 후 전자렌지로 재가열한 PM군, 전자렌지로 조리하고 저장한 후 전자렌지로 재가열한 MM군, 전자렌지로 조리하고 저장한 후 팬으로 재가열한 MP군, 팬에 소량 물을 붓고 팬가열법으로 조리하여 저장한 후, 팬으로 재가열한 BP군 등 모든 조리 방법 처리군에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 저장 방법간에도 유의적 차이가 없었으나 저장 기간에 따라서는 유의적 차이를 보였다. 냉장 저장 7일 후 재가열 처리군에서 티아민 보유율이 유의적으로 낮았고 냉장 15일까지 차이가 없었다. 냉동 저장 15일 후, 30일까지 냉장저장 7일후 재가열 처리군과 유의적 차이가 없었다. 가정 조리의 과정을 살펴 볼 때 티아민 보유율이 크게 감소하는 과정은 예비가열 조리 과정과 냉장저장 7일후 재가열시로 관찰되었다. 예비가열 조리시 보유율이 44%로 조리방법에 상관없이 크게 감소하였으며 냉장저장 4일후 까지 재가열 처리군에서 보유율을 그대로 유지하였고 냉장저장 7일후 재가열시 저장 기간 4일 수준 보다 약 45% 정도 더 손실되어 thiamin 보유율 23%를 유지하였다. 냉동 저장 15일에서 30일까지 저장한 후 재가열 했을 때 thiamin 보유율은 냉장저장 7일후 재가열군과 같은 수준이었다. 따라서 예비가열 조리 후 저장 과정을 거쳐 재가열하여 너비아니를 섭취할 경우, 4일 이내로 소비할 경우는 냉장 저장을 하고 저장기간이 길어질 경우는 냉동저장을 사용하는 것이 바람직하다고 생각된다.

참고문헌

1. Senauer, B., Asp, E and J. Kinsey.: Food Trends and the changing consumer. Eagan press. St. Paul, Minnesota. (1991).
2. 광동경, 이경애, 류은순: 조리냉동 및 냉장식품에 대한 도시주부의 이용 실태 및 인식정도과 식품제조업체의 의식구조 조사에 관한 연구. 한국조리과학회지, 9(5): 230 (1993).
3. 송은승, 강명화: 반조리 냉동 육류제품의 저장 및 재가열 방법에 따른 지방 산화를 측정. 한국조리과학회지, 9(2): 88 (1993).
4. Dahl-sawyer C.A., Jen J.J. and Huang, P.D.: Cook/Chill Food service system with conduction, convection and microwave reheat subsystem. Nutrient retention in beef loaf, potato and peas. *J. Food Sci.* 47: 1089 (1982).

5. Dahl, C.A. and Matthew, M.E.: Cook/chill food service system with a microwave oven: thiamin content in portions of beef loaf after microwave heating. *J. Food Sci.* **45**(3): 608 (1980).
 6. 김정원, 김희섭: 조리방법 및 저장조건이 너비아니의 품질특성에 미치는 영향. *한국조리과학회지* **11**(5): 494 (1995).
 7. Brubacher, G., Muller-Mulot, W. and Southgate, D.A. T.: Methods for the determination of vitamin in Food. Elsevier Applied Science Publisher, New York, (1985).
 8. Murphy, E.W., Criner, P.E. and Gray, B.C.: Comparisons of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. *J. Agric. Food Chem.* **23**: 1153 (1975).
 9. Berry, B.W. Marshall, W.H. and Koch, E.J.: Cooking and chemical properties of raw and precooked and flanked and beef patties cooked from the frozen state. *J. Food Sci.* **46**: 856 (1981).
 10. Kaleen, K.K., Kenneth, J.P. and Karla, V.H.: Cholesterol Content and sensory analysis of ground beef as influence by fat level, heating and storage. *J. Food Sci.* **51**(5): 1162 (1986).
 11. Carpenter, Z.L., Abraham, H.C. and King, G.T.: Tenderness and cooking loss of beef and pork. I. Relative effect of microwave cooking, deep-fat frying and oven broiling. *J. Am Dietet. Assoc.* **53**: 353 (1968).
 12. Ream, E.E., Wilcox, E.B. Taylor, F.G. and Bennet, J. A.: Tenderness of beef roast. *J. Am. Dietet. Assoc.* **65**: 155 (1974).
 13. Fullton, L. and Davis, C.: Roasting and braising beef roasts in microwave oven. *J. Am. Dietet. Assoc.* **83**: 560 (1983).
 14. Cho, K.H.: Effect of microwave cooking on different masses of roast. *한국조리과학회지*, **10**(4): 85 (1994).
 15. Sanderson, M. and Vail G.E.: Fluid content and tenderness of three muscles of beef cooked three internal temperature. *J. Food Sci.* **28**: 590 (1963).
 16. Welke, R.A., Williams, J.C., Miller, G.J. and Field R. A.: Effect of cooking methods on the texture of epimysial tissue and rancidity in beef roasts., *J. Food Sci.* **51**: 1057 (1986).
 17. Bower, J.A. and Engler, P.P.: Freshly cooked and frozen, reheated beef and beef soy patties. *J. Food Sci.* **40**: 624 (1975).
 18. Kahn, L.N. and Livingstone, G.E.: Effect of heating methods on thiamin retention in fresh or frozen prepared foods. *J. Food Sci.* **35**: 349 (1970).
 19. A. Johnston and Baldwin R.: Influence of microwave reheating on selective quality factor of roast beef. *J. Food Sci.* **45**: 146 (1980).
 20. 편인법, 현대통계학, 경진사 (1991).
-
- (1997년 9월 19일 접수)