KOREAN J. FOOD COOKERY SCI.
Vol. 24, No. 5, pp. 713～721 (2008)

Sous Vide Cook-chill 법으로 생산된 삼치 데리야끼 조림의 레몬즙 첨가에 따른 미생물적 품질평가

김혜영 · 고성희† · 이경연
성신여자대학교 식품영양학과

Evaluation of the Microbiological Quality of Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki Sauce by Adding Lemon Juice Using Sous Vide Cook-chill Method

Heh-Young Kim, Sung-Hee Ko† and Kyung-Yeoun Lee
Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

The principal objective of this study was to evaluate the microbiological quality of Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce by adding Lemon juice, using a Sous vide Cook-chill method. The control was prepared by mixing 100 g of cut Spanish Mackerel and 15 mL of Teriyaki sauce. 1.5 mL lemon juice was added to 15 mL of Teriyaki sauce. The product was stored at below 3℃, and its microbiological quality was assessed over varying storage periods (0, 5, 10, 15 days). Total Plate Counts at product flow showed no significant difference between the control and the lemon juice-added sample. However, the coliform counts at the end of mixing each sauce were detected at low levels of 1.65 Log CFU/g in the lemon juice-added sample, as opposed to 2.63 Log CFU/g in the controls ($p<0.05$). The microbiological quality by storage day was relatively high in the lemon juice-added samples. After reheating, the Total Plate Counts and Coliform counts of the lemon juice-added samples satisfied the standard applied in the processed food (5.0 and 2.0 Log CFU/g, respectively). It can be concluded that the addition of Lemon juice was more effective in ensuring the safety and extending the shelf life of Sous vide Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce.

Key words: sous vide, microbiological quality, spanish mackerel, lemon juice, storage days

Ⅰ. 서 론

급속한 경제 성장에 따른 풍요와 도시화 · 산업화에 따른 생활 패턴의 변화는 식생활의 양식을 변모시켰고, 이러한 추세로 외식의 보편화와 함께 현대인들이 쉽게 구매할 수 있고 조리과정을 최소화할 수 있는 반가공 조리된 식자재의 이용이 증가하고 있다(Jung EY 등 2002, Kim HY 등 1996, Kwak TK 등 1997, Yang IS 등 1998). 최근 국내의 급식산업에서도 인건비 상승과 기술혁신의 영향으로 새로운 급식체계가 도입되고 있다. 그 중 Cook-chill System은 Ready-prepared foodservice system의 한 방식으로 급식소에서는 작업의 단순화에 따른 인건비 절감과 위생관리 면에서 식중독 발생의 위험을 줄일 수 있으며, 대량생산을 통해 원가절감에도 크게 기여할 수 있다(Spears MC 2003). Sous vide는 Cook-chill System에서 저장 및 재가열을 거치는 동안에 일어나는 음식 품질 저하의 문제점(Kim HY와 Song SM 2007, Pi CML 2000, Kim JY와 Kim HY 1986)을 보완하는 가공 및 포장방법으로서, 생재료를 열에 견디는 진공 포장용기 안에서 통제된 온도와 시간동안 조리 후 급속 냉각 한 후 3℃ 이하에 저장하는 과정으로, 조리온도는 보통 100℃ 미만이며 저온 살균한다(G. Xie 2000). 진공포장은 Cook-chill System과 비교시 Sous vide Cook-chill System의 특징으로 포장 내에 낮은 산소농도로 냉장 저장기간 동안 산화반응을 억제해 저장수명을 연장시키고, 조리나 재가열 과정에서 외부로의 향미와 수분의 손실을 억제해 우수한 관능적 품질을 유지하며, 저온 살균과 냉장 저장 동안의 영양소의 손실과 용해의 감소에 의해 영양적 질 또한 유지된다고 보고된 바 있다(Creed PG 1998, Lyu ES과 Lee DS 2002, Varoquaux P 등 1995). Sous vide Cook-chill System에 주로 적용되

†Corresponding author: Sung-Hee KO, Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University
Tel: 02-920-7536
Fax: 02-920-7536
E-mail: kosh0220@hanmail.net

는 식품은 육류가 대부분을 차지하였는데 생선류의 경우 수분함량이 높고, 유통기한과 저장성이 낮은 이유로 편의식으로 제품화 하는데 연구되지 못한 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 비교적 가격이 저렴하고 대량생산에 적합한 삼치를 소비자의 기호도가 높은 데리야끼 소스(Teriyaki sauce)와 혼합하여 Sous vide Cook-chill System으로 생산한 것을 대조군으로 하고, 항균 및 항산화성이 있다고 알려진 레몬을(Aleson-Carbonella L등 2005, Paraskevopouloua D 등 2007, Nguyena H 등 2008) 즙으로 추출하여 데리야끼소스에 첨가하여 생산한 것을 실험군(레몬즙 첨가군)으로 설정한 후 3℃이하 냉장저장 시 저장기간에 따른 미생물적 품질을 비교 평가하고자 한다. 이를 통하여 레몬즙이 삼치데리야끼조림에 미치는 영향을 검토하고, 저장 · 유통기간이 짧은 생선을 급식소에서 Sous vide Cook-chill System으로 생산 · 공급함은 물론, 반가공 조리된 제품으로의 상품화에 필요한 기초자료를 제공하고자한다.

II. 연구방법

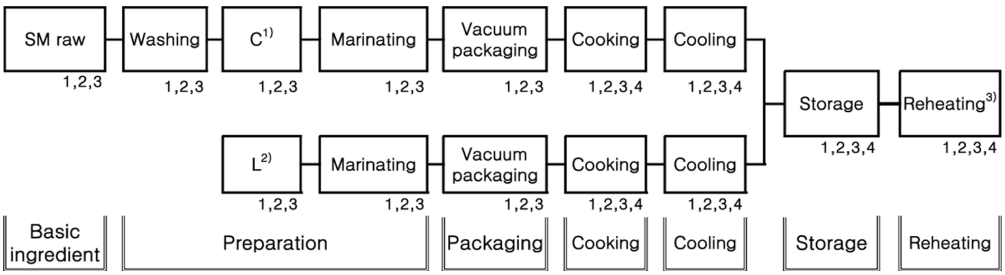
1. 생산 및 포장방법

실험에 사용된 삼치 데리야끼 조림의 레시피와 생산공정은 Fig. 1, 2와 같다. 문헌조사와 예비실험을 기초로 식재료와 분량, 조리시간과 온도, 재가열 온도 등을 설정하고 Sous vide Cook-chill system에 적합한 삼치 데리야끼 조림의 표준 레시피를 100인분 기준으로 개발하였으며, 삼치 100 g에 데리야끼 소스 15 mL을 혼합하여 생산한 삼치 데리야끼 조림을 대조군으로 하고, 삼치 100 g에 데

Recipe Name : Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce as prepared by Sous vide Cook-chill system
Yield: 100 portions, Portion size: 115 g

Phase in product flow	Ingredient	Amount	Method of preparation
1. Purchasing & Receiving	Spanish Mackerel (frozen)	100 kg	Receive each 100g cutted frozen Spanish Mackerel (total 100piece) and Hold until pre-preparation(≤-17.8℃)
	Lemon	1 kg	Hold until pre-preparation(≤5℃)
2. Pre-preparation			
Thawing & Washing	Spanish Mackerel		Thaw in flowing water Remove unedible parts wash and drain
Washing & Extracting	Lemon	100 mL	Washing and immerging in chlorine water for 5min. Extracting by sanitary juicers
	Teriyaki sauce	1.5 L	Mix Soy sauce(1.2 L), Rice wine(0.6 L), Sugar(0.5 kg), Water(0.6 L) and Pepper(20 g) Evaporative concentration(to 50% weigh). Transfer immediately blast chiller and cool to 3℃≤. Until preparation store at a refrigerator(≤5℃)
3. Preparation			
Mixing & Labeling	C[1)]		Fill a vacuum packaging film with Spanish Mackerel(100 g) in Teriyaki sauce (15 mL) (Use disposable gloves)
	L[2)]		Fill a vacuum packaging film with Spanish Mackerel(100 g) in Teriyaki sauce (13.5 mL) and Lemon juice(1.5 mL) (Use disposable gloves)
4. Marinating			Marinate for 30 min. at refrigerator(≤5℃)
5. Vacuum packaging			Package by 1portions(115 g)
6. Cooking			Place Packaged food into steam/convection oven. Heating at steaming condition at 95℃ for 50min. (until food internal temp. ≥75℃)
7. Cooling			Transfer the Packaged food immediately to blast chiller. After beginning, cooling to ≤3℃ within 90min.
8. Storage			Hold at a refrigerator(≤3℃)
9. Reheating			After preheating at steaming condition at 120℃ for 10min. Heat food to 95℃ for 40min

Fig. 1. Determine plan and preparation methods for Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce as prepared by Sous vide Cook-chill system.



Number 1 for time and temperature ; 2 for pH and Aw ; 3 for microbiological(TPC, Coliform) ; 4 for Psychrotrophic bacteria
1) C : the control; 2) L : the addition of Lemon juice; 3) 0 day, 5 day, 10 day, 15 day

Fig. 2. Phase in Product flow of Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce as prepared by Sous vide Cook-chill system with the processing method.

리야끼 소스량의 10%에 해당하는 1.5 mL의 레몬즙이 첨가된 데리야끼 소스 15 mL을 혼합하여 생산한 삼치 데리야끼 조림(레몬즙 첨가군)을 실험군으로 하여 레몬즙의 첨가 효과를 측정하였다. 포장방법은 진공포장필름(polyethylene + LLDP + nylon, 200×300 mm)에 시료 1인분(115 g)씩을 담고, 챔버형 진공포장기(Model T-300, Tower Industry, Korea)로 탈기 후 밀봉하였다. 포장이 끝난 시료는 열에 의한 포장재의 수축을 위해서 80℃ water bath에서 1초간 담근 직후 바로 Steam convection oven(ME 106T, LAINOX, Italy)에 넣어 조리하였다. 이 때 조리조건은 120℃에서 10분간 steam convection oven을 예열한 후 각 시료를 포장된 채로 오븐에 넣어 95℃에서 50분간 가열하였으며, 조리 직 후 시료는 바로 찬물이 채워져 있는 팬에 담겨 blast chiller(ME 106T, LAINOX, Italy)에 넣어 90분 내에 3℃ 이하로 냉각시켰다.

2. 냉장저장 및 재가열

1) 냉장저장

냉각직후 각 시료를 FDA의 Food Code(2005)에서 권장한 안전한 식품의 냉장온도(5℃ 이하)를 만족하는 3℃ 이하의 온도에 저장하였으며, 저장기간은 생산 직후부터 15일 동안 저장하였다. 조리된 음식에 생산일자와 상품명이 명시된 Label을 부착하여 보관하였으며, 냉장고(TFK 279FX, GEC, USA)의 온도를 지속적으로 모니터링 하였다. 저장기간에 따른 미생물적 품질평가를 위하여 각각의 시료를 저장 0일(조리직후), 5일, 10일, 15일에 채취하였다.

2) 재가열

Sous vide Cook-chill system으로 조리된 음식은 먹기 전에 재가열 과정을 거쳐야 하므로 선행연구와 예비실험을 바탕으로 재가열 조건을 설정하였다. 냉장 저장된 시료를 각 저장일에 꺼내어 진공 포장된 채로 시료의 중심온도가 74℃ 이상이 되도록 steam convection oven을 120℃에서 10분간 예열시킨 후 95℃에서 40분간 재가열 하였다.

3. 실험방법

1) 온도-소요시간 측정

음식 생산단계의 소요시간은 각 단계의 시작과 끝나는 지점을 측정하였으며, 식품의 온도상태는 각 단계의 끝나는 시각에 측정하였다. 식품의 내부온도는 시료의 중심부에 표준온도계(Omega heat-prober digital thermometer with type K thermocouple, Model 40131K, Japan)를 꽂은 후 온도가 평형 될 당시점을 기록하였고, 오븐에 든 음식의 내부온도는 구비된 온도 Probe를 사용하여 측정하였다. 주위 온도는 일반온도계(극동, Model 143-57-24, Korea)를 사용하여 측정하였다.

2) pH 및 Aw측정

pH 측정은 Dahl CA 등(1980)이 행한 방법을 이용하였는데, 시료를 10 g씩 측량하여 100 mL의 증류수를 붓고 Stomacher로 균질화 한 후 pH meter(Orion Model 420A, USA)로 측정하였다. Aw 측정은 시료를 각 부위별로 측정하여 균질화한 후 5 g씩 취하여 플라스틱용기에 담아 Aw-THERM40(ART, Model rotronic ag, Swiss)로 측정하였다.

3) 미생물 분석

시료 채취 시 사용되는 도구와 용기 및 실험에 이용된 배지 및 기구는 모두 고압멸균기를 이용하여 무균처리 하여 사용하였으며 시료는 각각 약 25 g씩 무균상태로 무균백(stomacher sterile bags)에 채취한 후 0.85% 생리식염수 225 mL를 붓고 Stomacher Lab Blender(TMC Lab-Blender LB-400G, Korea)를 이용하여 균질화시켜 식품공전(한국식품공업협회 2005)의 방법에 따라 표준평판균수, 대장균군수, 저온성균수를 측정하였다.

4. 통계처리

본 연구의 분석결과는 SAS 9.1(ver.)을 이용하여 분산분석법(ANOVA)과 t-test를 이용하여 유의성을 검토하였다. 또한 유의성이 있는 경우 검증하기 위해 $p<0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이

용해 사후 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생산단계에 따른 품질

1) 온도상태 및 소요시간 측정

삼치데리야끼 조림의 생산단계에 따른 온도상태 및 소요시간 측정 결과는 Table 1과 같다. 실험에 사용된 삼치는 전처리업장에서 100±5 g 내외로 절단된 후 냉동 된 상태로 냉동차로 운반되어왔으며, 검수 시 내부온도는 -8.45±0.07로 측정되었다. 검수직후 삼치는 수돗물로 세척과 함께 해동시켰는데, 이 때 수돗물의 온도는 18.1～19℃, 소요시간은 18.5분으로 FDA의 Food Code(2005)에서 권장하는 해동방법의 기준인 수돗물 21.1℃ 이하, 2시간 이내에 적합하였으며, 삼치의 내부온도는 0.4℃였다. 준비된 데리야끼소스와 레몬즙의 온도는 각각 2.7, 6.5℃였으며, 레몬즙은 향미성분의 손실을 막기 위해 당일 구매한 레몬의 즙을 추출하여 사용하였다.

대조군의 경우 데리야끼 소스와 혼합 직 후 12.5℃, 이때 소요된 시간은 15분 정도였고, 레몬즙 첨가군은 레몬즙이 첨가된 데리야끼 소스와 혼합 직후 11.7℃, 이때 소요시간은 16.2분 정도였다. 가열 전 삼치에 각각의 소스가 충분히 침투되도록 30분간 냉장고에 보관하였는데 이때 냉장고의 내부온도는 2.5～4.2℃로 적절한 냉장온도를 유지하고 있었다. 30분간 냉장 후의 대조군의 내부온도는 7.05℃, 레몬즙 첨가군은 7.3℃였다. Sous vide Cook-chill 공정단계에 따라 가열 전에 진공포장을 먼저 하게 되는데 진공포장에 걸린 시간은 대조군은 27.5분, 레몬즙 첨가군

Table 1. Measurements for time, temperature, Aw, pH of Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce as prepared by Sous vide Cook-chill system at phase in product flow

Mean±S.D.

Phase in product flow	Food Items	Time(min)	Food temperature(℃)	Environment temperature(℃)	Aw	pH
1. Purchasing and Receiving						
	Spanish Mackerel	N.A.[3]	-8.45±0.07	19～20.4[4]	0.94±0.35	6.18±0.02
2. Pre-preparation						
Washing	Spanish Mackerel	18.50±2.12	0.40±0.85	18.1～19[5]	0.95±1.34	6.27±0.01
	Teriyaki sauce	25.00±2.15	2.70±0.42		0.75±0.04	5.56±0.12
	Lemon juice	13.50±2.12	6.50±2.12		0.96±0.21	2.38±0.07
3. Preparation						
Mixing &Labeling	C[1]	15.18±2.58	12.50±2.12	21～23[4]	0.96±0.01	6.13±0.02
	L[2]	16.20±2.13	11.75±0.92		0.95±0.00	5.64±0.02
	T value		0.46		-1.00	-26.90**
Marinating	C	30	7.05±1.48	2.5～4.2[6]	0.96±0.00	6.15±0.01
	L	30	7.30±0.28		0.95±0.00	5.89±0.01
	T value		-0.23		-1.41	-23.7**
4. Vacuum Packaging						
	C	27.50±3.54	15.80±1.27	22.1～24[4]	0.95±0.00	6.37±0.01
	L	29.40±2.59	15.90±0.07		0.94±0.00	6.05±0.01
	T value		-0.06		0.00	-45.25***
5. Cooking						
	C	50	84.90±4.38	95[7]	0.96±0.01	6.33±0.01
	L	50	85.60±2.55		0.95±0.01	5.98±0.00
	T value		-0.20		-1.41	-69.00**
6. Cooling						
	C	30.00±8.49	1.25±0.35	-26.4～-30[8]	0.94±0.01	6.21±0.01
	L	32.00±2.51	1.00±1.41		0.96±0.00	6.10±0.00
	T value		-0.24		5.00	-21.00*

[1] C : the control; [2] L : the addition of Lemon juice; [3] N.A. : Not Attained; [4] Room temperature; [5] Water temperature; [6] Refrigerator temperature; [7] Steam convection oven temperature; [8] Blast chiller temperature

*,**,*** : significant to p<.05, p<.01, p<.001

은 29.4분이었고, 포장 직후의 대조군의 내부온도는 15.8℃, 레몬즙 첨가군은 15.9℃로 냉장저장에 비해 시료의 온도가 상승하였다. 95℃의 steam convection oven에서 50분간 가열 직후 대조군의 음식내부온도는 84.9℃이고 레몬즙 첨가군은 85.6℃로 Bobeng BJ와 David BD(1977)가 제시한 식중독을 방지하기 위한 조리기준 74℃이상에 적합하였다. 영국 DHSS(1989)는 조리된 음식의 외관, 질감, 풍미, 영양소 그리고 안전성을 최대로 보존하기위해 조리가 끝난 후 30분 내에 냉각시켜야 하며, 냉각시 90분내에 음식내부온도를 3℃로 낮추도록 권장하고 있다. 급속냉각기에 대조군과 레몬즙 첨가군을 즉시 옮겨서 냉각하였는데 소요시간은 대조군은 30분에 내부온도 1.25℃, 레몬즙 첨가군은 32분에 내부온도 1℃로 신속히 냉각하였다. 이때의 Blast chiller의 내부온도는 -26.4～-30℃였다. 이는 영국 DHSS(1989)가 제시한 조리 후 냉각시의 식품의 내부온도는 3℃ 이하, 소요시간 90분 이내의 기준에 적합하였다.

2) Aw 및 pH 측정결과

각각의 삼치 데리야끼 조림의 생산단계별 Aw와 pH는 Table 1에 나타내었다. 잠재적으로 위해한 식품(PHF)이란 식인성 질환을 일으키는 감염형 또는 독소형 미생물이 빠르게 증식할 가능성이 있는 식품으로 수분활성도가 높은 고단백식품이 대부분이다. 특히 육류, 가금류, 달걀, 생선, 조리된 야채, 유제품 등이 대표적 식품(FDA Food Code 2005)으로 삼치도 이에 포함된다. 검수 시 원재료 삼치의 Aw는 0.94, pH는 6.18로 미생물 증식에 적합한 범위에 속하였다(Spears MC 2003). 생산단계별 각각의 Aw의 측정치는 대조군과 레몬즙 첨가군 간에 유의적 차가 없었으나 pH의 경우는 레몬즙이 pH 2.38±0.07의 강산인 만큼

Table 2. Changes in Total plate counts, Coliform bacteria and Psychrotrophic bacteria of Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce as prepared by Sous vide Cook-chill system at phase in product flow Mean±S.D.

Phase in product flow	Food Items	TPC(logCFU/g)	Coliform(logCFU/g)	Psychrotrophic bacteria (logCFU/g)
1. Purchasing and Receiving				
	Spanish Mackerel	3.89±0.35	2.96±0.19	
2. Pre-preparation				
Washing	Spanish Mackerel	3.18±0.19	2.68±0.49	
	Teriyaki sauce	3.26±0.43	2.40±0.18	
	Lemon juice	1.89±0.25	-[3)]	
3. Preparation				
Mixing	C[1)]	3.09±0.59	2.63±0.62	
	L[2)]	3.17±0.70	1.65±0.56	
	T value	0.22	-2.89*	
Marinating	C	3.30±0.07	2.80±0.65	
	L	2.00±0.00	1.30±0.00	
	T value	-45.53****	-5.62**	
4. Vacuum Packaging				
	C	3.40±0.75	2.83±0.46	
	L	2.18±0.73	1.36±0.39	
	T value	-2.85*	-5.94***	
5. Cooking				
	C	1.83±0.37	1.17±0.10	2.17±0.52
	L	1.30±0.00	0.00±0.00	2.05±0.04
	T value	-3.51*	-29.81****	-0.58
6. Cooling				
	C	2.52±0.33	1.90±0.07	2.39±0.48
	L	1.93±0.02	1.65±0.03	2.05±0.04
	T value	-4.44**	-7.89****	-1.75

[1)] C : the control; [2)] L : the addition of Lemon juice; [3)] - : Not detected
*,**,***,**** : significant to p<.05, p<.01, p<.001, p<.0001

모든 생산단계에서 레몬즙 첨가군의 pH가 유의적으로 낮게 나타났다. 특히 레몬즙을 첨가한 직후에 해당하는 삼치와 각 소스를 혼합한 후의 pH는 대조군 6.13, 레몬즙 첨가군 5.64로 가장 낮은 pH를 보였으며 두 실험군 간에 $p<0.01$의 유의성을 보였다.

3) 미생물분석

원재료 및 생산단계별 삼치 데리야끼 조림의 미생물 분석 결과는 Table 2와 같다. 검수 시 절단냉동삼치의 총균수는 3.89 Log CFU(Colony Forming Unit)/g(이하 단위 생략), 대장균군수는 2.96으로 나타났다. 또한 이 수치는 Lee YW 등(1996)이 보고한 우리나라 시판어류 8종의 총균수 5.02보다는 훨씬 낮은 수치인데, 이는 본 실험에 사용된 삼치가 냉동상태였기 때문이라고 사료된다. 데리야끼 소스는 본 실험을 위해 실험실내에서 가열 · 농축한 것으로 총균수는 3.26, 대장균군수는 2.40으로 나타났으며, 레몬즙은 총균수 1.89, 대장균군수는 검출되지 않았다. 생산 공정에 따라 데리야끼소스에 삼치만을 혼합한 대조군과 레몬즙 첨가군의 혼합직후 총균수는 각각 3.09, 3.17로 유의적 차가 없었으나 대장균군수에 있어서 대조군은 2.63, 레몬즙 첨가군은 1.65로 레몬즙 첨가군이 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 소스의 침투를 위해 냉장고에 30분간 저장한 후의 총균수도 대조군 3.30, 레몬즙 첨가군 2.00으로 $p<0.0001$의 유의적 차를 보였다. 진공포장 후 삼치데리야끼 조림을 95℃에서 50분 가열조리 한 후 대조군은 총균수와 대장균군수가 각각 1.83, 1.17이었고, 레몬즙 첨가군은 1.30, 0.00으로 현저히 감소한 것으로 나타났다.

Gonzalez-Fandos L등(2004)은 Sous-vide Cook-chill 방법이 생선류 제품의 외관상 품질의 향상으로 유통기한을 연장시킬 수는 있지만, 미생물적 안전을 위해 고온으로 처리하는 것은 관능에는 좋지 않은 효과를 나타내므로 60~80℃로 20~40분간의 열처리가 가장 적절하다고 하였다. 그러나 이러한 Sous vide의 낮은 가열온도에서 미생물을 통제하는 것이 매우 중요하다고 언급하였다. 또한 Rhodehamel EJ(1992)도 Sous vide로 인한 대형 식중독 발생을 주의해야한다고 하였다. 본 실험에 앞선 몇 차례의 예비실험에서도 80℃, 85℃, 90℃ 등 95℃ 이하에서 수 분간 가열조리를 하며 시료의 내부온도의 상승정도와 미생물적 품질, 관능적 품질을 검사한 결과 95℃, 50분 가열조리가 각 미생물적 · 관능적 품질 관리에 가장 적절하다고 판단되었다. 급속 냉각후 대조군과 레몬즙 첨가군 모두 총균수와 대장균군수가 약간 증가하였다. 이상의 결과로써 삼치데리야끼 조림을 Sous-vide Cook chill 방식으로 생산하는 경우, 데리야끼 소스에 레몬즙이 첨가된 경우가 대조군에 비하여 총균수와 대장균군수의 수준이 유의적으로 낮은 것으로 평가되었다.

2. 저장기간에 따른 품질 변화

1) 온도상태

Light N과 Walker A(1990)에 따르면 Cook-chill음식은 재가열전까지 0~3℃로 저장되어야 한다고 하였는데 각 저장일의 음식의 내부온도는 -0.5~1℃로 위의 기준에 적합하였고, 냉장고의 온도는 저장 15일 동안의 모니터링 결과 1~3℃로 미국 FDA의 Food Code(2005)의 냉장기준인 5℃이하를 만족하였다. 각 시료는 저장 5일, 10일, 15일에 출고 후 즉시 95℃, 40분 재가열 하였다. 재가열 후 음식의 내부온도는 84±2℃로 미국 FDA의 Food Code (2005)에서 PHF 음식의 재가열 방법으로 제시한 74℃기준에 적합한 수준이었다.

2) Aw 및 pH 측정결과

저장기간에 따른 삼치 데리야끼 조림의 Aw와 pH 측정 결과는 Table 3과 같다.

Aw의 경우 냉장저장과 재가열에 따른 측정결과 대조군과 레몬즙 첨가군 모두에서 0.94±0.01~0.97±0.00 범위로 저장기간에 따른 유의적 차이를 거의 보이지 않았는데, 이는 Sous vide Cook-chill 방식이 진공포장으로 인해 수분의 손실이 적기 때문이라고 사료되었다. Gonzalez-Fandos L 등(2005)의 salmon slices를 이용한 Sous vide 실험에서도 저장 45일까지 Aw는 0.989±0.002로 유의적 변화가 없다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

pH의 경우 대조군과 레몬즙 첨가군 모두 저장일이 증가함에 따라 유의적($p<0.001$)으로 pH가 증가하였다. 특히 레몬즙 첨가군의 경우 0일에는 5.98로 가장 낮은 pH를 나타내었으나 저장 5일에는 6.14, 저장 10일에는 6.30, 저장 15일에는 6.54로 증가하여 $p<0.0001$의 유의성을 나타내었다. pH의 경우 보통 붉은살 어류에서는 6.2~6.4, 흰살 어류에서는 6.7~6.8이 되었을 때를 초기 부패점으로 본다(손태화 등 1996)는 기준에 따르면 레몬즙 첨가군은 재가열 시료의 경우 저장 10일까지는 6.30으로 안전하였고 15일에 6.54로 범위를 벗어났으나, 대조군은 저장 5일에 재가열시 6.52로 기준을 초과하였다. 그러나 삼치 데리야끼 조림에 첨가된 양념과 가열조리 등의 변수가 있으므로 객관적인 비교는 어렵다고 하겠다. 대조군과 레몬즙 첨가군의 pH는 저장기일이 증가함에 따라 냉장 저장시와 재가열시 모두 유의적으로 증가하였다.

3) 미생물적 품질변화

저장기간에 따른 삼치 데리야끼 조림의 미생물 분석 결과는 Table 4와 같다.

재가열전 3℃ 이하에서 생산 직후부터 15일까지 냉장된 대조군과 레몬즙 첨가군의 총균수는 Buckalew JJ 등 (1996)이 제시한 조리된 식품의 기준인 5이하를 만족하였다. 냉장 저장된 시료에 비해 95℃, 40분 재가열을 하

Table 3. Changes in Aw and pH of Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce during storage days Mean±S.D.

Preparation method			Storage day				F value
			0[3)4)]	5	10	15	
Aw	Storage	C[1)]	0.94±0.01[3)]	0.94±0.00	0.95±0.00	0.95±0.01	3.33
		L[2)]	0.96±0.00[b]	0.95±0.00[b]	0.98±0.01[a]	0.96±0.00[b]	17.00**
		T value	5.00	1.41	5.00	3.00	
	Reheating	C	0.96±0.01[4)]	0.97±0.00	0.96±0.01	0.96±0.01	4.00
		L	0.95±0.01	0.96±0.01	0.95±0.00	0.96±0.00	3.33
		T value	-1.41	-3.00	-1.00	1.00	
pH	Storage	C	6.21±0.01[d]	6.27±0.00[c]	6.39±0.04[b]	6.61±0.01[a]	130.28***
		L	6.10±0.00[d]	6.21±0.01[c]	6.34±0.04[b]	6.55±0.04[a]	115.26***
		T value	-21.00*	-13.00	-1.41	-2.35	
	Reheating	C	6.33±0.01[C]	6.52±0.00[b]	6.58±0.01[a]	6.62±0.02[a]	191.43****
		L	5.98±0.00[d]	6.14±0.01[c]	6.30±0.01[b]	6.54±0.04[a]	300.84****
		T value	-69.00**	-77.00**	-19.80**	-2.74	

[1)] C : control; [2)] L : Lemon juice added; [3)] Immediately after cooling; [4)] Immediately after cooking
*,**,***,**** : significant to p<.05, p<.01, p<.001, p<.0001
[a,b,c,d] Values with the different letter are significantly different among the storage days

였을 때 전체적으로 그 균수가 감소함을 알 수 있었다. 레몬첨가군의 경우 저장 5일에서는 저장 0일 비해 총균수가 1.93에서 1.54로 유의적으로 감소하였다가 10일 2.37, 15일 2.77로 지속적으로 증가하였다. 대장균군수의 경우 레몬즙 첨가군의 미생물 증식이 억제되었음을 알 수 있었고, 냉장저장시와 재가열시 모두 저장 15일까지 꾸준히

Table 4. Changes in Microbiological Quality of Glazed Spanish Mackerel in Teriyaki sauce during storage days
Mean±S.D.(unit: Log CFU/g)

Preparation method			Storage day				F value
			0[3)4)]	5	10	15	
Total plate counts	Storage	C[1)]	2.52±0.33[3)b]	2.06±0.12[c]	2.40±0.33[bc]	2.93±0.30[a]	9.52***
		L[2)]	1.93±.002[c]	1.54±0.04[d]	2.37±0.33[b]	2.77±0.29[a]	35.28****
		T value	-4.44**	-9.85****	-0.16	-0.89	
	Reheating	C	1.83±0.37[4)b]	2.05±0.14[b]	2.38±0.43[a]	2.79±0.37[a]	10.16***
		L	1.30±0.00[b]	1.45±0.09[b]	2.30±0.34[a]	2.64±0.36[a]	42.09****
		T value	-3.51*	-8.78****	-0.80	-0.71	
Coliform	Storage	C	1.90±0.07[a]	1.40±0.49[b]	1.86±0.43[a]	2.21±0.37[a]	4.82*
		L	1.65±0.03	1.46±0.42	1.71±0.39	1.96±0.17	2.8
		T value	-7.89****	0.24	-0.62	-1.54	
	Reheating	C	1.17±0.10[b]	1.10±0.11[b]	1.79±0.43[a]	2.06±0.34[a]	16.85****
		L	0.00±0.00[c]	1.05±.08[b]	1.67±0.53[a]	1.74±0.32[a]	39.98****
		T value	-29.81****	-0.88	-0.45	-1.71	
Psychrotrophic bacteria	Storage	C	2.39±0.48[b]	2.10±0.09[b]	2.41±0.32[b]	3.15±0.34[a]	10.63***
		L	2.05±0.04[b]	2.11±0.30[b]	2.21±0.42[b]	2.78±0.26[a]	7.97**
		T value	-1.75	0.05	-0.91	-2.13	
	Reheating	C	2.17±0.52[c]	2.45±0.26[bc]	2.64±0.24[ab]	3.00±0.32[a]	5.81**
		L	2.05±0.04[b]	2.05±0.04[b]	2.12±.03[b]	2.75±0.46[a]	21.47****
		T value	-0.58	-3.70*	-5.33**	-0.20	

[1)] C : the control; [2)] L : the addition of Lemon juice; [3)] Immediately after cooling; [4)] Immediately after cooking
*,**,***,**** : significant to p<.05, p<.01, p<.001, p<.0001
[a,b,c,d] Values with the different letter are significantly different among the storage days

증가하였으며 특히 레몬즙 첨가군의 경우 재가열 직후 저장 0일의 대장균군수가 0.00, 저장 5일 1.05, 저장 10일 1.67, 저장 15일 1.74로 유의적(p<0.0001)으로 증가하였다. 대장균군수는 Buckalew JJ 등(1996)이 제시한 조리된 식품의 기준인 2 이하로 평가하였을 때 레몬즙 첨가군의 경우에는 저장 15일까지 그 기준을 만족하였으나 대조군은 저장 10일, 1.86에서 저장 15일, 2.21로 그 기준을 초과하였다. 이상의 결과에서도 저장 15일까지도 생산당일과 유사한 결과를 나타내었는데 즉 데리야끼 소스에 레몬즙이 첨가된 경우가 대조군에 비하여 총균수와 대장균군수의 수준이 통계적으로 모두 유의적이지는 않았지만 전체적으로 더 낮은 것으로 평가되었다. Jang JD등(2006)의 Korean seasoned beef를 Sous vide Cook-chill system으로 생산 시 식초와 정종을 같이 넣었을 때 미생물적 통제효과가 뛰어났다고 하였는데 두 가지를 넣지 않은 대조군의 pH 5.66에 비해 식초와 정종을 혼합한 실험군이 5.43으로 pH가 낮았던 것도 한 요인이 되었을 것으로 사료된다.

저온성균수역시 대조군과 레몬즙 첨가군 둘 다 저장 시와 재가열시 모두 유의적으로 증가하였다. 재가열 시료를 기준으로 보면 대조군은 2.17~3.00으로, 레몬즙 첨가군은 2.05~2.75로 증가하였으나 두 실험군간의 유의적 차는 없었다.

IV. 결론 및 요약

본 연구에서는 삼치를 소비자의 기호도가 높은 데리야끼 소스(Teriyaki sauce)와 혼합하여 Sous vide Cook-chill System으로 생산한 것을 대조군으로 하고, 항균력이 있다고 알려진 레몬즙을 첨가하여 생산한 것을 실험군(레몬즙 첨가군)으로 설정한 후 3℃이하 냉장저장 시 저장기간에 따른 미생물적 품질을 비교 평가하였다. 이를 통하여 레몬즙이 삼치데리야끼조림에 미치는 영향을 검토하고, 저장 · 유통기간이 짧은 생선을 급식소에서 Sous vide Cook-chill System으로 생산 · 공급함은 물론, 반가공 조리된 제품으로의 상품화에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

1. 생산단계에 따른 품질 평가

95℃의 steam convection oven에서 50분간 가열 직후 데리야끼소스 15 mL를 혼합한 대조군의 내부온도는 84.9℃, 레몬즙 첨가군은 85.6℃였다. 생산단계별 각각의 Aw의 측정치는 대조군과 레몬즙 첨가군 간에 유의적 차가 없었으나 pH의 경우는 모든 생산단계에서 레몬즙 첨가군의 pH가 유의적으로 낮게 나타났다. 미생물분석결과 대조군과 레몬즙 첨가군의 삼치와 소스를 혼합한 직후 총균수는 각각 3.09, 3.17로 유의적 차가 없었으나 대장균군수에 있어서 대조군은 2.63, 레몬즙 첨가군은 1.65로 레몬즙 첨가군이 유의적으로 낮았다(p<0.05). 소스의 침투를 위해 냉장고에 30분간 저장한 후의 총균수도 대조군은 3.30, 레몬즙 첨가군은 2.00으로 p<0.0001의 유의적 차를 보였다. 진공포장 후 삼치데리야끼 조림을 95℃에서 50분 가열조리 한 후 대조군은 총균수와 대장균군수가 각각 1.83, 1.17이었고, 레몬즙 첨가군은 1.30, 0.00으로 현저히 감소한 것으로 나타났다.

2. 저장기간에 따른 품질평가

Aw의 경우 냉장저장과 재가열에 따른 측정결과 대조군과 레몬즙 첨가군 모두에서 0.94±0.01~0.97±0.00 범위로 저장기간에 따른 유의적 차이를 거의 보이지 않았고, pH는 대조군과 레몬즙 첨가군 모두 저장일이 증가함에 따라 유의적(p<0.001)으로 증가하였다. 미생물적 품질평가 결과 대조군과 레몬즙 첨가군 모두 저장 15일까지 총균수는 조리된 식품의 기준인 5.00 이하를 만족하였고, 레몬즙 첨가군의 경우 저장 0일과 5일에 대조군에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타내었다. 대장균군수는 레몬즙 첨가군의 경우에는 저장 15일까지 기준치(2.00 이하)를 만족하였으나 대조군은 저장 15일에 그 기준을 초과하였다. 저온성균수역시 대조군과 레몬즙 첨가군 모두 저장 시와 재가열시 모두에서 저장기일이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다.

이상의 분석 결과 Sous vide Cook-chill System으로 삼치데리야끼 조림을 생산 할 때 데리야끼소스에 레몬즙을 첨가한 경우 미생물적 품질이 높게 평가되었으며 레몬즙 첨가 시 저장 15일까지는 안전하였다. Sous vide Cook-chill System의 장점이 cook-chill에 비해 영양적 · 관능적으로는 우수하다고 하나 낮은 열처리로 인한 미생물적 품질이 우려되는 만큼 원재료의 안전을 최우선으로 확보하고, 이후 진공포장을 통한 열처리 후의 오염이 발생되지 않도록 포장재와 처리법에 대한 연구 또한 조속히 이루어져야할 것이다. 향후 Sous vide Cook-chill System을 이용하여 저장 · 유통기한이 짧은 생선류 제품 등 다양한 음식의 메뉴개발이 이루어져야 할 것이며, 이들 제품의 미생물적 안전성뿐만 아니라 관능적, 영양학적 품질에 기초한 지속적인 연구가 수행되어야 하겠다.

V. 감사의 글

위 논문은 2008년도 성신여자대학교 학술 연구조성비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

손태화, 성종환, 강우원, 문광덕. 식품가공학. 1996. 형설출판사. pp 501-502

한국식품공업협회. 2005. 식품공전. 식품공전(별책). pp 97-109

Aleson-Carbonella L, Ferna´ndez-Lo´peza J, Pe´rez-Alvareza J.A, Kurib V. 2005. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. Innovat Food Sci Emerg Tech 6(2):247-255

Department of Health and Social Security. 1989. Chilled and Frozen-Guideline on cook-chill and cook-freeze catering system. HMOS, London. pp 10-13

Bobeng BJ, David BD. 1977. HACCP Models for Quality of Entree Production in Foodservice Systems. J Food Prot 40(9): 632-638

Buckalew JJ, Schaffner DW, Solberg M. 1996. Surface sanitation and microbiological food quality of a university foodservice operation. J Food System 9(1):25-39

Creed PG. 1998. Sensory and nutritional aspects of sous vide processed foods. In Sous Vide and Cook-Chill Processing for the Food Industry, S. (ed.), Aspen Publishers, Gaithersburg, MD pp 57-88

Dahl CA, Matthews ME, Marth EH. 1980. Cook/chill foodservice system with a microwave oven: aerobic plate counts from beef loaf, potatoes and frozen green beans. J Microw Power 15(2):95-105

FDA Food Code. 2005. http://www.cfsan.fda.gov/~acrobat/fc05-3.pdf. Accessed July 14, 2008

G. Xie. 2000. Comparison of textural changess of dry peas sous vide cook-chill and traditional cook-chill systems. J Food Engineering 43(3):141-146

Gonzalez-Fandos E, Garcia-Linares MC, Villarino-Rodriguez A, Garcia-Arias MT, Garcia-Fernandez MC. 2004. Evalucation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. Food Microbiol 21(2):193-201

Gonzalez-Fandos E, Villarino-Rodriguez A, Garcia-Linares MC, Garcia-Arias MT, Garcia-Fernandez MC. 2005. Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. Food Control 16(1):77-85

Jang JD, Seo GH, Lyu ES, Yam KL, Lee DS. 2006. Huddle effect of vinegar and sake on Korean seasoned beef preserved by sous vide packaging. Food Control 17(3):171-175

Jung EY, Lim YH, Pack MS, Kim MW. 2002. A survey of the consumption of convenience foods. Korean J Community Nutrition 7(2):149-155

Kim HY, Song SM. 2007. Changes in Microbial Qualites and Sensory Characteristics of Boiled Potatoes and Imitation Crab Sticks in Soysauce as Prepared by the Cook-Chill System and Sous Vide Cook-Chill System. Korean J Food Cookery Sci 23(2):252-260

Kim HY, Choi SH, Ju SE. 1996. A survey of behaviors on fast food restaurant. Korean J Dietary Culture 11(1):71-82

Kim JY, Kim HY. 1986. A study for the utilization of ready-prepared foodservice system concept ti the Korean hospital foodservice operation. Korean J Food Cookery Sci 2(2):76-82

Kwak TK, Lee KE, Pack HW, Ryu K, Hong WS, Choi EJ, Jang HJ, Ki SH. 1997. The survey of housewives' perception for the development of refrigerated convenience foods for Korean. Korean J Dietary Culture 12(4):391-400

Lee YW, Kim JH, Park SG, Lee KM. 1996. Distribution of Indicator Organisms in Commercial Fish and Shellfish and Influence of Storage Temperature and Period. J Fd Hyg Safety 11(1):57-70

Light N, Walker A. 1990. Cook-Chill Catering: Technology and Management. Elsevier Applied Science. pp6, 158-164

Lyu ES, Lee DS. 2002. Sensory Quality Assessment of Reheated Cook/Chill and Sous-Vide Spinach Soup for Foodservice Operation. Korean J Food Cookery Sci 18(3):325-332

Nguyena H, Campia EM, Jacksona WR, Patti AF. 2008. Effect of oxidative deterioration on flavour and aroma components of lemon oil. Food Chemistry In Press, Accepted Manuscript, Available online 3 June 2008

Paraskevopouloua D, Boskoua D, Paraskevopoulou A. 2007. Oxidative stability of olive oil–lemon juice salad dressings stabilized with polysaccharides. Food Chemistry 101(3):1197-1204

Pi CML. 2000. CPU and receptor: partners to success. *The Consultants* 33(4):107-116

Rhodehamel EJ. 1992. FDA's concerns with sous vide processing. Food Technology. December. pp 73-76

Spears MC. 2003. Foodservice organizations : A Managerial and Systems Approach. 5th ed. prentice Hall, Inc., NJ. pp 88-92, pp 289-291

Varoquaux P, Offant P, Varoquaux F. 1995. Firmness, seed wholeness and water uptake during the cooking of lentils(Lens culinaris cv. anicia) for sous vide and catering preparation. Int. J Food Sci Technol 30(2):215-220

Yang IS, Lee JM, Lee YE, Yoon S. 1998. Trends and feasibility of health-oriented convience food Korean food industry. Korean J Dietary Culture 13(3):215-225

2008년 7월 29일 접수; 2008년 10월 8일 심사(수정); 2008년 10월 8일 채택