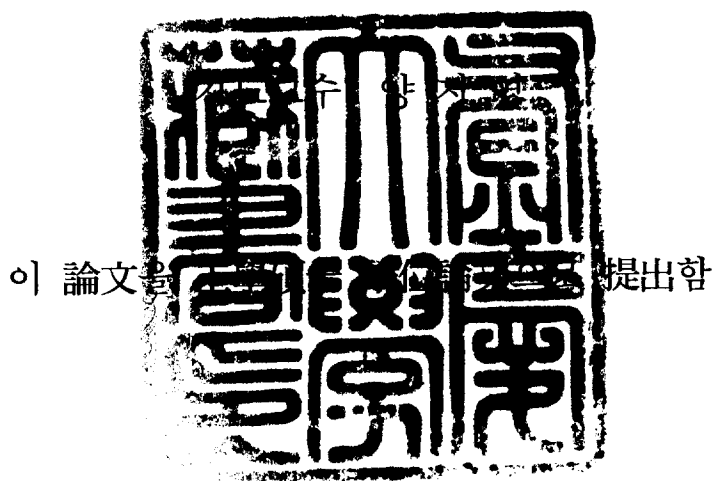


공학석사 학위논문

모의실험을 통한 포장 삼각김밥의
유통기한 예측



2006년 2월

부경대학교 대학원

식품공학과

박 성 희

박성희의 공학석사 학위논문을 인준함

2005년 12월 22일

주 심 수산학 박사 조 영 제



위 원 공 학 박 사 전 병 수



위 원 농 학 박 사 양 지 영



목 차

Abstract	1
서론	3
재료 및 방법	
1. 시 료	8
2. 배지 및 시약	8
3. 모의 실험 조건	8
4. 화학적 품질 변화	8
4.1 pH 측정	9
4.2 산도 측정	9
5. 미생물학적 분석	9
5.1 시료의 채취 및 시험용액의 조제	9
5.2 일반세균 측정	10
5.3 대장균군 및 대장균 측정	10
6. 관능 평가	11
7. 유통기한 계산 및 예측	11
결과 및 고찰	
1. 삼각김밥의 업체별·제품별 비교 분석	13
2. 참치마요네즈 삼각김밥의 저장온도별 변화	16
2.1 pH 변화	16
2.2 산도 변화	19
2.3 미생물학적 품질상태의 변화	19
2.3.1 일반세균수	19

2.3.2 대장균 및 대장균군	23
3. 관능평가	25
4. 유통기한 예측	25
4.1 유효 품질지표 설정	25
4.2 각 유효 품질지표의 한계 기준치 설정	28
4.3 유통기한의 계산 및 예측	28
요 약	31
참고문헌	32
감사의 글	46

The Prediction of a Shelf-life of *Samgak-Kimbab*
Marketed in Convenience Stores
by a Simulation Study

Sung-Hee Park

*Department of Food Science and Technology,
Graduate School,
Pukyong National University*

Abstract

It was investigated for the shelf-life of *samgak-kimbab* via a simulated study through microbiological and chemical analysis, which was a triangular-shaped pack of rice rolled in a dried laver and one of food items at convenience stores in Korea. Tuna and mayonnaise *samgak-kimbab* was selected as model sample as a result of microbiological and chemical analysis on difference of company or a kind of material. Tuna and mayonnaise *samgak-kimbab* was immediately delivered from convenience store to laboratory and analyzed at 3 kinds of

storage temperature by 3 hrs for 41 hrs. Storage temperature were controlled as 10, 20 and 35°C. As a result of storage experiments, pH as one indicator of chemical analysis was ranged from 4.96 to 5.86, which was proper to growth of some microbes. Acidity as other indicator of chemical analysis was ranged from 0.015 to 0.03%. As a result of microbiological analysis, total aerobic count was 7.4×10^3 CFU/g at initial state and 3.0×10^5 CFU/g for 34 hrs at 10°C and 2.7×10^5 CFU/g for 6 hrs at 20°C and 2.8×10^5 CFU/g for 3 hrs at 35°C. Coliforms count was not detected at initial state and 1.4×10^2 CFU/g for 17 hrs at 10°C and 1.7×10^2 CFU/g for 14 hrs at 20°C and 1.0×10^2 CFU/g for 3 hrs at 35°C. Shelf life of *samgak-kimbab* was decided by regression equation via a criterion as 10^5 CFU/g of total aerobic count or 10^2 MPN/g of coliforms count.

서 론

국민의 생활수준이 향상되고, 사회구조가 다양하게 변화함에 따라 우리의 생활양식은 편의, 간편성을 추구하게 되어 가정에서 직접 김밥을 만들어 먹는 것보다 여러 판매점 등에서 구입하는 경향이 커지고 있다. 이에 따라 1980년대 말에 국내에 소개된 편의점은 대체적으로 연중무휴의 24시간 영업체계를 특성으로 하고 있으며, 핵가족화로 인한 구매단위의 소형화, 심야활동 인구의 증가와 맞벌이 부부, 독신자들의 증가로 인해 판매 신장율이 높아지고 있는 실정이다. 최근 들어 편의점에서 판매되고 있는 편의식품의 판매율은 상승세를 보이고 있으며, 특히 도시락류의 판매율은 증가 추세에 있다. 김밥은 김으로 주재료인 밥과 단무지, 계란, 참치, 김치, 소고기 등의 찬류를 함께 말아 놓은 즉석식품(read to eat foods)으로 식품공전에서는 이를 도시락, 햄버거, 샌드위치 등과 더불어 복합조리식품으로 구분하고 있다. 김밥은 주로 도시락 용도로 사용되어 왔으나 최근에는 편의점의 발달이나 학교를 중심으로 한 집단 급식의 확대와 더불어 외식산업 및 매장에서 상품화된 식품으로서의 유통비율이 더 커지고 있는 추세이다(Kwak *et al.*, 1996).

김은 단백질과 비타민, 무기질이 풍부한 영양식품으로서 향기가 특이하여 우리 국민이 즐겨 먹을 뿐만 아니라, 김밥은 한국 사람이 가장 좋아하는 음식 중의 하나로서 특히 삼각김밥은 어린이 도시락, 식사 대용 등의 용도로서 널리 보급되어 있다. 삼각김밥은 밥에 여러 가지 고명을 넣고 김으로 감싼 음식으로 김밥의 속재료로는 계란 지단, 어묵, 쇠고기 볶은 것이나 햄, 시금치, 당근, 오이를 썰어 볶은 것 등이 주로 이용

되며, 이 이외에도 손쉽게 구할 수 있는 식재료이면 무엇이든 속재료로 이용될 수 있다. 또 맨밥에 참기름과 소금을 가미하여 김밥의 맛을 더 하기도 한다. 김밥은 김과 더불어 곡류, 육류, 난류, 채소류 및 유지류 까지 골고루 포함하고 있어 영양 섭취면에서 유리할 뿐만 아니라 편리함을 갖추고 있다. 우리나라에서 김밥에 대한 위생관리기준을 보면 식품공전 1993년판까지 '일반세균수 100만 이하/g, 그리고 대장균군 음성'으로 규정되어 있었다(보건사회부, 1993). 식품공전 1994년판부터 일반세균수 기준은 삭제되고 '대장균, 황색포도상구균, 살모넬라 및 장염비브리오균 음성'으로 규정되었다(보건사회부, 1994). 그러나 식품공전 1996년판부터 김밥에 대한 미생물 기준은 삭제되고, 다만 도시락류의 보존유통기준으로 김밥은 10℃ 이하의 냉장에서 보존기간 7시간으로 규정하고 있다(보건사회부, 1996). 그런데 최근에는 기준이 더욱 완화된 도시락류로서 김밥의 보관온도나 유통기한을 생산업자가 자율적으로 관리하도록 하였다. 즉, 제품의 유통기한 설정은 당해 제품의 제조자가 포장재질, 보존조건, 제조방법, 원료배합 비율 등 제품의 특성과 냉장 또는 냉동보존 등, 기타 유통실정을 고려하여 자율적으로 정하도록 규정하고 있다(보건사회부, 2004). 그러나 김밥은 다양한 재료를 사용하는 복합조리식품이면서, 손이 많이 가는 조리 상의 특징으로 인하여 여러 요인에 의하여 오염될 수 있으며, 또 조리 중 교차오염의 가능성을 다분히 내포하고 있다. 또한, 김밥은 제조과정 중 미생물의 오염요인이 크며, 수분활성도가 높고 미생물의 증식이 용이한 원료로 구성되어 있어 보존하기가 어렵고, 식품위생상의 식성 병해를 일으키기 쉬운 문제점이 있다(Lee *et al.*, 1998). 실제로 우리나라의 식중독 발생 통계에 따르

면 2000년도에 김밥을 포함한 복합조리식품이 전체 식중독 발생요인의 24.0%를 차지하여 육류(27.9%), 어패류 및 그 가공품(26.0%) 다음으로 높은 비중을 차지하고 있다(Kang *et al.*, 2002). 특히 2001년부터는 과거와 달리 육류 및 그 가공품이나 어패류 및 그 가공품에 의한 식중독보다 복합조리식품에 의한 식중독 발생이 많은 부분을 차지하고 있다. 또한 2003년에는 복합조리식품에 의한 식중독 발생 건수가 26.7%, 그리고 환자수가 42.9%에 이르고 있다(식품의약품안전청, 2004). 식중독 통계에서 삼각김밥에 의한 식중독 사건이라 할지라도 원인식품으로서 김밥으로만 표기될 뿐, 여러 가지 식품재료가 혼합된 김밥에서 오염의 근원은 대체로 밝혀지지 않고 있다. 삼각김밥의 경우 다른 즉석식품과 달리 위생적 품질을 향상시키기 위하여 조리 후에 가열 살균처리하거나 보존료를 사용할 수도 없으며, 4℃이하의 저온 보관하였을 경우 쌀 전분이 경화(Zhou *et al.*, 2003)되어 관능적 질감이 떨어지므로 cold chain system을 이용한 유통도 어려우며 기존 살균방법의 적용도 어려운 애로점이 있다. 이러한 특성으로 인하여 삼각김밥의 위생적 품질을 유지하기가 쉽지 않으며, 김밥에 대한 위생 규제의 완화로 김밥 조리과정에서 더 각별한 위생관리와 주의가 필요하다. 국내의 도시락 업체를 대상으로 한 연구들을 살펴보면 크게 기기 및 생산 설비에 관한 연구(박 등., 1987), 생산 및 유통 과정시의 품질 관리에 의한 연구(계 등., 1988; 신 등., 1990; 강 등., 1995), 도시락 식단 및 영양가 조사에 관한 연구(한국식품개발연구원, 1993)로 대별되는데, 이 중 도시락 유통 과정의 미생물적 품질관리를 위한 연구(신 등., 1990)에서 실제 유통 시간이 9 ~ 12시간이 되므로 문제가 될 수 있으며, 미생물의 생육 속도를 감안

해 유통 소요시간을 단축해야 한다고 지적하였으나, 유통기한의 기준을 설정하지는 못하였다. 현재 도시락은 유통 온도와의 관계 등 구체적인 지침이 제시되지 못하고 있으며 소비자 안전 측면에서의 문제 뿐만 아니라 유통기한이 지난 도시락의 폐기문제 등 제조업체와 행정부서 사이에 갈등의 소지가 되고 있는 실정이다. 도시락의 유통기한에 관련된 연구는 서울 YMCA 사회문제부에서 1992년에 편의점 9개 업체에서 공통적으로 판매중인 도시락류와 제빵류의 표시 및 유통 실태를 조사한 것이외에는 아직 보고된 바 없으며, 다만 두유음료(박, 1992), 계맛살(한, 1991) 등 가공식품의 유통기한 설정에 관한 연구가 국내에서 보고되고 있다. 한편, 외국에서는 식품생산 후 유통과정이 매우 중요한 중점관리 기준으로 인식되고 있으며, 이 때의 중점관리점(Critical control point, CCP)을 효과적으로 monitoring하고 관리하기 위한 도구로서 시간-온도 지표(Time-temperature indicators, TTIs)가 매우 중요한 역할을 하고 있으며, 이를 이용한 보다 실제적인 유통기한 설정에 관한 연구들이 보고된 바 있다(Singh *et al.*, 1985; Taoukis *et al.*, 1991; Taoukis *et al.*, 1989; Taoukis *et al.*, 1989). 또한, 강 등(1995)이 식당 및 일반가게에 납품된 김밥을 대상으로 김밥 및 그 재료의 총균수, 대장균군수 등을 조사한 결과 김밥 세균 오염의 주요 원인 재료로는 김, 시금치나물, 당근, 소세지 등이었다고 밝힌 바 있다. 그러나 아직까지 김밥의 보존성 및 위생성 확보를 위한 기초연구 및 산업적 기술개발에 관한 연구는 미흡하다. 최근 시판 김밥의 위생조사(Kang *et al.*, 2002)에서 34.1%의 김밥에서 황색포도상구균이 검출되었다고 보고하여 김밥의 위생상태에 대한 위험성을 제시한 바 있다. 또한 집단급식 시설 및 편의점 판매용

김밥의 생산과 유통에 HACCP 모델을 적용하여 조리과정에서의 기구 및 식자재에 의한 오염과 작업자의 개인 위생상태에 따른 환경요인이 김밥 미생물 오염의 주요 요인임을 보고하고 있다(Lee *et al.*, 1998; Kwak *et al.*, 1996). 김밥의 원료 특성 또한 보존성의 제한 및 위생적 위험도를 가중시키는 요인이 되는 것으로 평가되고 있다. 따라서 본 연구는 국내 식품안전 관리를 위한 최종 섭취 시 가열조리를 필요로 하지 않아 일반적으로 위해가 클 것으로 추정되는 즉석식품(ready-to-eat foods) 중에서 편의점에서 판매되고 있는 도시락류 특히, 삼각김밥을 대상으로 모의 저장성 실험(simulation)을 통해 미생물학적 및 화학적 품질 지표 변화를 이용하여 이들 결과로부터 저장 온도 및 저장 기간에 따른 품질 저하율을 산정한 다음 유통기한을 예측하였다.

재료 및 방법

1. 시 료

실험대상 시료로는 국내 편의점 세 곳에서 판매량이 제일 많은 삼각김밥 3종을 대상으로 업체별, 제품별로 구입하여 미생물적인 오염도와 화학적 품질변화를 측정하였다. 시료는 공장에서 포장 직후 1시간 이내로 냉장 운반한 후 즉시 사용하였다.

2. 배지 및 시약

본 실험에 사용된 일반세균용, 대장균 및 대장균군용 배지는 3M 주식회사의 PetrifilmTM aerobic count plate, PetrifilmTM E.coli/C-oliform plate를 사용하였으며 그 외 사용한 모든 시약은 Sigma co.로 구입한 1급 시약을 사용하였다.

3. 모의 실험(simulation) 조건

3가지 온도대에서 유통기간을 감안하여 41시간 동안 저장하면서 화학적, 미생물적 품질상의 변화를 분석하였다. 삼각김밥의 유통기한이 냉장온도에서 30 ~ 36시간임을 감안하여 저장온도 조건은 현행 냉장 유통 온도대인 10℃, 상온 방치시 봄, 가을을 고려하여 20℃, 여름을 예상한 35℃의 3가지로 하였으며, 분석 시점은 납품 직후, 3~5시간 간격으로 41시간 동안 9개 시점으로 측정하였다.

4. 화학적 품질 변화

4.1 pH 측정

삼각김밥 한덩이를 칭량하여 10배의 증류수를 넣고 Stomacher (Lab-blender 400, Seward medical ltd., UK)으로 균질화 시킨 후 pH meter(420A, Orion Co., Japan)로 3회 반복 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

4.2 산도 측정

삼각김밥에 대한 산도 측정은 A.O.A.C법(1990)에 의하여 균질화 시킨 시료 용액 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 정확히 취하고, 끓여서 CO₂를 제거시킨 증류수 10 mL를 가하여 희석한다. 1% phenolphthalein 용액 0.5 mL를 가하고 0.1 N NaOH 용액으로 적정한다. 종말점은 약 30초간 미홍색이 없어지지 않는 때로 한다. 측정치는 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

5. 미생물학적 분석

5.1 시료의 채취 및 시험용액의 조제

삼각김밥에 함유된 미생물의 검사는 식품공전(2004)에 준하여 실시하였다. 즉, 삼각김밥 한 덩이를 취하여 멸균 시료병에 넣고 9배량의 멸균 생리식염수와 혼합하였다. 이를 Stomacher(Lab-blender 400, Seward medical ltd., UK)로 2분간 중속으로 균질화 시켜 미생물 검사를 위한 시험용액으로 사용하였다.

5.2 일반세균수 측정

일반세균수는 식품공전 표준평판법에 따라 시험하여 형성된 집락(colony forming unit, CFU)을 측정하였다. 각 시험용액을 멸균 생리식염수를 사용하여 10배 단계로 희석하였다. 시험용액과 각 단계 희석액 1 mL씩을 Petrifilm™ aerobic count plate 각 2매에 1 mL씩 취하여 35 ± 1°C에서 24 ± 3시간 배양하였다. 즉석건조필름인 Petrifilm™은 2장의 필름으로 구성되어 하부 필름에는 수용성 겔과 탈수된 영양 성분으로 덮혀 있고 상부 필름에는 겔화 물질과 2,3,5-triphenyltetrazolium-chloride로 덮혀 있으며(Cho *et al.*, 2005) 배양 후 생성된 적색 콜로니를 계수하여 CFU/g으로 나타내었다.

5.3 대장균(*Escherichia coli*) 및 대장균군(Coliforms) 측정

참치마요네즈 삼각김밥 중의 대장균군 및 대장균을 검출하기 위하여 조제한 시험용액과 단계별 희석액을 Petrifilm™ E.coli/Coliform plate(ECP)에 1 mL씩 취하여 35 ± 1°C에서 24 ± 3시간 배양하였다. ECP에는 5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-glucuronide(BCIG)가 첨가되어 있어 대장균은 β-glucuronidase에 의해 BCIG가 분해됨으로서 가스방울이 붙어 있는 청색 콜로니로 관찰된다. 대장균군은 2개의 필름 사이에 violet red bile agar(VRBA, Difco, Detroit, MI, USA)배지가 탈수되어 있어 대장균군이 배지에 첨가되어 있는 triphenyltetrazolium을 환원시킴으로써 적색 콜로니를 형성하고 유당을 발효시켜 가스를 생성한다. 이 가스는 필름에 포집되어 콜로니 주위에 하나 또는 그 이상의 작은 가스방울을 형성한다(Cho *et al.*, 2005). 배양 후 기포를 가진 청

색 콜로니는 대장균 양성으로 간주하고, 기포를 가진 적색 콜로니는 대장균군 양성으로 간주하고 계수하여 CFU/g로 나타내었다.

6. 관능 평가

삼각 김밥의 관능검사는 포장 직후 10, 20 및 35°C의 온도대를 구분하여 실시하고, 관능검사는 10명의 잘 훈련된 panel을 대상으로 제품에 표시 기재된 35시간의 유통기한을 참고하여 맛, 향기, 색상, 조직감에 대한 선호도 검사를 평가하도록 하였으며, 평가방법은 10점의 평점법(김광옥 등., 1997)을 이용하여 최저 1점에서 최고 10점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주도록 하여 2회 반복 실시하였으며 결과는 ANOVA분석으로 처리한 후 Student-Newman-Keul's(SNK) 다중검정법을 이용하여 유의성($p < 0.05$)을 검증하였다(SAS. 1989).

7. 유통기한 계산 및 예측

유통기한을 예측하기 위해 저장성 실험에 의한 화학적 품질변화로 pH와 산도를 측정하였고 미생물적 품질상의 변화를 일반세균 및 대장균군 등을 측정하여, 저장 온도별 저장시간에 따른 각 품질지표의 변화율 및 변화율의 상관성의 유의성을 비교 분석하였다. 또한, 각 품질지표 항목 간의 상관성을 비교 검토하여 각 제품에 대한 유통기한 설정을 위한 유효 품질지표 항목을 설정하고, 이들의 한계 기준치를 정하였다. 유효 품질지표로 결정된 항목에 대해 각 저장 온도 대에서의 시료 각각의 분석값(Y), 저장시간(X)과의 회귀식을 산출하기 위해 Y값에 각 유효 품질지표의 한계 기준치를 대입하여 그 때의 저장 가능시간(X)을 산출하여

이를 유통기한의 예측일로 정하였다. 또한, 이와 같이 각 저장 온도대에서 각 유효 품질지표의 초기값(a)을 달리하였을 때, 각 유효 품질지표의 한계 기준치(Y)에 도달하기까지의 시간, 즉 유통가능기한(X)을 산출한 후, 다시 각 유효 품질지표의 초기값(X)과 유통가능기한(Y)과의 회귀식을 도출하여 생산 직후의 삼각 김밥의 품질상태(X)에 따른 유통가능기한(Y)을 예측할 수 있도록 하였다. 이때의 모든 통계처리는 SAS/STAT Tm user's guide 8.0판 프로그램을 이용하여 분석분석(ANOVA analysis of variance)과 Duncan's protected least significant difference test를 이용하여 실시하였다. 적용된 통계적 유의수준은 $p < 0.05$, $p < 0.01$ 그리고 $p < 0.001$ 이었다.

결과 및 고찰

1. 삼각김밥의 업체별 · 제품별 비교 분석

삼각김밥의 업체별, 제품별에 따른 비교 실험 중에서 일반세균과 총대장균군은 Table 1에 나타내었다. 3개의 업체에서 가급적 동일 재료를 사용한 삼각김밥을 비교해 보았는데 일반세균은 A 업체의 참치김치 삼각김밥에서 10^2 CFU/g 검출되었고 A 업체의 고추장삼겹살 삼각김밥, B 업체의 김치불고기 삼각김밥, 참치 삼각김밥에서 10^5 CFU/g로 검출되었다. 참치 삼각김밥이 A 업체와 C 업체는 $10^2 \sim 10^3$ CFU/g이었는데 반하여 B 업체는 10^5 CFU/g으로 다소 높게 나타났다. 저장시간에 따른 차이도 있겠으나 김치나 고추장 같은 생균이 많이 있는 발효식품을 속재료로 사용된 경우에도 일반세균의 균수가 차이가 남을 알 수 있었다. 삼각김밥의 Coliform은 A 업체에서는 검출되지 않았으나 B 업체의 참치 삼각김밥은 144 CFU/g이 검출되었고 C 업체에서도 참치 삼각김밥류에서 검출되었다. 제품별 pH와 산도를 Table 2에 나타내었는데, 업체들마다 속재료가 같아도 pH와 산도가 다르게 나타남을 알 수 있었다. 측정 당시의 유통시점이 다르고 같은 속재료를 사용했어도 제조사마다 조미방법에 차이가 있어서 차이가 나는 것으로 추측되어진다. 대부분의 삼각김밥의 pH는 5정도로 측정이 되었는데 B 업체의 참치 삼각김밥이 4로 가장 낮았고 A 업체의 숯불갈비 삼각김밥이 5.82로 가장 높았다. 업체별로는 B 업체가 대체로 낮은 pH를 보였다. 삼각김밥의 산도는 0.017%에서 0.085%까지 측정되어졌는데 B 업체의 김치불

Table 1. Microbiological evaluation of various *samgak-kimbab* after same storage conditions for selection of model sample

(unit : CFU/g)

	Item	Total plate count	Coliform
A	<i>Chamchi</i>	1.3×10^3	-
	<i>Chamchi-kimchi</i>	8.2×10^2	-
	<i>Kochujang-samkyubsal</i>	3.4×10^5	-
	<i>Suppul-kalbi</i>	1.6×10^4	-
B	<i>Kimchi-pulkogi</i>	4.1×10^5	1
	<i>Chamchi</i>	1.5×10^5	144
	<i>odon-kulsouce</i>	8.2×10^4	-
C	<i>Chamchi-kimchi</i>	1.3×10^4	6
	<i>Kochu-chamchi</i>	8.7×10^3	13
	<i>Kimchipokm-koguma</i>	6.0×10^3	-

- : Not detected.

Table 2. pH and acidity evaluation of *samgak-kimbab* under same temperature conditions for establishment

	Item	pH	Acidity(%)
A	<i>Chamchi</i>	5.62	0.028
	<i>Chamchi-kimchi</i>	5.37	0.025
	<i>Kochujang-samkyubsal</i>	5.68	0.02
	<i>Suppul-kalbi</i>	5.82	0.018
B	<i>Kimchi-pulkogi</i>	5.08	0.017
	<i>Chamchi</i>	4	0.085
	<i>odon-kulsouce</i>	4.52	0.017
C	<i>Chamchi-kimchi</i>	5.27	0.019
	<i>Kochu-chamchi</i>	5.77	0.039
	<i>Kimchipokm-koguma</i>	5.77	0.025

고기 삼각김밥과 오돈굴소스 삼각김밥이 0.017%로 가장 낮았고 동업체의 참치 삼각김밥이 0.085%로 가장 높게 나타났다. B 업체의 참치 삼각김밥이 pH도 상당히 낮고 대장균군이 검출되는 것으로 보아 다른 제품과 차이가 남을 알 수 있었다.

2. 참치마요네즈 삼각김밥의 저장온도별 변화

2.1 pH 변화

참치마요네즈 삼각김밥을 실험 대상으로 선정하였는데, data 값이 다른 업체의 삼각김밥과 차이가 났던 B 업체 참치마요네즈 삼각김밥으로 본 실험에 들어갔다. Table 3과 Fig. 1은 참치마요네즈 삼각김밥을 포장 직후부터 저장 온도대별로 일정 시간이 경과할수록 변화되는 화학적 품질변화의 일환으로 먼저 pH를 나타낸 것이다. 10, 20, 35℃에서 저장 시간 초기에는 별다른 차이가 없었으나 9시간 경과 후에 20℃ 온도 대에서 pH 5.65에서 5.57로 소폭 떨어졌고 저장 시간이 경과될수록 온도 의존적으로 감소하였다. 10℃에서 pH는 포장 직후 5.86에서 41시간째에서는 5.30으로 초기에는 변화량이 미비하다가 12시간 이후부터는 차이가 있음을 알 수 있었다. 봄·가을을 예상한 20℃에서는 41시간 후의 pH값은 5.04로 초기 저장할 때와 0.82 정도의 차이가 났고 여름철을 대비한 35℃, 가혹 조건에서는 10℃, 20℃보다도 급격히 pH값이 감소되었다. 각각의 온도대의 pH 측정값은 4 ~ 5.86 범위에 속하므로 미생물 증식에 적합한 pH 환경을 가졌다고 할 수 있었다.

Table 3. pH *samgak-kimbab* under simulated time and temperature conditions after packaging to service for establishment

Temp.	10°C	20°C	35°C
Time(hr)			
0	5.86	5.86	5.86
3	5.79	5.71	5.66
6	5.72	5.65	5.52
9	5.68	5.57	5.45
12	5.65	5.43	5.31
17	5.63	5.39	5.23
22	5.57	5.30	5.12
27	5.45	5.21	5.00
34	5.37	5.11	4.97
41	5.30	5.04	4.86

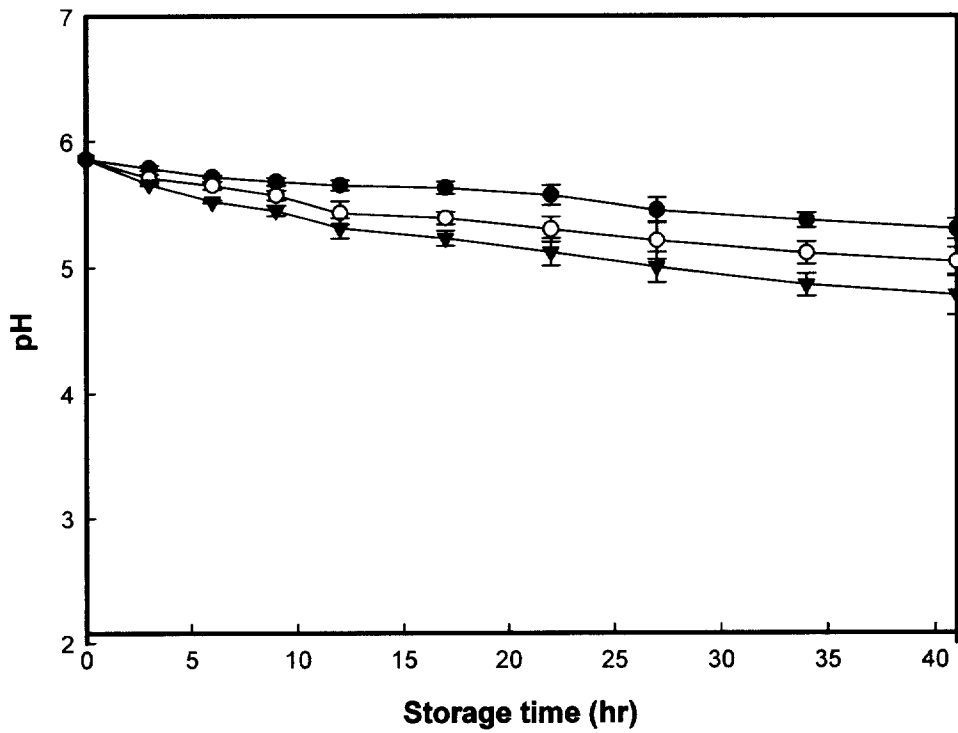


Fig. 1. pH of *samgak-kimbab* under simulated time and temperature conditions after packaging to service for establishment.

-●- : 10°C, -○- : 20°C, -▼- : 35°C

2.2 산도 변화

저장시간에 따른 각 온도대의 산도값을 측정한 결과는 Table 4 및 Fig. 2와 같다. 산도 또한 시간이 경과될수록 유기산의 함량이 서서히 늘어남을 알 수 있었으나 현행 유통저장 온도대인 10℃에는 저장 시간이 경과될수록 산도 값의 변화는 차이가 나지 않았다. 봄·가을을 예상한 20℃에서 산도는 pH 변화량보다는 작지만 계속 저장시간이 길어짐에 따라 값이 높아짐을 알 수 있었다. 여름철을 대비한 35℃, 가혹조건에서는 10℃, 20℃보다도 급격히 산도 값이 높아졌다. 산도는 저장 온도가 높아질수록, 저장 시간이 경과될수록 의존적으로 높아졌으며 pH 변화량보다 더 차이가 나서 17시간 이후로는 현저히 온도대별로 간격이 벌어짐을 알 수 있었다.

2.3 미생물학적 품질상태의 변화

2.3.1 일반세균수

참치마요네즈 삼각김밥의 미생물 오염도 중에서 Fig. 3은 저장시간에 따른 각 온도대별의 일반세균수의 변화량을 나타낸 것이다. 조리한 음식에 대한 일반세균수의 기준치(Solberg, 1990)인 10^5 과 비교해 볼 때, 미생물 실험 결과 포장 직후부터 참치 마요네즈 삼각김밥의 일반세균수는 7.4×10^3 CFU/g이었고 10℃에서 34시간 후 3.0×10^5 CFU/g이었으며, 20℃에서는 6시간 후 2.7×10^5 CFU/g이었는데 반하여 35℃에서 3시간 후 2.8×10^5 CFU/g이었다.

현행 냉장유통 온도인 10℃에서는 시간이 경과할수록 일반세균수의

Table 4. Change of acidity on tuna and mayonnaise *samgak-kimbab* under simulated time and temperature conditions

(unit : %)

Temp.	10°C	20°C	35°C
Time(hr)			
0	0.015	0.015	0.015
3	0.015	0.016	0.017
6	0.016	0.017	0.018
9	0.017	0.018	0.019
12	0.017	0.018	0.020
17	0.018	0.020	0.023
22	0.019	0.021	0.024
27	0.020	0.023	0.026
34	0.022	0.025	0.029
41	0.025	0.028	0.032

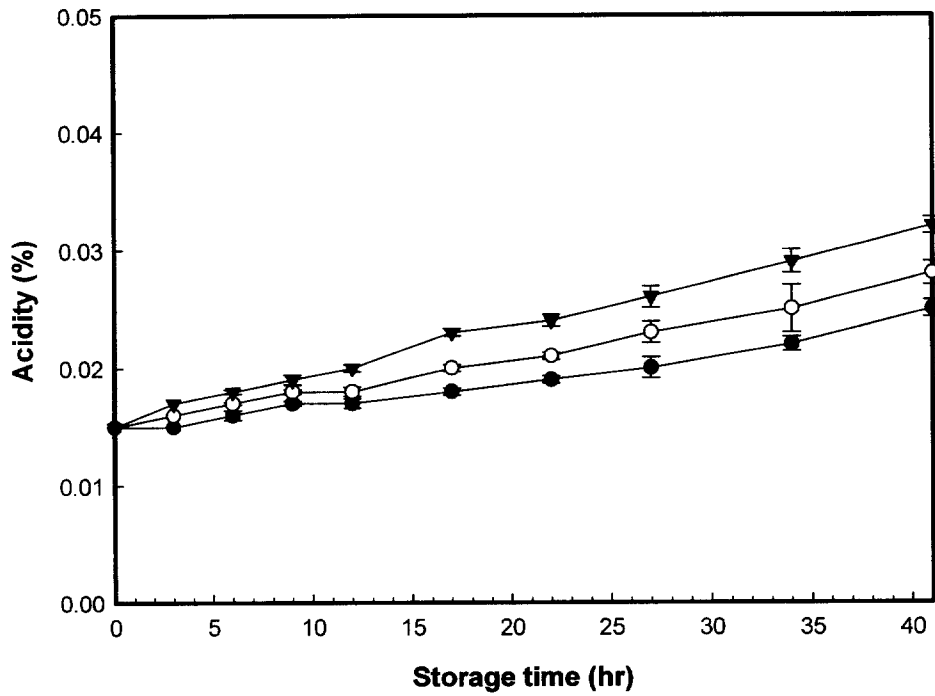


Fig. 2. Change of acidity on tuna and mayonnaise *samgak-kimbab* under simulated time and temperature conditions.
 -●- : 10°C, -○- : 20°C, -▼- : 35°C

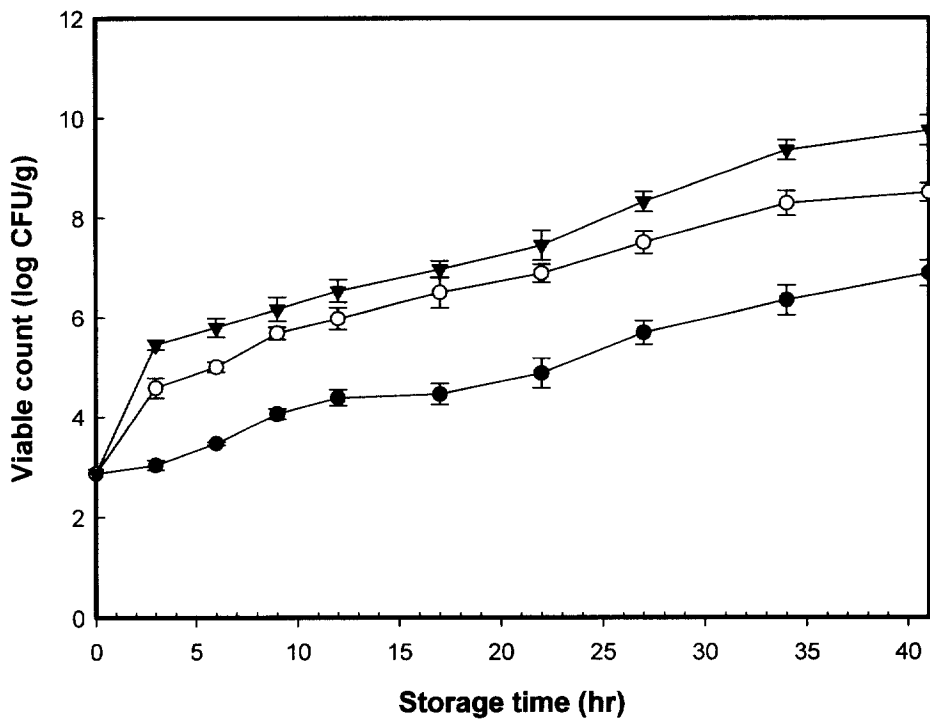


Fig. 3. Change of total aerobic count on tuna and mayonnaise *samgak-kimbab* under simulated time and temperature conditions.

-●- : 10°C, -○- : 20°C, -▼- : 35°C

변화가 크지 않아 30시간이 지나도 품질변화를 보이지 않았으나 20℃, 35℃ 온도가 높아갈수록 일반세균수가 급격히 증가함을 알 수 있었다. 20℃, 35℃에서의 일반세균수는 저장시간이 3시간이 경과했을 때부터 급격히 증가했으나 시간별 증가율은 20℃와 35℃에서 비슷한 거동을 보였다.

2.3.2 대장균 및 대장균군

참치마요네즈 삼각김밥의 온도별 저장시간에 따른 대장균은 모든 검체에서 검출되지 않은 것으로 보아 병원성 미생물에 대한 오염은 없는 것으로 나타났다. 대장균군에 대한 거동은 Fig. 4에서 나타내었다. 대장균군수는 납품직후 검출되지 않았고 10℃에서 17시간 후 1.4×10^2 CFU/g 이었고 20℃에서는 14시간 후 1.7×10^2 CFU/g, 35℃에서 3시간 후 1.0×10^2 CFU/g 이 검출되는 것으로 보아 초기 미생물 수치가 많을수록 또한 저장온도가 높을수록 미생물의 증식속도가 빨라져서 저장기간 중 증식속도가 가속화된 것으로 보였다. 김밥은 4그룹의 일반적인 생산과정 중 4번째 그룹인 조리한 재료와 비조리 재료를 섞어서 포장하는 과정과 유사한데(Synder, 1985) 이 생산과정이 위험인자에 가장 노출이 많이 되어 있는 단계라고 지적한 바 있다. 즉, 조리한 재료와 비조리 재료가 섞여지면서 재오염의 가능성이 많아지게 되는 것이다. 그러므로 삼각김밥 생산과정에서의 미생물적 품질상태가 유통과정상의 품질에 직접적이고 지대한 영향을 끼치게 되므로 각 재료의 전처리, 가열처리, 보관 및

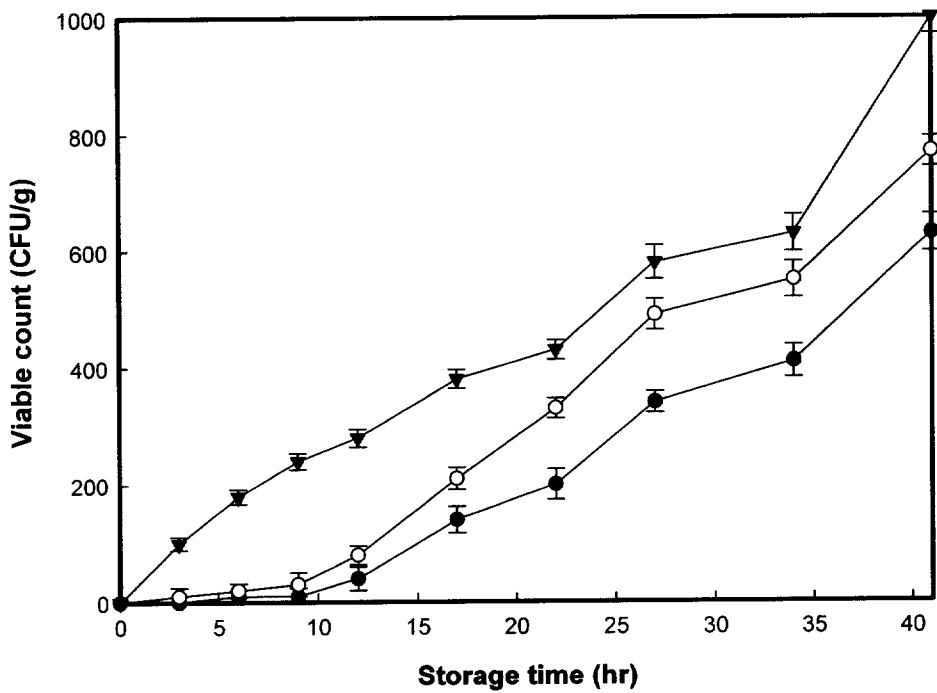


Fig. 4. Change of coliforms count on tuna and mayonnaise *samgak-kimbab* under simulated time and temperature conditions.

-●- : 10°C, -○- : 20°C, -▼- : 35°C

방치과정에서 특별한 주의가 요청 된다.

3. 관능 평가

참치마요네즈 삼각김밥의 저장시간에 따른 온도별 관능검사 결과는 Table 5와 같았다. 10℃에서 삼각김밥은 저장시간이 증가해도 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 34시간째부터는 색상, 향, 맛, 조직감에서 유의적인 감소를 보였고 41시간에서는 관능적으로 수용할(acceptable) 수 없었다. 20℃에서는 맛, 조직감이 저장시간이 증가함에 따라 유의적인 감소를 보였고 3시간째부터 색상, 향, 맛, 조직감 등에서 전반적으로 유의적인 감소를 나타내었는데, 9시간째부터 관능적으로 수용할 수 없었다. 35℃에서 참치마요네즈 삼각김밥이 이미 3시간째부터 유의적인 감소를 보였고 그 이후부터 외관이 물러지기 시작하였으며 색, 향, 맛, 조직감 등에서 관능적으로 수용할 수 없었다.

4. 유통기한 예측

4.1 유효 품질 지표 설정

각 저장온도에서 저장시간에 따른 품질지표별 변화율(b)을 Table 6에서 살펴보면, 삼각김밥의 경우 pH는 저장온도에 따라 변화율(b)이 비례적으로 감소하는 경향을 나타내었고, 일반세균수, 대장균군수 및 산도 등은 저장온도가 높아짐에 따라 대체로 비례적으로 증가하는 경향을 나타내었는데, 특히 20℃와 35℃ 사이에서는 변화율의

Table 5. Sensory evaluation of *samgak-kimbab* under simulated time and temperature conditions after packaging to service for establishment.

		Storage time (hr)									
		0	3	6	9	12	17	22	27	34	41
10°C	Color	9.81 ^a	9.79 ^a	9.80 ^a	9.75 ^a	9.77 ^a	9.71 ^a	9.68 ^a	9.62 ^a	8.26 ^b	N.A. ^c
	Flavor	9.73 ^a	9.69 ^a	9.66 ^{ab}	9.56 ^{ab}	9.49 ^{ab}	9.40 ^{ab}	9.35 ^{ab}	9.28 ^b	7.45 ^c	N.A. ^d
	Taste	9.78 ^a	9.74 ^a	9.70 ^a	9.65 ^a	9.61 ^a	9.58 ^a	9.55 ^a	9.52 ^a	8.15 ^b	N.A. ^c
	Texture	9.69 ^a	9.64 ^a	9.58 ^{ab}	9.52 ^{ab}	9.35 ^{abc}	9.31 ^{abc}	9.22 ^{bc}	9.14 ^{cd}	8.86 ^d	N.A. ^e
20°C	Color	9.81 ^a	8.89 ^b	7.64 ^b	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c
	Flavor	9.73 ^a	8.65 ^b	8.32 ^b	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c
	Taste	9.78 ^a	9.26 ^b	8.04 ^c	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d
	Texture	9.69 ^a	8.43 ^b	7.76 ^c	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d	N.A. ^d
35°C	Color	9.81 ^a	7.91 ^b	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c
	Flavor	9.73 ^a	7.58 ^b	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c
	Taste	9.78 ^a	7.54 ^b	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c
	Texture	9.69 ^a	7.37 ^b	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c	N.A. ^c

a-e : Means with the same letter in row are not significantly different (p<0.05), N.A : Not Attained

Table 6. Regression equation of indicators of tuna and mayonnaise *samgak-kimbab* during storage at 10, 20 and 35°C according to microbiological or chemical indicators

Indicator Items	Temp. (°C)	r^x	a^y	b^y
Total plate count (log CFU/g)	10	0.98	2.92	0.098
	20	0.91	4.10	0.122
	35	0.90	4.47	0.140
Coliform (CFU/g)	10	0.94	-85.1	15.385
	20	0.96	-87.2	19.663
	35	0.95	16.64	21.541
pH	10	0.98	5.83	-0.013
	20	0.96	5.76	-0.019
	35	0.95	5.71	-0.025
Acidity (%)	10	0.97	0.014	0.0002
	20	0.98	0.015	0.0003
	35	0.99	0.015	0.0004

x : Correlation coefficient,

y : Regression equation $Y = a + bX$, Y = value of quality indicators, X = storage time.

증가폭이 큰 것으로 나타났다. 또한, 각 저장온도에서 저장시간에 따른 품질변화에 대한 변화율(b)의 상관성(r)에서 일반세균수, 대장균수, pH 및 산도등이 유의적으로 높은 상관성을 나타내었다. 저장온도에 따른 변화율(b)의 상관성(r)이 높아지는 항목은 산도인 것으로 나타났다. 따라서, 유통기한 예측시 유효 품질지표로 설정가능한 항목은 일반세균수, 대장균수인 것으로 사료되었다.

4.2 각 유효 품질지표의 한계 기준치 설정

유효 품질지표로 선정된 각 항목들의 저장시간에 따른 변화 값으로부터 직선의 회귀식을 유도하여 유통기한을 예측할 수 있으며, 이를 위해 반드시 각 유효 품질지표의 한계 기준치를 설정해 주어야 하는데, 일반세균수, 대장균수 등은 조리한 음식에 대해 제시한 (Solberg *et al.*, 1990) 각각의 기준치인 10^5 CFU/g, 10^2 CFU/g을 기준으로 하였다.

4.3 유통기한의 계산 및 예측

참치마요네즈 삼각김밥의 유통기한 예측시 계산에 필요한 유효 품질지표로 결정된 일반세균수, 대장균수는 저장성 실험을 통한 각 저장 온도대에서의 각각의 분석값(Y), 저장시간(X)과의 관계의 회귀식을 산출한 것을 Table 7에 나타내었다. 이 회귀식에 앞에서 제시한 각 유효 품질지표의 한계 기준치(Y)를 대입하고, 그때의 저장시간(X)을 도출하여 이를 유통기한 예측일로 계산하였다. 이와 같이 유도된 회귀식 중 통계적인 유의성이 있는 것에 각 유효 품질지표의

Table 7. Estimation of shelf-life of tuna and mayonnaise *samgak-kimbab* during storage at 10, 20 and 35°C from regression equation by total aerobic count or coliforms count

Quality indicator	Temp. (°C)	r ²	Regression eq. ^a	Estimated shelf-life (hr)
Total aerobic count (log CFU/g)	10	0.98	Y=2.92+0.098X	34
	20	0.91	Y=4.10+0.122X	6
	35	0.90	Y=4.47+0.14X	3
Coliform (CFU/g)	10	0.94	Y=-85.1+ 15.385X	17
	20	0.96	Y=-87.2+ 19.663X	14
	35	0.95	Y=16.643+ 5.385X	3

a : Y=value of quality indicators, X=storage time

한계 기준치를 대입하여 각 저장 온도별 유통기한을 구하면 10℃ 저장시는 17~34시간, 20℃ 저장시는 6~14시간, 35℃ 저장시는 3시간으로 각각 나타났다. 이렇게 도출된 식을 이용함으로써 얻을 수 있는 품질관리시의 이점은 생산직후의 일반세균수, 대장균수, pH 및 산도를 측정하면서 각 저장온도에서의 유통가능기한을 예측해 볼 수 있다는 것이다. 따라서 식품위생 검사시나 도시락 업체 자체 내에서 품질관리의 한 수단으로 이를 활용한다면 좀 더 과학적이고 객관적인 품질관리 접근 방식을 수립할 수 있으리라 사료되었다. 향후 보다 정확한 유통기한 예측의 근거를 마련하기 위해서는 시료수와 실험횟수를 늘려 지속적이고 광범위한 연구를 수행할 필요성이 제기된다.

요 약

편의점에서 판매되고 있는 도시락류 중 특히, 삼각 김밥을 대상으로 모의 저장성 실험을 통해 미생물학적 및 화학적 품질지표 변화를 이용하여 유통기한을 예측해 보고자 하였다. 시판되는 삼각 김밥의 유통기한 설정을 위하여 회사별, 제품별로 샘플링하여 화학적인 품질변화와 미생물적인 오염도를 조사한 후, 참치마요네즈 삼각 김밥을 대상으로 정하였다. 참치마요네즈 삼각김밥을 편의점에서 납품하자마자 즉시 실험실로 운반하여 3가지 온도대에서 41시간 동안 저장하면서 화학적, 미생물학적 품질상의 변화를 분석하였다. 저장온도 조건은 현행 유통 온도대인 10℃와 가혹조건인 20℃, 35℃로 실험하였고, 분석 시점은 납품 직후, 온도별 저장 후 일정 시간 간격으로 시료를 채취하여 분석하였다. 저장성 실험결과, 화학적 품질변화로 pH는 4.96 ~ 5.86 범위에 있었으며, 이는 미생물 증식에 적합한 pH 환경을 가지고 있었고 산도는 0.015 ~ 0.03 % 범위에 속하였다. 미생물 실험 결과 납품 직후 일반총균수는 7.4×10^3 CFU/g이었고 10℃에서 34시간 후 3.0×10^5 CFU/g이었으며, 20℃에서는 6시간 후 2.7×10^5 CFU/g이었다. 35℃에서 3시간 후 2.8×10^5 CFU/g이었다. 대장균균수는 납품 직후 검출되지 않았고 10℃에서 17시간 후 1.4×10^2 CFU/g이었고 20℃에서는 14시간 후 1.7×10^2 CFU/g, 35℃에서 3시간 후 1.0×10^2 CFU/g이 검출되었다. 그 결과 참치마요네즈 삼각김밥의 유통가능기한은 일반세균수는 10^5 CFU/g, 대장균균수는 10^2 MPN/g을 기준으로 회귀식을 도출하여 유통기한을 설정하였다.

참 고 문 헌

- Ahn, H.J., H.S. Yook., D.H. Kim and M.W. Byun. 2001. Identification of radiation resistant bacterium isolated from dried layer (*Porphyra tenera*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 193~195.
- Arie, H.H., Maarten J. Nauta and Jaap T. Jansen. 2004. Fine-tuning food safety objectives and risk assessment. *Int. J. Food Microbiology*, 93, 11~29.
- Bahk, G.J. 2001. Trends of Microbial Risk Assessmet. In 2001 Symposium of Korean society for HACCP research. *The Korean Society for HACCP Research, Seoul, Korea, p. 46~69.*
- Bahk, G.J., S.J. Chun, K.H. Park., C.H. Hong and J.W. Kim. 2003. Survey on the foodborne illness experience and awareness of food safety practice among Korean consumers. *J. Food. Hyg. Safety*, 18, 139~145.
- Bahk, G.J., D.H. Oh, S.D. Ha, K.H. Park, M.S. Joung, S.J. Chun, J.S. Park, G.J. Woo and C.H. Hong. 2005. Quantitative microbial risk assessment model for *Staphylococcus aureus* in *kimbab*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34(3), 484~491.

- Buchana, R.L., Demis. S. and Miliotis. M. 2004. Initiating managing risk assessments within risk analysis framework: FDA/CFSAN's practical approach. *J. Food Prot.*, 67, 2058~2062.
- Cho, H.R., U.Y. Park and D.S. Chang. 2002. Studies on the shelf-life extension of *jeotkal*, salted and fermented seafood. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 34, 652~660.
- Choi, S.H. 2004. Scientific consideration in determining shelf life of market milk. *J. Korean Dairy Technol. Sci.*, 22(1), 27~35.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). 1998. Draft principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. Codex Committee on Food Hygiene. Report of the thirty-first session. *Orlando, United States*.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). 1999. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. CAC/GL-30. *FAO Rome, Italy*.
- FAO/WHO. 1999. Risk assessment of microbiological risk assessment. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultatiion. Geneva, Switzerland. March 15~19.

FAO/WHO. 2000. Joint FAO/WHO expert consultation on risk assessment of microbiological hazards in foods. FAO Food and Nutrition Paper No. 71. *FAO Rome, Italy*.

FDA. 1990. Bacteriological Analytical Manual. 5th ed., Washington D.C. AOA.

Fially, W.J., Logan, N.A and Sutherland, A.D. 2002. *Bacillus cereus* emetic toxin production in cooked rice. *Food Microbiology*, 19, 431~439.

Han, K.S., E.J. Lee and S.P. Hong. 2005. The prediction of shelf-life of commercially sterilized Korean soups using accelerated experiment. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 21(2), 149~154.

Jin, S.K., I.S. Kim and S.J. Hur. 1999. Changes in microbe, pH, VBN of exportation by-products of pork and establishment of shelf-life during storage at 4°C. *Kor. J. Intl. Agri.*, 14(1), 58~64.

Kwak, T.K., S.H. Kim, S.J. Park, T.O. Cho and E.H. Choi. 1996. The improvement of the sanitary production and distribution practices for packaged meals (kimbab) marketed in convenience stores using

hazard analysis critical control point (HACCP) system. *J. Food Hyg. Safety*, 11, 177~187.

Kim, I.S. and M. Lee. 1998. Establishment of shelf-life of vacuum packaged pork loins for exporting to Japan. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 18(2), 115~124.

Kim, D.H., H.P. Song, Y.S. Lee and B.S. Cha. 2004. Effects of gamma irradiation on the shelf stability of whole baked egg. *Kor. J. Food Pres.*, 3, 394~399.

Kim, D.H., H.P. Song, J.K. Kim, H.J. Lee and M.W. Byun. 2003. Determination of microbial contamination in the process of rice rolled in dried laver and improvement of shelf-life by gamma irradiation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 32, 991~996.

Kim, D.M., S.H. Kim, J.M. Lee, J.E. Kim and S.C. Kang. 2005. Monitoring of quality characteristics of *chungkookjang* products during storage for shelf-life establishment. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 48(2), 132~139.

Kim, M.S., K.S. Cho and S.J. Hong. 2003. Determination of optimum harvest time of 'geumchonjosaeng' pear (*Pyrus pyrifolia*) and its

shelf life at ambient temperature. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 21(2). 120~123.

Kim, J.G. 2004. Microbiological quality assessment of kimbap according to preparation and cooking condition and identification of critical control points in the processes. *J. Fd. Hyg. Safety*, 19(2), 66~73.

Kum, J.S., Y.H. Lee, Y.S. Ahn and W.J. Kim. 2001. Effects of antioxidants on shelf-life of *yukwa*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 33(6). 720~727.

Kang, Y.S., S.K. Yoon, S.H. Jwa, D.H. Lee, G.J. Woo, Y.S. Park and C.M. Kim. 2002. Prevalence of *Staphylococcus aureus* in kimbap. *J. Fd. Hyg. Safety*, 17(1), 31~35.

Kang, K.H., S.K. Choi, A.K. Ko, H.L. Kim, K.M. Kim and S.I. Park. 1995. Prediction of the cause of bacterial contamination in kimbab and its ingredients. *J. Fd. Hyg. Safety*, 10(3), 175~180.

Lee, Y.W and Kim, J.G. 1997. A study on the shelf-life of hams and sausages in refrigerated storage. *J. Fd. Hyg. Safety*, 12, 26~38.

- Lee, H.S and Ryu, S.Y. 1998. The seasonal microbiological quality assessment of kimbab(seaweed roll) production flow in food service facilities for Univ. students. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 14, 367~374.
- Lee, N.K., J.Y. Yoon and S.R. Lee. 1995. Computatiion of Q_{10} values and shelf-life for canned and bottled orange juices. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(5), 748~752.
- Lee, H.M., G.Y. Lee, E.K. Yoon, H.J. Kim, Y.S. Kang, D.H. Lee, J.S. Park, S.H. Lee, G.J. Woo, S.H. Kang, J.S. Yang and K.H. Yang. 2004. Computation of maximum edible time using monitoring data of *staphylococcus aureus* in kimbap and food micromodel. *J. Fd. Hyg. Safety*, 19(1), 49~54.
- Lee, Y.C., K.Y. Kim, K. Koh, T.S. Park, S.Y. Kim, K.W. Oh and M.K. Kim. 2000. Evaluation on nutritional balance of market-kimbab and nutritionally adjusted kimbab menu by the self-developed computer program. *Korean J. Dietary Culture*, 15(3).
- Lee, N.Y., C.R. Jo, H.J. Chung, H.J. Kang, J.K. Kim, H.J. Kim and M.W. Byun. 2005. The prediction of the origin of microbial contamination in *kimbab* and improvement of microbiological

- safety by gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37(2), 279~286.
- Maarten, J. and Nauta. 2005. Microbiological risk assessment models for partitioning and mixing during food handling. *Int. J. Food Microbiology*, 100, 311~322.
- Maarten, J. and Nauta. 2002. Modelling bacterial growth in quantitative microbiological risk assessment: is it possible?. *Int. J. Food Microbiology*, 73, 297~304.
- Moon, K.D., H.K. Kim, K.S. Jo and M.H. Park. 1992. Prediction of shelf-life and changes of quality attributes in packaged composite seasoning during storage. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 35(4), 281~285.
- Nguyen, C and Carlin, F. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, 371~401.
- Notermans S, Teunis P. 1996. Quantitative risk analysis and the production of microbiologically safe food: an introduction. *Int. J. Food Microbiol.*, 30, 3~7.

- Palisade Inc. 2002. Guide to using @RISK: risk analysis and simulation add-in for microsoft excel. ver 4.5, Newfiled, N.Y., U.S.A.
- P. Varela, A. Salvador and S. Fiszman. 2005. Shelf-life estimation of 'Fuji' apples: Sensory characteristics and consumer acceptability. *Postharvest Biology and Technol.*, 38, 18~24.
- Park, S.Y., J.W. Choi, J.H. Yeon, M.J. Lee, D.H. Oh, C.H. Hong, G.J. Bahk, G.J. Woo, J.S. Park and S.D. Ha. 2005. Assessment of contamination level of foodborne pathogens in the main ingredients of *kimbab* during the preparing process. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37(1), 122~128.
- Rhee, S.K, K.B. Lee and J.Y. Son. 1999. Prediction of shelf-life and quality changes of dried noodle during storage period. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 15(2). 127~132.
- Ray, B. 2001. Fundamental food microbiology. 2nd ed. CRC Press, New York. p35-53.
- Synder, R.P and Wells, J.H. 1985. Use of time-temperature indicators to monitor quality of frozen hamburger. *Food Technol.*, 39~42.

Speck, M.L. 1984. Compendium of method for the microbiological examination of foods, 2nd ed., Washington D.C. American Public Health Association.

Solberg. M., Buckalew, J.J., Chen, C.M., Schaffner, D. W., O'NEIL, K., McDowell, J., Post, L.D and Boderck, M. 1990. Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol.*, 44, 68~73.

S. Notermans and p. Teunis. 1996. Quantitative risk analysis and the production of microbiologically safe food: an introduction. *Int. J. Food Microbiology*, 30, 3~7.

SAS. 1989. SAS User's Guide. SAS Institute, Inc, Cary, NC, U.S.A.

Taoukis, P.S., B, Fu and T.P. Labuza. 1991. Use of time-temperature indicators to monitor quality of frozen hamburger. *Food Technol.*, 45, 70~82.

Taoukis, P.S and T.P. Labuza. 1989. Applicability of time-temperature indicators as shelf life monitors Food products. *J. Food Sci.*, 54, 783~788.

Taoukis, P.S and T.P. Labuza. 1989. Reliability of time-temperature indicators as food quality monitors under nonisothermal conditions. *J. Food Sci.*, 54, 789~792.

Vose, D.J. 1998. The application of quantitative risk assessment to microbial food safety. *J. Food Prot.*, 61. 640~648.

Yoo, K.M., W.J. Seo, H.S. Seo, W.S. Kim and J.B. Park. 2004. Physicochemical characteristics and storage stabilities of sauces with added Yuza(*Citrus Junos*) juice. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 20(4). 403~408.

Zhou. Z., Robards. K., Hellowell, S and Blanchard, C. 2003. Effect of rice storage on pasting properties of rice flour. *Food Research International*, 36, 625~634.

강국희, 최선규, 김경민, 김혜란, 고애경, 박신인. 1995. 김밥 세균 오염의 원인 규명을 위한 연구. *한국 식품위생안전성학회지*, 10, 175~180.

계승희, 윤석인, 박동경. 1988. 서울 경기지역 도시락 제조업체의 구조 및 생산실태조사. *한국식문화 학회지*, 3, 293~299.

- 계승희, 윤석인, 박희순, 심우찬, 곽동경. 1990. 서울 · 경기지역 도시락 제조업체의 유생실태 및 도시락 생산의 품질 개선을 위한 연구. *한국 식품위생학회지*, 3, 117~129.
- 곽동경, 김성희, 박신정, 조유선, 최은희. 1996. 편의점 판매 도시락(김밥) 생산 및 유통과정의 품질개선을 위한 연구. *한국식품위생안전성학회지*, 11.
- 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘. 1997. 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사. p124.
- 김병삼. 1997. 가공식품의 shelf-life 예측과 품질관리. 식품가공기술교육. 한국식품개발연구원. p383.
- 박형우, 고하영, 박노현, 강홍삼, 모수미. 1998. 운격지 단계급식을 위한 포장용 도시락 생산설비의 최적화 연구. *한국식문화 학회지*, 3, 89~93.
- 박형우, 고하영, 강홍삼, 신동화. 1987. 국내 도시락 생산업체의 기기류 현황 분석. *한국식문화 학회지*, 2, 163~167.
- 박길동. 1992. 두유음료 캔제품 유통기한 설정연구. *한국식품 연구소 연구보고서*.

신성원, 류경, 곽동경. 1990. 도시락 유통과정의 미생물적 품질관리를 위한 연구. *한국 식품위생학회지*, 5, 85~98.

식품의약품안전청. 2004. 식중독발생현황통계 및 예방대책.

임정미. 2003. 국내 우유류의 유통기한 자율화에 따른 현황. *한국유가공 기술과학회지*, 21(2), 120~124.

이용욱, 박석기. 1996. 식품위생미생물시험법. 신광출판사, p98~102.

한국식품개발연구원. 1993. 한국인을 위한 식생활 정립에 관한 연구(우리나라 도시락 제조업의 현황과 시판 도시락의 식단 및 영양가 조사). *월간식당*, 216~227.

한국식품개발연구원. 1993. 한국인을 위한 식생활 정립에 관한 연구(우리나라 도시락 제조업의 현황과 시판 도시락의 식단 및 영양가 조사). *월간식당*, 174~183.

한국식품연구소. 1991. 계맛살 유통기한 설정에 관한 연구. *한국식품연구소 연구보고서*.

한국식품공업협회. 1993. 식품공전.

한국식품공업협회. 1994. 식품공전.

한국식품공업협회. 1996. 식품공전.

한국식품공업협회. 2004. 식품공전.

감사의 글

시작부터 끝맺음까지 한없는 사랑으로 지켜주신 하나님께 감사드리며 고마우신 분들께 감사의 마음을 전합니다.

늦은 나이에 배움의 길로 들어선 것이 엇그제 같은 데 벌써 졸업이라는 새로운 시작 앞에 서 보니 감회가 새롭습니다. 직장과 학교 생활을 병행하면서 처음 접하는 대학원생활에 버거워하던 저에게 많은 것을 배울 수 있는 기회를 제공해 주시고 항상 아낌없는 배려와 격려로 지도해 주신 양지영 교수님께 머리 숙여 감사드립니다. 또한 바쁘신 와중에도 부족한 논문을 심사해 주신 전병수 교수님과 조영제 교수님께 깊은 감사를 드리며 평소 연구원이 지녀야 할 가치관과 바른가짐에 대하여 많은 가르침을 주셨던 김선봉 교수님, 이양봉 교수님, 이근태 교수님 그리고 안동현 교수님께도 감사를 드립니다.

바쁜 회사생활로 인해 간만에 학교에 와도 반갑게 맞아주고 팔 걷어부쳐 실험을 도왔던 학교 실험실의 귀염둥이 후배들 임단이와 지혜, 근령이, 호주간다고 정신없는 명신이, 대학원에 갓 들어온 살림꾼 진희, 함께 의지하며 공부했던 오철선배, 윤주언니, 권혁이, 선희, 재희, 호진, 정은, 취업해서도 학교에 자주 와 선배역할 톡톡히 하는 현덕, 혜진이를 비롯한 모두에게 감사를 드립니다. 멀리 대전에서 논문 잘 되가는지 염려해주던 미영언니, 바쁜 일정 속에서도 세상물정 모르는 후배를 위해 논문 다 쓸때까지 많은 신경을 써 주셨던 식약청 강용모 선배님께 깊은 감사를 드립니다.

연구원의 자질 향상을 위해 배움의 길을 열어 주셨고 또한 넘치는 사랑과 아낌없는 격려로 든든한 힘이 되어주신 회장님께 진심으로 감사를 드립니다. 무지했던 저에게 연구개발을 할 수 있도록 다독여 주신 임종기 전무님과 터프한 마시마로 성은이, 똥하지만 속깊은 기근이, 일선에서 애쓰고 있는 은혜언니, 스트레스를 먹는 걸로 푸는 귀여운 채주꾼 민정이, 작은 체구에 큰 열정을 담고 있는 은영이, 한 가지 목표만을 품고 사는 은경이에게 감사의 마음을 전합니다. 어려움, 기쁨을 함께 했던 화장품 식구들이 그리울 것 같습니다. 지금은 새로운 부서에서 가는 시간 잡아두고 싶을 만큼 바쁜 나날을 보내고 있지만 속이 깊고 언니보다 더 챙겨주고 잘 따르는 연구실 동생들 은정과 수정이, 그리고 할 일이 산더미인데도 남은 학기 무사히 마치도록 말없이 밀어주셨던 한과장님과 부족한 저를 믿어주시고 많은 힘이 되어주시는 시온의 모든 어른 분들께 고개숙여 감사드립니다.

마지막으로 멀리 떨어져 있으면서도 아픈 자신보다 언니의 안부를 더 걱정했던 하나뿐인 내 동생 승희와 바쁜 일정속에 몸이 축날까 걱정하시고, 학교에서 실험하다가 막차 놓칠세라 늘 염려만 끼쳐드렸던 어머니의 사랑에 다시한번 감사의 마음을 전합니다.

지금까지 한없이 받기만 했던 큰 사랑을 부족하나마 사는 동안 열심히 노력해서 보답하고 싶습니다.