J. Fd Hyg. Safety
Vol. 22, No. 4, pp. 323~331 (2007)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

편의점에서 판매되는 김밥 및 샌드위치의 냉장조건에서의 유통기한

구민선* · 김윤숙[1] · 신동빈[2] · 오세욱 · 전향숙
한국식품연구원 안전성연구단, [1]한국식품연구원 소재이용연구단, [2]한국식품연구원 식품분석센터

Shelf-life of Prepacked *Kimbab* and Sandwiches Marketed in Convenience Stores at Refrigerated Condition

Minseon Koo*, Yoonsook Kim[1], Dong-Bin Shin[2], Se-Wook Oh, and Hyang Sook Chun
Food Safety Research Center, Korea Food Research Institute
[1]Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute
[2]Food Analysis Center, Korea Food Research Institute
(Received November 16, 2007/Accepted December 15, 2007)

ABSTRACT – This study was designed to estimate self-life of *Kimbab* and sandwiches marketed in convenience store. While the 12 different type of *Kimbab* (n=6) and sandwiches (n=6) were kept at 10°C for 72 hours, quality changes including volatile basic nitrogen, aerobic plate count, pathogens detection and sensorial property was monitored, and effective quality indicators were selected. Volatile basic nitrogen, indicator for protein deterioration was slightly increased during storage periods in all samples. *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. and *Vibrio parahaemolyticus* were not detected from any of samples. Change of aerobic plate count of *Kimbab* and sandwiches were increased moderately but increased dramatically after 48 hours of storage. Overall acceptability were maintained over 5, purchasing power limit, for 40 hours in 4 general *Kimbab,* 48 hours in 2 samgak *Kimbab* and 42 hours in 2 sandwiches. Shelf-life of each item was calculated from regression equation between reference limit from effective quality indicators, aerobic plate count and sensory property, and storage period. Estimated shelf-lives of general *Kimbab* were 15~33 hours, samgak *Kimbab* were 32 hours and sandwiches were 27~30 hours at 10°C refrigerated condition.

Key words: Ready-to-eat foods, Shelf-life

서 론

국민 생활수준의 향상으로 인하여 사회 구조가 다양해지고 복잡해짐에 따라 식생활 양식이 변화하면서 김밥, 샌드위치 등과 같은 즉석섭취식품(ready-to-eat food)의 수요가 점차 증가하고 있으나 이들 제품은 복합조리의 특징 때문에 교차오염의 가능성이 높은 식품 중의 하나이다. 박 등[1]은 지난 20년간 국내외 학회지와 관련 기관의 연구보고서를 기준으로 하여 우리나라의 식중독 발생 현황을 분석한 결과, 1998년 이후에는 년 중 식중독이 지속적으로 꾸준히 발생하며, 그 규모도 점차 집단화, 대형화되고 있다고 발표하였다. 또한 식중독 발생의 주요 원인식품은 육류, 어패류와 그 가공품 및 김밥과 도시락 같은 복합조리식품 등이라고 지적하였다.

우리나라에서 식품의 유통기한이란 일정한 보관·유통조건 하에서 소비자에게 판매 가능한 최대기간을 말한다. 최종 포장 단위 식품 또는 소비자가 구입 후 소비되는 식품의 경우, 마지막 소비시점까지 안전한 품질의 식품을 소비자가 이용할 수 있도록 구매 후의 사용·보관실태 등을 고려한 유통기간을 설정하여야 한다. 식품의 유통기한은 식품의 이화학적 품질, 미생물학적 품질 및 관능적 품질 저하 현상 등을 고려하여 결정된다. 식품의 각 품질 인자들은 온도, 습도 및 산소 유무에 의하여 영향을 받기 때문에, 동일한 제품이라 하더라도 사용 원료의 선도, 제조공정, 위생적 제조환경 등에 의해서도 차이가 있다[2-4]. 그러므로 식품의 유통기한 설정은 과학적 이론에 근거한 객관적 측정이 가능한 품질 지표 들을 선정하여 이들의 품

*Correspondence to: Minseon Koo, Food Safety Research Center, Korea Food Research Institute, San 516, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyunggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9161, Fax: 82-31-709-9876
E-mail: minsk@kfri.re.kr

질변화율을 바탕으로 산출되어야 하나 이에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다. 정확한 유통기한의 산출은 식품의 안전성 차원은 물론 자원의 효율적 이용에 매우 중요하다. 비과학적으로 산정된 유통기한은 소비자의 안전을 위협하고, 식용 가능 식품자원의 폐기유도에 의한 자원 낭비를 유발시킬 수도 있기 때문이다.

외국에서는 이미 식품생산 후 유통 과정을 매우 중요한 중점관리 기준으로 인식하여, 중점관리점(CCP)을 효과적으로 관리하기 위한 도구로서 시간 온도 지표(time-temperature indicators, TTIs)를 활용하고 있고, 이를 이용하여 실제적인 유통기한 설정에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다[5~8].

김밥 등 즉석 섭취식품의 유통 중 품질변화에 대한 연구로, 배 등[9]은 샌드위치류에서 황색포도상구균을 검출하고, 정량하였으며, 박 등[10]과 김 등[11]은 김밥의 제조 단계별로 김밥 주원료와 조리 환경에 대한 위해미생물의 오염도를 평가하였다. 강 등[12]은 김밥의 세균수 분포를 분석하였으며, 서 등[13]은 고속도로 휴게소에서 판매되는 식품의 세균학적 품질을 분석하여, 김밥의 세균수가 햄버거나 호두과자 등보다 높다고 발표하였다.

유통기간 설정 및 연장과 관련된 연구로, 박 등[14]은 김밥에서 황색포도상구균을 대상으로 정량적 미생물 위해평가(quantitative microbial risk assessment, QMRA) 모델을 개발하였으며, 곽 등[15]은 편의점 판매용 김밥류를 다양한 온도에 보관하면서 pH, 산가, 휘발성 염기질소, 총균수의 변화를 측정하고 유통기한을 예측하였다. 또한 이 등[16]은 Food MicroModel을 활용하여 김밥 중 황색포도상구균으로 인한 독소형 식중독이 발생하지 않을 농도를 기준으로, 유효기간을 산정하였다.

식생활 패턴의 변화에 따라 급증하는 즉석・편의 식품류의 안전관리를 위해 식품의약품안전청(식약청)에서는 고시 "제2007-63호(2007.09.06)"를 통하여 식품의 기준 및 규격을 개정하여 현행 기타식품류에서 규정하고 있던 즉석건조식품과 도시락류를 폐지하고, 즉석섭취・편의식품을 신설하면서, 즉석섭취식품, 즉석조리식품, 신선편의식품 등 세가지 식품유형을 포함시켰다. 이중 김밥, 샌드위치 등은 동・식물성 원료를 식품이나 식품첨가물을 가하여 제조・가공한 것으로 더 이상의 가열, 조리과정 없이 그대로 섭취할 수 있는 특성을 가진 즉석섭취식품에 포함되었다. 이 식품유형의 품질기준은 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라, 장염비브리오균은 음성, 바실러스 세레우스는 g당 1,000 이하이다. 또한 식약청은 고시 "제2007-66호 식품의 유통기한 설정기준(2007.10.02)"에서 도시락류 유통기한 설정실험의 미생물학적 지표로 세균수, 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라, 장염비브리오균을, 관능적 지표로는 성상을 규정하였다. 최근 예측미생물학의 발전과 더불어 황색포도상구균의 독소를 기준으로 유통기한을 산출하는 연구가 일부 이루어지고 있지만, 우리나라에서 도시락류의 품질기준에서 황색포도상구균을 불검출로 규정되어 있기 때문에, 이 결과를 실제 유통기한으로 활용할 수는 없다. 따라서 실제적으로 적용할 수 있는 적절한 품질지표를 선정하고, 이를 이용하여 유통기한을 산출하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 편의점에서 판매되는 것과 동일한 일반 김밥류 4종, 삼각김밥류 2종과 샌드위치 6종을 제조 완료 즉시 냉장조건을 유지하면서 실험실로 운송하여 냉장저장의 최대 한계 온도인 10°C의 항온기에서 저장하면서 식품공전에 규정된 시험 방법에 의한 품질검사를 실시하여 미생물학적으로 안전하며 상품가치가 있는 상용유통기한을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

시료 및 저장조건

본 연구에서는 편의점에서 유통되는 김밥 4종(2개 업체), 삼각김밥 2종(1개 업체), 샌드위치 6종(2개 업체)을 대상으로 하였다. 저장 시료는 편의점에 납품하는 것과 동일한 제품으로 공장에서 제조 완료 후 바로 아이스박스에 담아 운송하였다. 실험실에 도착 즉시 10°C 항온기에서 72시간 동안 저장하면서 주기적으로 시료를 취하여 미생물학적, 이화학적 실험을 하였다. 김밥은 폴리에틸렌과 폴리플로필렌 필름으로, 삼각김밥은 연신폴리프로필렌 필름으로 포장하였으며, 샌드위치는 폴리에스터 용기로 포장하였다. 사용된 김밥은 다양한 부재료가 들어가는 모듬김밥 2종, 햄김밥, 미니김밥등 4종과, 쇠고기삼각김밥과 참치삼각김밥등 삼각김밥 2종이었다. 샌드위치는 야채샌드위치 2종, 햄샌드위치 1종, 참치계란샌드위치 2종, 계란샌드위치 등 총 6종으로 본 저장 실험에 사용된 김밥과 샌드위치의 주요 배합비는 Table 1과 같다.

이화학적 성분 분석

수분은 105°C 상압건조법, 회분은 550°C 회화법, 조단백질은 켈달법, 조지방은 클로로포름-메탄올법으로 분석하였으며, 총탄수화물은 100에서 수분, 회분, 조단백질, 조지방을 제한 값으로 하였다[17]. 단백질 질소계수는 6.25를 적용하였다. 휘발성염기질소는 미량확산법(Conway 법)으로 측정하였다[18].

미생물 분석을 위한 시료 처리

미생물을 시험하기 위하여 각각의 시료를 여과지가 달린 무균백에 25 g 이상을 취하여 10배의 살균된 생리적 식염수(0.85% NaCl/water)를 넣었다. 이 무균백을 균질기(Stomacher, Seward, UK)에서 25 rpm으로 30초간 균질화하여, 여과지를 통과한 액을 미생물 시험을 위한 시험액으로 사용하였다.

Table 1. Major Ingredients of *Kimbab* (K) and *sandwiches* (S) used in this study

Sample		Major ingredients (%)
Kimbab (K)	K1	Rice(64), crab analogue(9), pickled radish(7), egg(4), ham(4), cucumber(4), carrot(3), beef(2), sesame leaf(1)
	K2	Rice(79), pickled radish(5), ham(4), crab analogue(4), egg(3), cucumber(3), carrot(2)
	K3	Rice(71), egg(11), pickled radish(8), crab analogue(8)
	K4	Rice(42), pickled radish(10), crab analogue(5), egg(5), *Kimchi*(6), ham(6), cucumber(6), carrot(4), kelp(4), tuna(3), salmon(3), seasoning(3)
	K5	Rice(70), kelp(7), beef(7), soybean paste(7), soy-sauce(3), seasoning(3)
	K6	Rice(70), salmon(12), skipjack(12), seasoning(3)
Sandwich (S)	S1	Barley bread(51), tomato(16), egg(15), lettuce(5), mayonnaise(8), ketchup(3), mustard(1)
	S2	Croissant(47), ham(10), cabbage(8), lettuce(5), cucumber pickle (5), cucumber (5), mayonnaise(14), ketchup(5)
	S3	Bread(48), tuna(20), egg(14), lettuce(5), mayonnaise(11), mustard(1)
	S4	Bread(51), cabbage(11), lettuce(5), egg(5), red cabbage(3), tuna(4), tomato(3), crab analogue(2), ham(2), cheese(2), carrot(1), mayonnaise(5), ketchup(2), mustard(2)
	S5	Bread(50), cabbage(11), lettuce(9), cheese(7), ham(7), cucumber(3), carrot(3), mayonnaise(4), ketchup(3), mustard(3)
	S6	Bread(46), egg(6), cabbage(8), lettuce(5), ham(6), cheese(6), cucumber(3), carrot(3), cucumber pickle(2), mayonnaise(5), ketchup(3), mustard(5)

미생물 분석

일반 세균수 측정은 plate count agar(Difco, Detroit, USA) 배지를 사용하여 표준평판법[18]으로 하였다. 평판당 집락수가 30-300개가 나오도록 생리적 식염수(0.85% NaCl)로 십진희석하여, 희석한 시험액 1mL를 평판에 넣고 배지 20 mL를 부어 균질하게 혼합한 후 36°C 배양기에서 48시간 배양하여 잡락수를 계측하였다. 시료를 넣지 않은 대조구도 함께 배양하여 시험과정의 오염 여부를 확인하였다. 또한, 유해미생물인 대장균(*Escherichia coli*), 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*), 살모넬라(*Salmonella* spp.), 장염비브리오균(*Vibrio parahaemolyticus*)은 식품공전[18]과 AOAC[17]의 방법에 따라 분석하였다. 대장균은 식품공전의 대장균 시험 중 한도시험에 따라 시험하였으며, 살모넬라는 증균배지로 selenite F(Difco)를, 선택배지는 MacConkey 평판 배지(Difco)와 Rambach 평판 배지(Merck, Darmstadt, Germany)를 사용하였고, 황색포도상구균은 증균배지로 10% NaCl이 첨가된 tryptic soy broth(Difco)를, 선택배지로는 Baird Parker-RPF 평판 배지(bioMrieux, Marcy l'Etoile, France)를 사용하였다. 장염비브리오균은 증균배지로 2% NaCl이 첨가된 alkaline peptone water(Difco)를 선택배지는 TCBS 평판배지(Difco)를 사용하였다.

관능검사

각 시료의 저장 중 품질변화를 위한 관능검사는 전문 관능 검사요원 20명으로 수행하였다. 관능검사에 의한 품질평가는 제품의 특성을 고려하여 종합적 기호도를 9점 평점법으로 실시하였다. 관능검사 요원은 제품의 유통기간 한계점에 도달하였을 때 5점으로 평가하도록 훈련하여 관능검사를 실시하였다[3-4]. 관능검사의 결과는 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 유의성을 검토하였다[19].

결과 및 고찰

김밥류와 샌드위치류의 초기품질 수준

본 저장 실험에서 사용된 김밥과 샌드위치류는 대량으로 편의점에 납품되는 제품으로, 동일한 공정의 제품을 공장에서 제조 완료 후 즉시 냉장 조건에서 실험실으로 이송하여 10°C 항온기에서 72시간동안 저장하면서 저장중의 미생물학적 변화와 이화학적 품질변화를 분석하였다 (표 2). 저장에 들어가기 전 일반김밥류 4종(K1, K2, K3, K4), 삼각 김밥 2종(K5, K6), 샌드위치류 6종(S1, S2, S3, S4, S5, S6)의 수분, 조지방, 조단백질, 조회분과 총탄수화물 함량을 측정하였다. 김밥류 4종의 수분 함량은 61.8~66.0%, 조지방 0.9~1.3%, 조회분 1.2~1.8%, 조단백질 3.2~3.8%, 총탄수화물은 24.5~32.0%로, 종류에 따른 각 일반성분 함량의 큰 차이는 없었다. 삼각 김밥은 수분 57.0~58.0%, 조지방 1.2~1.8%, 조회분 0.8~1.2%, 조단백질 6.0~6.4%, 총탄수화물 33.6~34.0%였다. 샌드위치류의 일반성분은 수분 43.8~62.4%, 조지방 6.9~17.5%, 조회분 1.4~2.1%, 조단백질 5.5~13.1%, 총탄수화물 20.2~32.5%로 김밥과 달리 원부재료의 조성 및 빵의 특성에 따라 함량에 차이를 보였다. 수분함량은 야채 샌드위치인 S1이 62.4%로 가장 높았으며, 지방함량은 크로와상이 사용된 샌드위치인 S2가 17.5%로 가장 높았다. 단백질 함량은 계란(5%), 참치(5%), 게맛살(5%), 햄(2%)이 첨가된 샌드위치인 S4가 10.2%로 가장 높았다.

미생물학적 품질을 분석한 결과 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라균, 비브리오균등 4종의 위해미생물은 검출되지 않았으며, 초기 일반세균수는 Table 2에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 대부분의 제품이 4 logCFU/g에 근접한 일반세균수를 보였으며, 일반세균수가 가장 높은 제품은 K2로 4.43 logCFU/g이었고, 제일 낮은 것은 K6로 2.9 logCFU/g였다. 샌드위치의 일반세균수는 2.3~2.9

Table 2. The proximate analyses and initial aerobic plate counts of *Kimbab (K)* and sandwiches (S).

	Kimbabs (n=4)	*Samgak Kimbabs* (n=2)	Sandwiches (n=6)
Moisture (%)	61.8~66.0	57.0~58.0	43.8~62.4
Crude fat (%)	0.9~1.3	1.2~1.8	6.9~17.5
Crude ash (%)	1.2~1.8	0.8~1.2	1.4~2.1
Crude protein (%)	3.2~3.8	6.0~6.4	5.5~13.1
Total carbohydrate (%)	24.5~32.0	33.6~34.0	20.2~32.5
Aerobic plate counts (logCFU/g)	K1-3.04 K2-4.43 K3-3.98 K4-4.18	K5-3.95 K6-2.90	S1-2.53 S2-2.34 S3-2.74 S4-2.92 S5-2.92 S6-2.81

logCFU/g로 제품별로 큰 차이가 없었다. 박 등[14]은 삼각김밥 5종과 샌드위치 5종의 미생물 오염도를 분석하여 삼각김밥의 일반세균수가 3.5~5.5 logCFU/g이고, 샌드위치는 3.88-6.29 logCFU/g라고 보고하였다. 강 등[12]은 김밥 30개의 일반세균수를 분석하여, 평균 일반세균수는 6.47 logCFU/g라고 발표하여, 본 실험의 결과와 큰 차이를 보였다. 이 이유는 본 실험에서 사용한 김밥과 샌드위치의 일반세균수 분석 시점에 따른 차이라고 판단된다. 강 등[12]은 전철역 앞 식당가와 일반 가게에 배달된 지 1시간 정도 경과된 것을 구입하여 측정한 것이고, 본 실험에서 사용한 제품은 공장에서 제조 완료 즉시 냉장조건으로 운송하여 바로 시험을 한 것이기때문에 초기 미생물 수가 낮게 검출된 것으로 사료된다. Azabza 등[21]은 필리핀의 즉석섭취식품의 일반세균수(aerobic plate counts)를 분석하여 대부분의 즉석 섭취식품이 5 logCFU/unit 이하라고 보고하였으나, Mepba 등[22]은 나이지리아의 거리 음식 10종을 분석하여 이들 식품이 10^3~10^8 CFU/g의 일반세균수를 가진다고 보고하여, 다른 나라의 즉석섭취식품도 유통 방법 및 저장 기간에 따라 큰 차이가 있다는 것을 알 수 있었다.

저장 중 김밥류와 샌드위치류의 휘발성염기질소의 변화

냉장조건에서 저장 중 각 시료에 대해 저장기간별로 휘발성 염기질소의 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 김밥류는 저장 전 1.3~4.1 mg%에서 저장 72시간 후에는 3.7~6.9 mg%로 약간 증가하는 경향을 보여주었다. K1은 쇠고기 모듬김밥으로 초기 1.3 mg%에서 저장 72시간 후에 4.0 mg%로 증가하였으며, 햄김밥인 K2는 초기 1.4 mg%에서 저장 72시간 후 6.9 mg%로 증가하하였다. 미니김밥인 K3은 3.0 mg%에서 5.1 mg%로 약간의 증가를 보여주었으며, 초기 휘발성염기질소 함량이 가장 높았던 참치모듬김밥인 K4는 초기 4.1 mg%에서 72시간 저장 후 약간의 증가만을 보여주었다. 쇠고기삼각김밥인 K5는 초기 3.0 mg%에서, 72시간 저장 후 6.9 mg%로 3.9 mg%가 증가하였으나, 가다랑어삼각김밥인 K6은 3.1 mg%에서 72시간 저장 후에도 함량의 변화가 거의 없었다. 따라서, 원부재료의 종류에 따라 초기 휘발성염기질소 함량에 약간의 차이를 보였으나, 냉장조건 하에서 72시간 저장까지는 큰 증가가 관찰되지 않아서, 단백질로 인한 품질의 열화는 거의 없는 것으로 예상되었다.

샌드위치 제품들의 초기 휘발성 염기질소는 대부분이

Table 3. Changes of the volatile basic nitrogen in *Kimbab* (K) and sandwiches (S) during storage at 10°C (unit: mg%)

Period (hrs)	K1	K2	K3	K4	K5	K6
0	1.3/0.23*	1.4/0.74	3.0/0.60	4.1/0.60	3.0/0.74	3.1/0.55
24	1.6/0.34	2.1/0.38	3.1/0.78	4.5/0.78	4.1/0.45	3.3/0.34
48	2.9/0.55	6.6/0.78	3.7/0.96	5.3/0.47	5.6/0.38	3.7/0.53
72	4.0/0.25	6.9/0.47	5.1/0.74	5.7/0.78	6.9/0.25	3.7/0.72
Period (hrs)	S1	S2	S3	S4	S5	S6
0	1.5/0.53	2.1/0.76	10.3/0.53	2.9/0.61	1.8/0.72	3.0/0.49
24	2.6/0.72	3.3/0.64	10.6/0.68	3.0/0.21	2.4/0.61	3.4/0.34
36	2.9/0.68	4.8/0.38	10.5/0.36	3.1/0.86	2.9/0.23	3.5/0.41
48	3.6/0.29	7.2/0.36	11.2/0.78	3.0/0.50	3.0/0.21	4.1/0.50
60	3.9/0.23	9.7/0.30	11.8/0.74	3.1/0.61	3.3/0.86	3.9/0.42
72	4.5/0.61	10.1/0.49	12.3/1.15	3.1/0.39	3.4/0.64	4.0/0.43

*, Standard deviation (n=3)

1.5~3.0 mg%의 매우 낮은 함량으로, 저장 시간이 경과함에 따라 약간씩은 증가하였으나, 큰 변화는 없었다. 김밥에서와 같이 샌드위치도 참치가 원부재료에 포함된 샌드위치인 S3이 초기 가장 높은 10.3 mg%를 보여주었으나, 저장 72시간 후에는 12.3 mg%로 큰 변화가 없었다. 가장 높은 증가를 보인 것은 식빵대신 크로와상이 사용된 샌드위치인 S2로 2.1 mg%에서 72시간 저장 후 10.1 mg%로 약 5배 증가하였다. 휘발성염기질소는 단백질 성분의 부패를 측정하는 지표로서, 식품공전[18]과 축산물의 가공기준 및 성분규격[20]에서 원료육과 포장육에 한하여 휘발성 염기질소의 함량을 20 mg% 이하로 규정하고 있다. 본 실험결과 10°C의 냉장 조건에서 저장된 김밥류와 샌드위치류에서 저장 72시간 후에 가장 휘발성염기질소 함량이 높았던 시료도 그 함량이 12.3 mg%에 불과해, 원료육과 포장육의 규격 기준에 크게 미치지 못하였다. 따라서, 김밥류와 샌드위치류는 냉장온도 하에서는 저장 72시간까지 단백질에 의한 변패는 거의 일어나지 않는다고 판단되었다.

저장 중 김밥류와 샌드위치류의 미생물학적 변화

김밥류 6종(K1, K2, K3, K4, K5, K6)과 샌드위치류 6종(S1, S2, S3, S4, S5, S6)을 10°C 항온기에서 72시간 저장하면서 일반세균수의 변화를 측정한 결과는 Table 4 및 Fig. 1, 2와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 저장 기간이 늘어남에 따라 모든 시료에서 일반세균수가 증가하였으며, 초기 미생물 수가 높았던 제품들은 계속적으로 높은 수준을 유지하여, 저장기간에 초기 미생물수가 큰 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다. 김밥에서 초기 일반세균수가 비교적 낮았던 K1과 K6은 저장 56시간까지 일반세균수가 5 logCFU/g 이하였으나, 초기 일반세균수가 4 logCFU/g을 넘었던 K2와 K4는 저장 32시간에 5 logCFU/g에 근접하였다. 샌드위치류는 초기 일반세균수는 모든 제품이 3 logCFU/g 이하로 김밥에 비해 10배 정도 낮은 일반세균수를 보여주었으나, 김밥류보다는 빠르게 일반세균수가 증가하였다. 저장 48시간까지는 5개 제품이 모두 5 logCFU/g 이하의 일반세균수였으나, 저장 72시간 후에는 4개의 제품이 7 logCFU/g이 넘는 높은 일반세균수를 보여주었다.

Solberg 등[23]이 제시한 즉석 섭취 식품의 위생적 안정성 확보를 위한 일반세균수인 $<10^5$ CFU/g에 따르면, 김밥의 경우 저장 32시간까지는 모든 김밥류가 이 기준에 적합하였으나, 저장 48시간에는 5종이, 저장 56시간에는 3종의 김밥만이 기준에 적합하였다. 초기 일반세균수가 김밥에 비해 비교적 낮았던 샌드위치류는 저장 42시간까지 모두

Table 4. Change of aerobic plate counts of *Kimbab* (K) and sandwiches (S) during storage at 10°C. (unit: logCFU/g)

Period (hrs)	K1	K2	K3	K4	K5	K6
0	3.04	4.43	3.98	4.18	3.95	2.90
8	4.08	4.57	4.57	4.75	4.11	2.95
24	4.43	4.69	4.83	4.93	4.52	4.11
32	4.40	4.93	4.95	4.98	4.73	4.46
48	4.52	4.98	4.89	5.36	4.68	4.51
56	4.65	5.89	4.79	6.76	5.04	4.97
72	4.94	6.04	6.43	6.98	5.60	5.68
Period (hrs)	S1	S2	S3	S4	S5	S6
0	2.53	2.34	2.74	2.92	2.92	2.81
24	3.53	3.64	3.53	3.53	3.36	3.53
42	4.63	4.94	4.81	-*	-	-
48	4.71	5.02	4.88	4.93	4.66	4.74
60	5.83	5.68	6.87	5.69	6.02	5.94
72	5.98	5.83	7.02	7.61	7.41	7.49

*, not tested

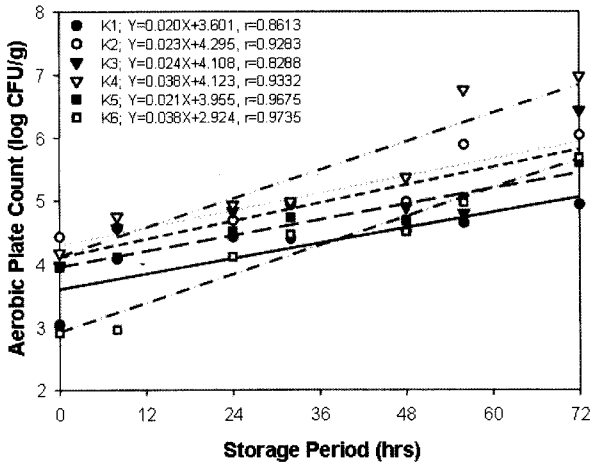

Fig. 1. Correlations of aerobic plate counts and storage period in *Kimbab* (K) during storage at 10°C.

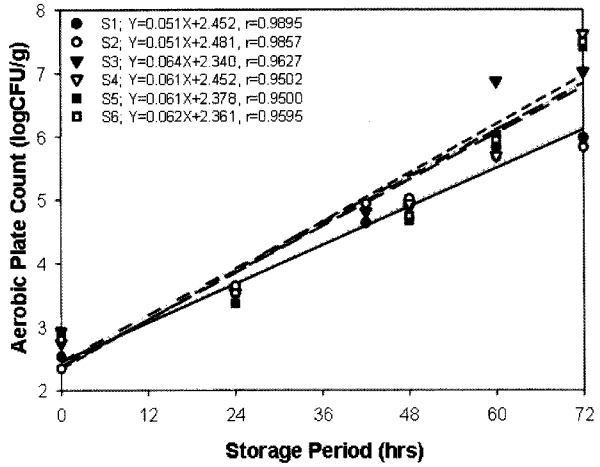

Fig. 2. Correlations of aerobic plate counts and storage period in sandwiches (S) during storage at 10°C.

이 기준에 적합하였으나, 48시간 저장 후에는 5종의 샌드위치가 적합하였으며, 저장 60시간 후에는 모든 샌드위치가 5 logCFU/g이 넘는 일반세균수를 보여주었다. 미생물학적으로 안전한 기준으로 제시되는 일반세균수 5 logCFU/g에 도달하는 저장기간을 정확히 계산하기 위하여 일반세균수와 저장기간과의 상관관계를 회귀분석하고, 일반세균수가 5 logCFU/g에 도달하는 기간을 예측하였다(Table 5). 회귀분석 결과 저장기간에 따른 일반미생물수는 모든 김밥류가 0.8이 넘는 높은 상관관계를 보여주었으며, 특히 삼각김밥인 K5와 K6는 0.95가 넘는 매우 높은 상관관계를 보여주었다. 이 회귀식을 이용 일반세균수가 5 logCFU/g(Y=5)가 되는 기간을 예측한 결과 제품별로 큰 차이를 보여주어, K1이 가장 긴 69시간이었고, K4가 가장 짧은 23일이었다. 초기 일반세균수가 높았던 제품들은 비교적 이 점에 빨리 도달하였고, 초기 일반세균수가 낮았던 제품들은 비교적 늦게 도달하였으나, 이런 경향이 반드시 일치하지는 않았다. 이것은 제품의 원부재료의 차이가 미생물의 성장 속도에 영향을 주었기때문으로 판단되었다. 샌드위치에서 저장 기간과 일반세균수와의 상관관계를 분석한 결과 본 실험에 사용한 모든 제품이 0.95가 넘는 매우 높은 상관도를 보여주었다. 회귀방정식을 이용하여 일반세균수가 5 logCFU/g가 될 때까지의 저장 기간을 예측한 결과, 가장 긴 것은 S1으로 50시간이었으며, 가장 짧은 것은 S3과 S4로 41시간으로 산출되었다.

관능적 품질의 변화

김밥과 샌드위치 제품들의 저장 기간 동안의 종합적 기호도에 대한 관능검사를 실시하고, 유의성을 검토한 결과는 Table 6과 같다. 저장 직전의 초기 시료를 9점으로 하고 제품의 유통기간 한계점을 5점으로 하여 관능검사를 하였을 때, 일반김밥 4종은 모두 저장 40시간까지는 종합적 기호도 5점을 유지하였고, 삼각김밥은 저장 48시간까지 5점을 유지하여, 삼각김밥이 일반김밥보다 상품성이 오래 유지되는 것으로 나타났다. 샌드위치류는 6종 시료 모두가 저장 42시간까지 종합적 기호도가 5점 이상으로 나타나 상품성을 유지하였다. 저장에 따른 종합적 기호도와

Table 5. Regression equations between standard aerobic plate counts (Y) and storage period (X) during storage of *Kimbab* (K) and sandwiches (S) at 10°C

Sample	Regression equation	Correlation Coefficient	Calculated Period (hrs) at Y=5*
K1	Y= 0.020X + 3.601	0.8613	69
K2	Y= 0.023X + 4.295	0.9283	30
K3	Y= 0.024X + 4.108	0.8288	37
K4	Y= 0.038X + 4.123	0.9332	23
K5	Y= 0.021X + 3.955	0.9675	50
K6	Y= 0.038X + 2.924	0.9735	54
S1	Y= 0.051X + 2.452	0.9895	50
S2	Y= 0.051X + 2.481	0.9857	49
S3	Y= 0.064X + 2.340	0.9627	41
S4	Y= 0.061X + 2.452	0.9502	41
S5	Y= 0.061X + 2.378	0.9500	42
S6	Y= 0.062X + 2.361	0.9595	42

*, Storage period calculated by regression equation at 5 log CFU/g of standard aerobic plate count under 10°C storage.

Table 6. Change of sensory overall acceptability in *Kimbab* (K)and sandwiches (S) during storage at 10°C

Storage period (hrs)	K1	K2	K3	K4	K5	K6
0	9.0^{a*}	9.0^{a}	9.0^{a}	9.0^{a}	9.0^{a}	9.0^{a}
8	8.5^{ab}	8.5^{ab}	8^{ab}	8.7^{ab}	8.3^{ab}	8.2^{ab}
24	8.2^{ab}	7.7^{b}	7.3^{b}	7.4^{b}	7.5^{b}	7.7^{b}
32	7.0^{b}	7.5^{b}	6.0^{b}	6.8^{b}	6.4^{b}	6.8^{b}
40	5.1^{bc}	6.2^{b}	5.5^{b}	6.1^{b}	6.1^{b}	6.1^{b}
48	4.0^{c}	4.3^{c}	4.1^{c}	4.7^{c}	5.4^{bc}	5.5^{b}
56	2.9^{d}	2.5^{d}	2.8^{d}	2.9^{d}	3.8^{cd}	3.6^{cd}
Storage period (hrs)	S1	S2	S3	S4	S5	S6
0	9.0^{a}	9.0^{a}	9.0^{a}	9.0^{a}	9.0^{a}	9.0^{a}
12	8.6^{ab}	8.6^{ab}	8.6^{ab}	8.7^{ab}	8.6^{ab}	8.8^{ab}
24	7.8^{b}	7.7^{b}	7.5^{b}	7.1^{b}	7.1^{b}	7.1^{b}
36	6.4^{b}	6.2^{bc}	6.2^{bc}	6.5^{b}	6.4^{bc}	6.4^{bc}
42	5.6^{b}	5.6^{b}	5.6^{b}	5.6^{b}	5.2^{bc}	5.1^{bc}
48	4.7^{c}	4.9^{c}	4.6^{c}	4.9^{c}	4.6^{c}	4.6^{c}
56	3.1^{d}	2.9^{d}	2.8^{d}	2.8^{d}	3.1^{a}	2.9^{d}

*n=20; 1=very much different from control, 5=different from control, 9=same as control

**Mean with different superscript within a column indicator signigicant difference (P<0.05)

Table 7. Regression equations between overall acceptability (Y) and storage period (X) of *Kimbab* (K) and sandwiches (S) during storage at 10°C

Sample	Regression equation	Correlation Coefficient	Calculated Period (hrs) at Y=5
K1	Y= -0.095X + 9.790	-0.9328	50
K2	Y= -0.107X + 9.717	-0.9296	43
K3	Y= -0.105X + 9.209	-0.9807	40
K4	Y= -0.102X + 9.554	-0.9653	44
K5	Y= -0.085X + 9.169	-0.9792	49
K6	Y= -0.086X + 9.243	-0.9624	49
S1	Y= -0.104X + 9.691	-0.9684	45
S2	Y= -0.105X + 9.672	-0.9667	44
S3	Y= -0.107X + 9.665	-0.9700	43
S4	Y= -0.104X + 9.612	-0.9629	44
S5	Y= -0.104X + 9.533	-0.9792	43
S6	Y= -0.108X + 9.646	-0.9741	42

*, Storage period calculated by regression equation at 5 log CFU/g of standard aerobic plate count under 10°C storage

의 관계를 회귀분석하고 이를 이용하여 유통기한 한계점에 도달할 때까지의 기간을 예측하였다(Table 7). 관능검사의 종합적 기호도와 저장 기간과의 상관관계는 김밥류와 샌드위치류 모두 0.93이 넘는 매우 높은 상관관계를 보여주었다. 회귀방정식을 이용하여 상품성을 가지는 종합적 기호도인 5점(X=5)까지의 도달시간을 산출한 결과 김밥류에서는 K1이 가장 긴 50시간이었으며, K3이 가장 짧은 40시간이었다. 관능검사의 상품성을 기준으로 산출된 유통가능기간은 미생물학적 안정성을 기준으로 산출된 유통가능 기간과 차이를 보여주었다. 특히, K1의 경우 미생물학적으로는 저장 69시간까지 미생물학적으로 안전한 것으로 산출되었으나, 관능적으로 50시간 이후에는 상품성이 없는 것으로 나타났고, 관능적으로 44시간의 상품성을 가지는 K4는 미생물학적으로는 23시간까지 안전한 것으로 분석되었다.

샌드위치류에서는 관능적으로 상품성을 가지는 기간을 산출한 결과 김밥과는 달리 제품별로 큰 차이를 보이지는 않았다. 가장 긴 상품성을 가진 것은 S1으로 45시간이었으며, 가장 짧은 것은 S6으로 42시간이었다. 샌드위치의 경우도 관능적으로 산출된 유통가능기간과 미생물학적으로 산출된 유통가능기간은 일치하지는 않았다. S1은 관능적으로는 45시간 동안 상품성을 가지지만, 미생물학적으로는 50시간가지 안전하였고, S2는 미생물학적으로는 49시간까지 안전하였으나, 관능적으로는 44시간 동안 상품성을 가지는 것으로 분석되었다.

김밥과 샌드위치류의 품질 변화 인자와 적정 유통기한 산출

김밥 및 샌드위치를 냉장조건인 10°C에서 72일간 저장하면서 일반세균수, 위해 미생물, 휘발성 염기질소, 관능검사 등의 분석을 실시하였다. 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라, 비브리오균등 4종의 위해미생물은 모든 시료에서 전 저장 기간 동안 검출되지 않았고, 휘발성 염기 질소함량은 저장 기간 동안 큰 변화가 없었다. 하지만, 일반세균수와 관능검사는 Table 5와 7에서 보는 바와 같이 저장기간과 높은 상관관계를 보여주었다. 일반적으로 제품의 유통기한 설정은 저장기간과 가장 높은 상관관계를 가진 품질항목을 품질지표인자로 선정하여, 이를 관능검사에서 제품의 가치가 상실되는 시점의 변화를 측정하여 이에 도달할 때까지의 저장 기간을 유통기한으로 나타나게 한다[2-4]. 하지만 김밥, 샌드위치등과 같은 즉석섭취식품은 단기저장식품으로서 미생물의 안전성이 우선되는 식품이기 때문에 미생물학적 안전성이 유지되면서[23], 관능검사 기준도 만족하는 저장기간을 유통기한으로 설정하여야 한다. 각 제품별로 미생물학적 안전성과 상품성을 모두 만족시키는 기간을 각각 산출한 다음, 관능적으로 상품성을 가지며 미생물학적으로 안전한 유통가능기한을 결정하였다(Table 8). 초기 일반세균수에서 큰 차이를 보인 김밥의 경우 제품별로 큰 차이를 보여, 초기 일반세균수가 비교적 높았던 K4는 가장 짧은 23시간이고, 초기 일반세균수가 비교적 낮았던 K1은 50시간의 가장 긴 유통가능기간을 보여주었다. 샌드위치는 제품별로 큰 차이를 보이지 않았으며, 가장 긴 것은 S1으로 45시간이었으며, 가장 짧은 것은 S3과 S4로 41시간이었다. 곽 등[15]은 모의 실험을 통하여 편의점 판매용 김밥 도시락을 10, 20, 30°C에 보관하면서 유효 품질지표 항목으로 표준평판균수, 대장균군수 및 휘발성염기질소를 선정하고, 이들의 변화값과 저장시간의 함수로 부터 유통가능시간을 산출한 결과 10°C 저장 시는 27시간, 20°C 저장시는 3시간, 30°C 저장시는 2시간이 적절하다고 보고하여 본 실험에서 계산된 유통 가능기간과 차이를 보였다. 아마도 이것은 저장 실험에 사용된 제품의 특징 및 초기 미생물 수의 차이에서 기인하는 것으로 사료된다.

Table 8. Shelf-life of *Kimbab* (K) and sandwich (S) under 10°C storage

Sample	Self-life (hrs)	
	Calculated	Estimated*
K1	50	33
K2	30	20
K3	37	25
K4	23	15
K5	49	32
K6	49	33
S1	45	30
S2	44	29
S3	41	27
S4	41	27
S5	42	28
S6	42	28

*, Estimated shelf-life=calculated shelf-life × safety factor (1/1.5).

식품의약품안전청에서는 식품의 유통기한을 산정할 때에는 인정받고자 하는 유통기한의 1.5배 이상의 기간 동안 품질이 유지되어야 한다고 규정하여, 유통기한 산정시 안전계수를 사용하도록 하고 있다[25]. 따라서 본 저장실험에서 산출된 유통 가능기한을 안전계수를 고려하여, 상용 유통기간으로 산출한 결과는 Table 8과 같다. 김밥의 경우 본 실험에서는 가장 긴 유통기간을 가진 것은 33시간이고, 가장 짧은 것은 15시간으로 산정되었다. 샌드위치류에 가장 긴 유통기간을 가진 것은 30시간이고, 가장 짧은 것은 27시간으로 산정되었다. 이 유통기한은 본 저장실험에서 사용된 제품과 미생물학적, 이화학적 특징이 유사하고, 진열온도가 일정하게 유지되는 경우에 적용가능한 것으로, 실제적으로 이 유통기한을 모든 김밥류나 샌드위치에 적용시킬 수는 없다. 김밥, 샌드위치등과 같은 즉석섭취식품들은 미생물학적 위해가 우려되는 제품으로, 구입 후 가

능한 바로 소비하는 것이 가장 바람직하며, 보다 안전하게 생산하기 위한 지속적인 원부재료의 위생관리, 조리도구 등에 의한 오염 감소와 환경에서의 교차오염 차단 등을 통한 엄격한 품질관리를 통해 미생물 수를 감소시키기 위한 노력이 지속적으로 요구된다[11,12,16,24].

요 약

편의점에서 판매하는 김밥류 6종, 샌드위치류 6종에 대해 10℃ 냉장 조건하에서 72시간 저장하면서, 품질변화를 분석하여, 품질 지표를 도출하고, 유통기한을 예측하였다. 저장 기간 중 시료의 단백질의 부패도를 나타내는 휘발성 염기질소의 함량은 모든 시료에서 큰 변화를 보이지 않았다. 저장 중 김밥류의 휘발성염기질소는 저장 직전인 초기 1.3~4.1 mg%에서 저장 72시간 후 3.7~6.9 mg%로 약간 증가하였고, 샌드위치도 초기 1.5~10.3 mg%에서 저장 72시간 후 3.1~12.3 mg%로 증가하여 큰 변화를 보이지 않았다. 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라균, 비브리오균은 저장기간 동안 모든 시료에서 검출되지 않았다. 일반세균수는 저장 초기 김밥류에서는 2.9~4.43 logCFU/g, 샌드위치는 2.34~2.92 logCFU/g였으나 저장 48시간 후에는 김밥류에서 4.51~5.36 logCFU/g로, 샌드위치에서는 4.66~5.02 logCFU/g로 증가하였고, 48시간 이후에는 대부분의 시료에서 급격히 증가하였다. 각 제품의 종합적 기호도를 검사한 결과 일반김밥 4종은 저장 40시간까지 5점 이상을 유지하였고, 삼각김밥은 48시간까지, 샌드위치는 저장 42시간까지 상품성을 가지는 5점을 유지하였다. 저장기간과 일반세균수 및 관능검사와의 상호관계를 회귀분석을 통하여 상관관계를 측정한 결과, 대부분이 0.9가 넘는 높은 상관관계를 보여주었다. 유통가능 기준인 관능검사의 종합적 기호도 5점 이상, 일반세균수 10^5 CFU/g 이하의 조건을 만족하고 유통조건중의 안전성을 고려한 유통기한을 산출한 결과 10℃ 냉장조건 하에서 일반 김밥은 15~33시간, 삼각김밥은 32~33시간, 샌드위치류는 27~30시간이었다.

감사의 말씀

이 논문은 2007년도 한국식품연구원의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. 박희옥, 김창민, 우건조, 박선희, 이동하, 장은정, 박기환 : 최근 한국에서 발생한 식중독 모니터링 및 추이 분석. 한국식품위생안전성학회지, **16**(4) 280-294 (2001).
2. Labuza, Theodore P.: Shelf-life dating of foods. Food & Nutrition press Inc.
3. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘: 관능검사 방법 및 응용 (1994).
4. 김병삼, 신동빈, 박형우, 김상숙, 김기성, 임상동, 구민선, 김윤숙, 김성수, 이창호: 가공식품의 Shelf-life 설정 기술 교육. 한국식품개발연구원 (1998).
5. Singh, R. P., Wells, J. H.: Use of time-termperature indications to monitor quality of frozen hamburger. *Food Technol.*, **39**, 42 (1985).
6. Taoukis, P. S., B, Fu, Labuza, T. P.: Time-temperature indicators. *Food Technol.*, **45**, 70-82 (1991).
7. Taoukis, P. S., Labuza, T. P.: Application of time-temperature indicators as shelf life monitors of food products. *J. Food Sci.*, **54**, 783-788 (1989).
8. Taoukis, P. S., Labuza, T. P.: Reliability of time-temperature indicators as food quality monitors under non-isothermal conditions. *J. Food Sci.*, **4**, 789-792 (1989).
9. 배현주, 박혜정: 즉석섭취 샌드위치류의 황색포도상구균에 대한 위해분석. 한국식품영양과학회지, **36**(7) 938-943 (2007).
10. 박신영, 최진원, 연지혜, 이민정, 오덕환, 홍종해, 박경진, 우건조, 박종석, 하상도: 김밥 제조단계에서의 김밥 주원료에 대한 위해미생물의 오염도 평가. 한국식품과학회지, **37**(1) 122-128 (2005).
11. 김종규: 김밥 조리 조건에 따른 미생물 품질 평가와 중요 관리점의 관찰. 한국식품위생안전성학회지, **19**(2) 66-73 (2004).
12. 강국희, 최선규, 김경민, 김혜란, 고애경, 박신인: 김밥 세균 오염의 원인 규명을 위한 연구. 한국식품위생안전성학회지, **10**(3) 175-180 (1995).
13. 서정희, 이애리, 김말남 : 고속도로 휴게소에서 판매되는 식품의 세균학적 품질. 한국식품위생안정성학회지, **15**(2) 61-67 (2000).
14. 박신영, 연지혜, 최진원, 이민정, 이동하, 김근성, 박기환, 하상도 : 편의점에서 판매중인 주요 RTE 식품 중 위해미생물의 오염도 평가. 한국식품과학회지, **37**(2) 274-278 (2005).
15. 곽동경, 김서희: 모의실험을 통한 편의점 판매용 김밥 도시락의 유통기한 예측. 한국식품위생안정성학회지, **11**(3) 189~196 (1996)
16. 이효민, 이근영, 윤은경, 김현정, 강윤숙, 이동하, 박종석, 이순호, 우건조, 강승호, 양기화, 양지선: Food MicroModel과 황색포도상구균의 모니터링 자료를 활용한 시중 유통 김밥의 최대 섭취유효시간 산정. 한국식품위생안전성학회지, **19**(1) 49~54 (2004).
17. Association of Official Analytical Chemists (AOAC): Official Method of Analysis, 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD. (2000).
18. 한국식품공업협회: 식품공전 (2002).
19. Duncan, D.B.: Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, **11**(1) 1-42 (1995).
20. 국립수의과학검역원: 축산물의 가공기준 및 성분 규격 (2007).
21. MA. Patricia V. Azanza: Aerobic plate counts of Philippine ready-to-eat foods from take-away premises. *J. Food safety*,

25, 80-97 (2005).

22. H. D. Mepba, S. C. Achinewhu, S. N. Aso, C. K. Wachukwu: Microbiological quality of selected street foods in port harcourt, Nigeria. *J. Food Safety*, **27**, 208-218 (2007).
23. Solberg, M, J. J. Buchalew, C. M. Chen, D. W. Schaffner, K. O'Neill, J. McDowell, L. S. Post, M. Boderck: Microbial safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol.*, **44**(12) 68-72 (1990).
24. 곽동경, 김성희, 박신정, 조유선, 최은희; 편의점 판매용 김밥 도시락 생산 및 유통과정의 품질개선을 위한 연구. 한국식품위생안전성학회, **11**(3) 177-187 (1996).
25. 식품의약품안전청 위해기준팀: 제7회 시험법연구회 세미나 (2007).